

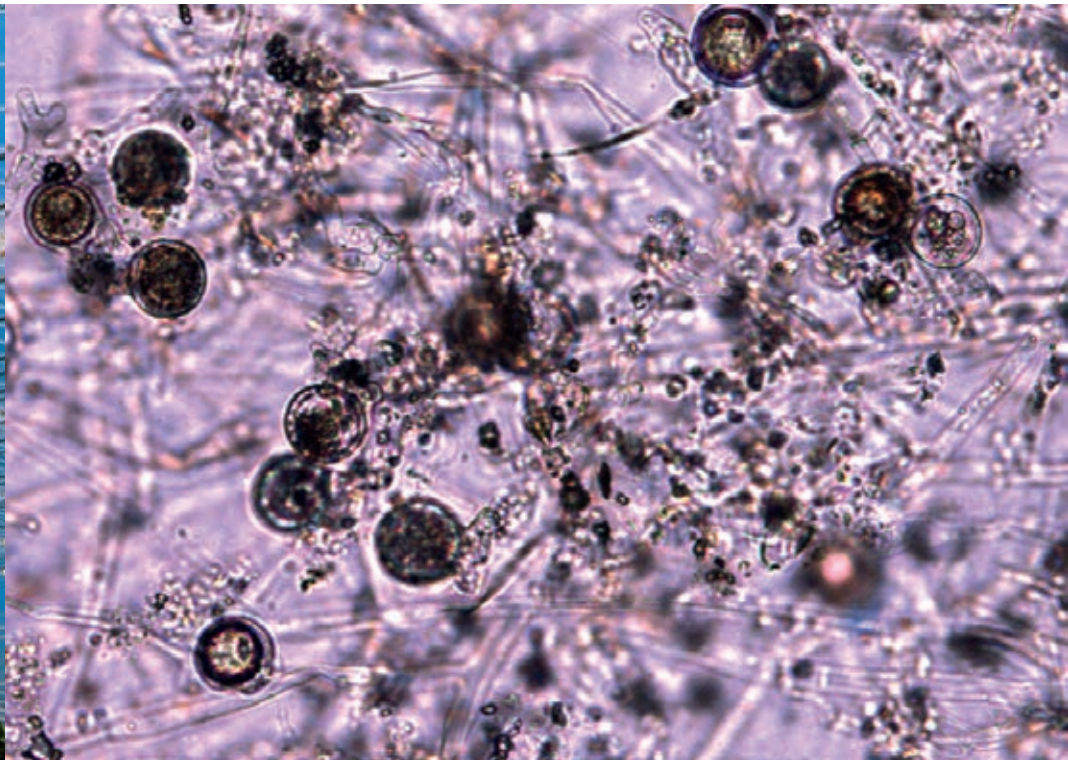


# Biostimulatoren, middelen en ziekteonderdrukking van *Pythium* in chrysant

Indicatoren voor ziekteonderdrukking in de bodem

Andre van der Wulff<sup>1</sup>, Marta Streminska<sup>1</sup>, Rene Corsten<sup>2</sup>, Marc van Slooten<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wageningen UR Glastuinbouw (WUR) <sup>2</sup>DLV, Wageningen



## Referaat

Bodem gebonden ziekten en plagen veroorzaken schade in de teelt van chrysant onder glas. Op dit moment gebruiken telers grondstomen en chemische middelen. Grondstomen is duur, werkt kort en doodt antagonisten in de bodem. Chemische middelen zijn beperkt toegelaten, terwijl de bestaande toelatingen onder druk staan. Binnen dit onderzoek werd gezocht naar alternatieven voor chemische gewasbescherming tegen *Pythium ultimum*.

In een bio-toets met komkommerplanten kwam naar voren dat kalifosfaat, calcium en etridiazole een onderdrukking gaven van *Pythium*. De behandeling met 5% vermiculiet gaf juist een toename van schade. Van drie chrysanten cultivars liet Grand Pink een toenemende schade zien met een toename aan sporen. Deze cultivar werd daarom gebruikt in een veldproef. In de veldproef gaf *Streptomyces* en kalifosfiet een bescherming van de plant tegen *Pythium*. Het middel etridiazool gaf in de veldproef geen goede bescherming maar wel zwaardere takken. Additioneel onderzoek liet zien, dat met een dubbele dosering *Streptomyces*, het gemiddeld vers gewicht van de takken met 23 gram toenam. Een toevoeging van calcium had hierop geen invloed en kan gelijktijdig gebruikt worden. Een analyse van zes gronden van praktijkbedrijven liet een groot verschil zien in weerbaarheid. Deze verschillen overeenkomstig de ervaringen van telers. Een snelle kiemtoets en een goedkope meting van beschikbare koolstof lieten hetzelfde resultaat zien als de bio-toets en zijn dus een betrouwbare-, goedkopere-, en snelle vervanger. De hogere weerbaarheid van de gronden vertoonde een relatie met een hogere EC, natrium, lutum, CEC, calcium, silt en een lager natrium bezetting en zand fractie zoals verwacht op basis van het bodemweerbaarheidsmodel.

## Abstract

Soil borne pathogens cause major damage to chrysanthemum. Growers use soil steaming and chemical protection. Soil steaming is expensive, has a short term effect and eliminates antagonists. The number of available chemical crop protection agents is declining. This research was conducted to investigate alternatives to chemical crop protection against *Pythium ultimum*.

When a standard bio-assay with cucumber was used, potassium phosphate, calcium and etridiazole provided protection against *Pythium*. In contrast, an addition of 5% vermiculite increased the presence of *Pythium* within chrysanthemum. Three cultivars were tested on their sensitivity towards *Pythium*. Cultivar Grand Pink showed a good relation between the number of inoculated spores and visible damage. Therefore, Grand Pink was used in a greenhouse experiment: *Streptomyces* and potassium phosphite provide a significant protection of the plant against *Pythium*. Etridiazole did not provide satisfactory protection, however, fresh weight of chrysanthemum increased. A double dosage of the *Streptomyces* increases mean fresh weight of chrysanthemum with 23 gram. In addition, six soils belonging to different companies were sampled. A bio-assay analyses, to estimate the level of soil disease suppression, confirmed the expectations of the growers. A rapid germination test and a measure of the available carbon fraction in soil were in agreement with this results. Thus, both can be considered as a good, rapid and inexpensive alternative. The higher level of suppression of soils were related to an increased EC, sodium, clay fraction, CEC, calcium, silt and a lower sodium soil occupation and -sand fraction, in agreement with the soil suppressiveness model.

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

## Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax: 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl) / [info@wur.nl](mailto:info@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Problematiek en oplossingsrichtingen	7
	1.1 Bodemgebonden ziekten en plagen	7
	1.1.1 Toetsen van niet-toegelaten middelen	7
	1.1.2 Middelen van natuurlijke oorsprong	8
	1.1.3 Middelen van chemische oorsprong	8
	1.1.4 Sturen op ziekteonderdrukkende eigenschappen van de bodem	8
	1.1.5 Biologische grondontsmetting in combinatie met bovenstaande opties	8
	1.1.6 Watergeefstrategie	9
	1.2 Doelstelling, aanpak en afbakening	9
	1.2.1 Doelstelling en aanpak	9
	1.2.2 Planning	10
	1.2.3 Afbakening	10
2	Bodemweerbaarheid	11
3	Selectie van middelen	13
	3.1 Trichoderma	16
	3.2 Kalium	16
	3.3 Bacillus	16
	3.4 Streptomyces	16
	3.5 Calcium	16
	3.6 Gliocladium	16
	3.7 Pseudomonas	16
	3.8 Pythium	17
	3.9 Mix preparaten	17
	3.10 Chemische middelen	17
	3.11 Compost(thee)	17
4	Potproeven	19
	4.1 Proefopzet	19
	4.2 Proefresultaat	19
5	Chrysant toetsplant	21
6	Veldproef	23
	6.1 Proefopzet	23
	6.2 Proefresultaten	25
	6.3 Conclusie & Discussie	27
7	Optimalisatie van Streptomyces	29
	7.1 Proefopzet	29
	7.2 Resultaten	29
	7.3 Conclusie	30

8	Indicatoren	31
	8.1 Proefopzet	31
	8.2 Proefresultaat	31
	8.2.1 Verschil tussen gronden	31
	8.2.2 Relatie met bodem parameters	32
	8.2.2.1 EC (electrische geleidbaarheid)	34
	8.2.2.2 Natrium en Na-bezetting en silt	34
	8.2.2.3 Lutum en CEC	34
	8.2.2.4 Beschikbaar calcium	34
	8.2.2.5 Zand, porievolume en bodemstructuur	35
	8.2.3 Voorspelling met bodemweerbaarheidsmodel	35
	8.3 Conclusie	37
9	Conclusie en discussie	39
10	Dank	41
11	Referenties	43
12	Publicaties en presentaties	45
Bijlage I	Proefopzet potproef	47
Bijlage II	Proefoverzicht kasproef.	49
Bijlage III	Overzicht van kosten per hectare	51

# Samenvatting

Bodemgebonden ziekten en plagen spelen een belangrijke rol in de teelt van chrysanten onder glas. *Pythium*, *Verticillium*, *Fusarium*, wortelduizendpoot, wortelknobbelaatjes (*Meloidogyne* spp.) en wortellesie aaltjes (*Pratylenchus* spp.) zijn de belangrijkste veroorzakers van uitval door bodemziekten en plagen. Combinaties van deze ziekten en plagen vormen het grootste probleem, waarbij de schade groter is dan verwacht op basis van de optelsom van de een schade veroorzaakt door een ziekte of plaag alleen. Een bekend voorbeeld is de combinatie van *Verticillium* en wortelknobbelaatjes.

Op dit moment gebruiken telers grondstomen en chemische middelen. Grondstomen is duur, werkt maar kort en doodt antagonistische organismen die in de bodem aanwezig zijn. Chemische middelen zijn beperkt toegelaten, terwijl de bestaande toelatingen ook nog onder druk staan. De effectiviteit van middelen kan in de loop van de tijd ook nog eens minder worden door biodegradatie of resistentieontwikkeling van ziekte of plaag. Nieuwe chemische en biologische middelen worden slechts mondjesmaat toegelaten.

Op dit moment wordt *Pythium* efficiënt bestreden met Etridiazool (AAterra). Het middel wordt bij elke teeltronde preventief ingezet behalve na het grondstomen in de eerste teeltronde. Etridiazool, maar vooral het omzettingproduct 2,4,3-dichloromethyl-5-ethoxy-1,2,4-thiadiazool is schadelijk voor het milieu en is zeer persistent (wordt zowel door licht als in de bodem niet afgebroken). Hierdoor is er een sterke vraag naar alternatieven voor AAterra.

Er werd een lijst samengesteld van biostimulanten en middelen die een relatie hebben met ziekteonderdrukking van *Pythium* in chrysant. Veertien daarvan werden vervolgens getoetst in potproeven met een komkomer als toetsplant. In de potproef kwam naar voren dat kaliumfosfaat, calciumcarbonaat en AAterra minder *Pythium* schade lieten zien. Een behandeling met 5% vermiculiet resulteerde in een grotere schade aan de plant door *Pythium*.

Om de effectiviteit van middelen op *Pythium*-onderdrukking te kunnen toetsen is een toetsplant nodig die verschil kan laten zien in de mate van *Pythium* besmetting in de bodem. Er werden drie cultivars getoetst en de cultivar Grand Pink (Fides) liet een duidelijke positieve relatie zien tussen de hoeveelheid sporen in de bodem en uitval. Daarom werd deze cultivar vervolgens gebruikt.

Vervolgens werden de acht meest veelbelovende middelen getoetst in een veldproef op de proeflocatie te Bleiswijk met chrysant cv Grand Pink. In de veldproef gaven *Streptomyces* en kalifosfiet bescherming van de plant tegen *Pythium*. Kaliumfosfaat gaf in de veldproef geen remming van *Pythium* in chrysant. Ook etridiazool (Aatera) gaf geen goede bescherming tegen *Pythium*, maar gaf wel zwaardere takken. *Streptomyces* of kalifosfiet gaven geen zwaardere takken in vergelijking met de controles.

Omdat het gewicht van de takken een belangrijke meerwaarde vormt voor het gebruik in de praktijk werd in een potproef onderzocht of het effect van *Streptomyces* op takgewicht nog meer verbeterd kon worden. Een dubbele dosering *Streptomyces* gaf een gewichtsverhoging van gemiddeld 23 gram per tak ten opzichte van de onbehandelde controles. Zowel kalifosfiet als *Streptomyces* zijn als gewasbeschermingsmiddel niet toegelaten in de teelt chrysant onder glas.

Van zes gronden afkomstig van verschillende chrysanten telers werd ook de weerbaarheid tegen *Pythium* bepaald. De ervaring van de telers werd in deze potproeven bevestigd. De hoogst en laagst weerbare gronden werden correct geïdentificeerd. Ook een snellere kiemtoets gaf hetzelfde resultaat. Een van de gronden viel op omdat deze veel langere takken gaf dan de andere vijf gronden. De hogere weerbaarheid van de gronden vertoonde een relatie met een hogere EC, natrium, lutum, CEC, calcium, silt en een lagere natriumbezetting en zandfractie. Dit komt overeen met de verwachtingen. De beschikbare koolstof fractie is een snelle, goedkope en goede voorspeller van weerbaarheid tegen *Pythium* in chrysanten.





# 1 Problematiek en oplossingsrichtingen

In Nederland is ruim 1300 hectare grondgebonden glastuinbouw met sierteelt, zoals chrysanten, alstroemeria, lisianthus en freesia. Daarnaast is er 560 hectare aan sierteelt uit een groep van verschillende siergewassen ('Zomerbloemen') en een kleine 1000 ha aan overige teelten met o.a. bladgroenten. Op dit moment is er volop aandacht voor het sturen op de natuurlijke ziektevering van een bodem in de glastuinbouw sector, het zgn. "Weerbaar Telen" (Van der Wurff *et al.* 2011). Dit wordt vooral veroorzaakt door wettelijke richtlijnen t.a.v. emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater, reductie van het beschikbare middelenpakket, residu-richtlijnen (MRL's groenten/fruit/sierteelt) en vooral de toenemende vraag van de consument naar duurzame (groene) producten.

## 1.1 Bodemgebonden ziekten en plagen

Bodemgebonden ziekten en plagen spelen een belangrijke rol in de teelt van chrysanten onder glas. *Pythium*, *Verticillium*, *Fusarium*, wortelduizendpoot en wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne* spp.) en wortel-Hesie aaltjes (*Pratylenchus* spp.) zijn de belangrijkste veroorzakers van uitval door bodemziekten en plagen. Combinaties van deze ziekten en plagen vormen het grootste probleem, waarbij de schade groter is dan verwacht op basis van de optelsom van de een schade veroorzaakt door een ziekte of plaag alleen. Een bekend voorbeeld is de combinatie van *Verticillium* en wortelknobbelaaltjes.

Op dit moment gebruiken telers grondstomen en chemische middelen. Grondstomen is duur, werkt maar kort en doodt antagonistische die in de bodem aanwezig zijn. Chemische middelen zijn beperkt toegelaten, terwijl de bestaande toelatingen ook nog onder druk staan. De effectiviteit van middelen kan in de loop van de tijd ook nog eens minder worden door biologische afbraak in de bodem (biodegradatie) of een resistentie ontwikkeling van ziekte of plaag. Nieuwe chemische en biologische middelen worden slechts mondjesmaat toegelaten.

Op dit moment wordt *Pythium* efficiënt bestreden met Etridiazool (AAterra). Het middel wordt continu preventief ingezet. Etridiazool, maar vooral het omzettingproduct 2,4 3-dichloromethyl-5-ethoxy-1,2,4-thiadiazool is schadelijk voor het milieu en is zeer persistent. Het wordt in de bodem en door licht niet afgebroken. Hierdoor is er een sterke vraag naar alternatieven voor AAterra.

Alternatieven voor de bestrijding van *Pythium* moeten een preventieve en duurzame oplossing bieden waarbij geen sprake is van emissie van milieu-, en mens onvriendelijke stoffen.

Op dit moment zijn er vijf oplossingsrichtingen aan te geven:

1. toetsen van niet-toegelaten middelen (biologische bestrijders uit onderzoek van Wageningen UR, *Pseudomonas* sp. al/niet in combinatie met beendermeel), Triatum, Prestop of Mycostop of chemische middelen (w.o. Switch of andere middelen);
2. sturen op ziekteonderdrukkende eigenschappen van de bodem;
3. gebruik van biologische grondontsmetting in combinatie met bovenstaande opties;
4. watergeefstrategie -door middel van aangepast gietregime het AAterra verbruik terugdringen;
5. gebruik van substraatbedden of teelten los van de grond (Van der Wurff *et al.* 2012).

Deze oplossingsrichtingen worden voor de volledigheid genoemd, maar binnen dit voorstel wordt alleen gekeken naar duurzame (biologische- of chemische) middelen en maatregelen voor sturen op ziekteonderdrukking van de bodem.

### 1.1.1 Toetsen van niet-toegelaten middelen

Een nadeel van het toetsen van niet-toegelaten middelen is dat ze niet direct inzetbaar zijn voor de praktijk. Wel kan als randvoorwaarde gesteld worden dat niet-toegelaten middelen perspectief bieden voor toelating doordat a.) de producent bereid is om op korte termijn een toelating aan te vragen, b.) het middel als uitzondering voor toelating geregistreerd staat (zgn. uitzonderingslijst, zoals extracten van knoflook, ui e.d.).

## 1.1.2 Middelen van natuurlijke oorsprong

Mogelijke opties zijn *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* soorten sp. of inoculeren van “niet-pathogene” *Pythium* soorten in compost. Daarnaast kunnen ook producten zoals Trianum, Mycostop en Prestop mogelijkheden bieden. Nadelen van biologische vijanden kunnen zijn dat ze eisen stellen aan hun omgeving en aan hun prooi (soort) en daardoor niet altijd effectief zijn.

## 1.1.3 Middelen van chemische oorsprong

Daarnaast kan gekeken worden of er gewasbeschermingsmiddelen van chemische oorsprong zijn. Deze moeten dan wel voldoen aan de randvoorwaarden van duurzaamheid en milieu- en mensvriendelijkheid. Nadeel van deze oplossing is dat er vanuit de maatschappij ook voor de sierteelt een toenemende vraag is aan residuvrije producten. Een tweede randvoorwaarde is daarom dat middelen onderlangs aangegoten kunnen worden met behoud van effectiviteit.

Bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kunnen ook hulpstoffen worden toegevoegd die de uitspoeling van het middel tegen moeten gaan zoals in lopend onderzoek met Ridomil (Syngenta).

Nadelen van chemische middelen kunnen zijn dat er, na verloop van tijd, afbraak door bodemorganismen optreedt (biodegradatie) en dat daardoor middelen op termijn ineffectief worden of dat soorten als *Pythium* immuniteit verwerven.

## 1.1.4 Sturen op ziekteonderdrukkende eigenschappen van de bodem

Natuurlijke ziekteonderdrukking in gronden van chrysantenkwekers kan enorm verschillen per bedrijf. Uit onderzoek voor de chrysantenteelt in 2010 blijkt niet alleen een grote variatie, maar geeft ook antwoord op de vraag waarom. Uit de resultaten blijkt dat bacteriële vijanden van *Pythium* belangrijk zijn, maar dat vooral een optimale bodembezetting van bacteriën erg belangrijk is voor een natuurlijke onderdrukking. *Pythium* heeft namelijk dezelfde voeding nodig als de meeste algemene bacteriën, zoals biologisch beschikbaar ijzer en biologisch beschikbare koolstof. Zodra het aanwezige voedsel snel en optimaal wordt benut door bacteriën, heeft *Pythium* het nakijken omdat het langzamer voedsel opneemt en groeit.

Daarnaast blijkt dat calcium, magnesium en zouten erg belangrijk zijn. Deze kunnen een rol spelen bij het activeren van de weerstand van de plant en zorgen voor een optimale nutriëntenvoorziening zonder groeistress.

## 1.1.5 Biologische grondontsmetting in combinatie met bovenstaande opties

Bij het zogenaamde Biologische grondontsmetting worden gedefinieerde gefermenteerde biomassa - producten gebruikt die, in tegenstelling tot vers gemaaid gras, compact zijn (droge kleine korrels of poeders), constant van samenstelling zijn en jaarrond beschikbaar zijn. Zoals met alle grondontsmettingmaatregelen is onbekend hoe lang de werking tegen *Pythium* kan duren. De ervaring met grondontsmettingstechnieken leert echter dat, door eventuele doding van organismen die ziekteonderdrukking kunnen geven, de ziekte of plaag snel kan terugkeren. De middelen/maatregelen zoals die binnen dit project onderzocht worden kunnen bijdragen aan een verhoogde ziekteonderdrukking van *Pythium*, ook na afloop van grondontsmetting.



## 1.1.6 Watergeefstrategie

Enkele kwekers hanteren een aangepast gietregime zodat AAterra niet nodig lijkt te zijn. In de kas staat een goed gelijkmatig gewas, zonder dat AAterra is gebruikt. In groepsverband in veldproeven kan worden gekeken of deze manier van gieten ook voor andere bedrijven is toe te passen, met hetzelfde resultaat. Daarnaast wordt gekeken wat de invloed van het wel gebruiken van AAterra op het uiteindelijke eindgewicht is, en wat de mogelijkheden zijn van het toepassen van deze strategie in combinatie met middelen zoals Mycostop, Prestop of Trianum of andere ziekteonderdrukkende maatregelen die in dit voorstel getoetst worden.

## 1.2 Doelstelling, aanpak en afbakening

### 1.2.1 Doelstelling en aanpak

Samenvattend beoogt het voorstel het ontwikkelen van duurzame alternatieven voor het gebruik van AAterra tegen *Pythium* gericht op het verhogen van het ziekteonderdrukkend vermogen van de bodem.

Hiertoe worden (zie Tabel 1.):

1. 14 middelen worden getoetst in potproeven tegen *Pythium* op 2 grondtypes (2 kassen van 144 m<sup>2</sup> met tafels).
2. Vervolgens worden 8 meest veelbelovende middelen/maatregelen getoetst in een veldproef van 144 m<sup>2</sup> te Bleiswijk.
3. Vervolgens worden op 3 bedrijven de meest effectieve middelen/behandelingen voor de praktijk getoetst.
4. Een set van indicatoren wordt ontwikkeld waarmee kwekers het risico op *Pythium* uitval voor het eigen bedrijf kunnen bepalen.
5. Door middel van een excursie/studie groep wordt kennisoverdracht vindt kennisoverdracht versneld plaats en worden praktijkexperimenten begeleid. Ook is dit een platform om maatregelen die in andere projecten onderzocht worden te behandelen, zoals biologische grondontsmetting, aangepast gietwaterstrategie, Phytodrip, substraatbedden e.d.

## 1.2.2 Planning

Tabel 1. Plan van aanpak gespecificeerd per fase, jaar en budget per fase.

FASE 1	Snelle toetsingen
	Start werkgroep o.l.v. DLV en LTO over gebruik van de grond voor bemesting en ziekte- onderdrukking en watergeefstrategie
	Verzamelen van middelen, maatregelen en combinaties hiervan tegen Pythium
	Selectie van 14 middelen/maatregelen en indicatoren
	Toetsen van 14 middelen/maatregelen en indicatoren in beproefde opstelling in potten (800 mL) op een grond in een kas van 144 m <sup>2</sup>
oktober	Go/No Go
FASE 2	Toetsing in veldproef
	Toetsen van 8 veelbelovende middelen/maatregelen in veldproef met Pythium
	werkgroep o.l.v. DLV en LTO
	Maken van set van indicatoren
FASE 3	Toetsing op praktijkbedrijven
	Inzetten van veelbelovende maatregelen op 3 praktijkbedrijven.
	Volgen van Pythium ontwikkeling door metingen aan grond
	werkgroep o.l.v. DLV en LTO

- FASE 1. Het ontwikkelen van een duurzaam alternatief voor AATerra als preventief middel tegen Pythium in de chrysantenteelt onder glas. Hiervoor wordt, in nauw overleg met de BCO, een brede selectie van maatregelen getoetst in potten van 800 mL in een opstelling zoals nu routinematig wordt gebruikt in lopend onderzoek. Hierdoor worden kosten, zoals voor bakken, filters in potten ter voorkoming van uitspoeling Pythium en watervoorziening voorkomen. Daarnaast is er gedurende twee jaren veel ervaring met dit systeem in Bleiswijk opgebouwd.
- FASE 2. De meest veel belovende middelen, maatregelen of combinaties hiervan worden getoetst in een proefveld in Bleiswijk waarbij, praktijk conform, chrysanten geteeld worden in Pythium besmette grond in een kas van 144 m<sup>2</sup>.
- FASE 3. Ten slotte worden veelbelovende maatregelen getoetst op drie verschillende praktijkbedrijven. Maandelijks wordt aanwezigheid van Pythium bepaald in grondmonsters.
- Gedurende de looptijd wordt door chrysanten adviseurs van DLV i.s.m. Wageningen UR glastuinbouw en LTO een werkgroep gevormd voor kwekers en BCO om actief verschillende mogelijkheden voor duurzaam telen te onderzoeken. Een belangrijk onderdeel hiervan is hoe er gebruik gemaakt kan worden van het ziekteonderdrukkend vermogen van de grond. Er is vanuit de praktijk veel belangstelling en vraag naar verdieping over dit onderwerp.

## 1.2.3 Afbakening

Binnen dit voorstel wordt alleen gekeken naar duurzame (biologische- of chemische) middelen en maatregelen voor sturen op ziekteonderdrukking van de bodem. Alternatieven voor de bestrijding van *Pythium* moeten een preventieve en duurzame oplossing bieden waarbij geen sprake is van emissie van milieu-, en mens onvriendelijke stoffen naar de bodem en oppervlaktewater.

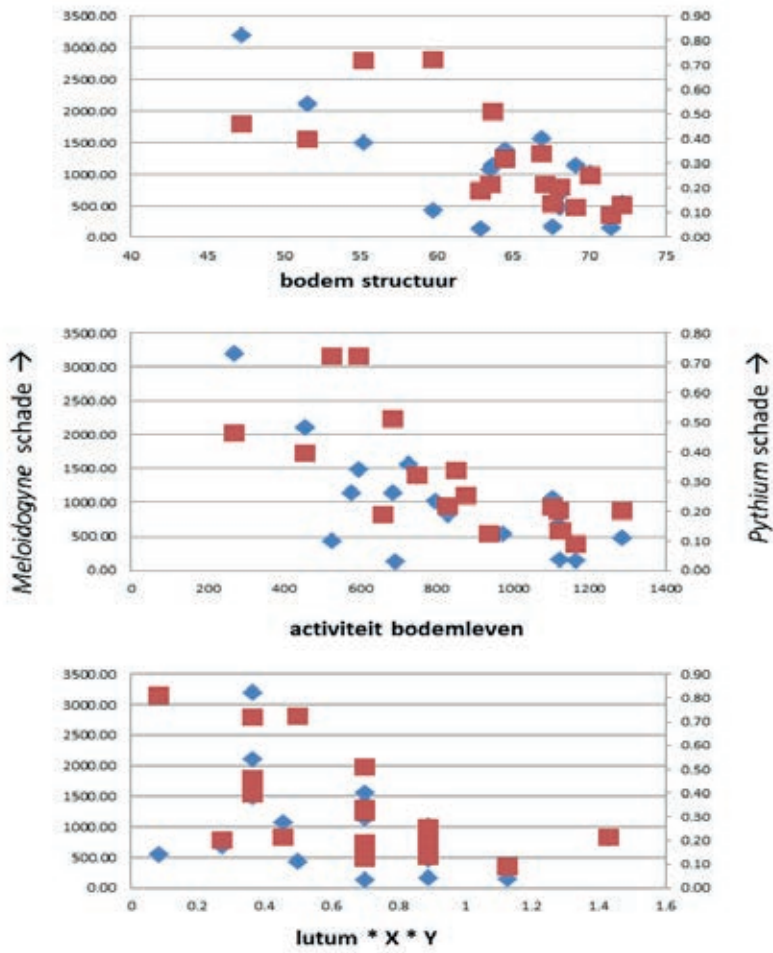
## 2 Bodemweerbaarheid

Door de analyse van meer dan zestig bodemfactoren (biologisch als fysisch-chemisch) in 2010 werd duidelijk dat de totale bacteriële biomassa en hun activiteit (gemeten als zuurstofopname van de grond) enorm belangrijk is voor *Pythium* onderdrukking (Van der Wurff *et al.* 2011). Het feit dat totale bacteriële biomassa en niet specifieke bacteriën belangrijk zijn voor onderdrukking geeft aan dat competitie om nutriënten een belangrijke factor van onderdrukking is in gronden van glastuinbouw.

Daarnaast zijn elementen zoals magnesiumoxide en natrium belangrijk. Magnesiumoxide heeft een lange traditie als het gaat om insecticide maar staat ook bekend om het induceren van het verdedigingssysteem van de plant. Het verhogen van magnesium maar ook calcium, CEC waarde, anorganische stof in arme gronden kan onderdrukking geven van uitval door *Pythium* (Broders 2008). Natrium gehalte geeft informatie over de mate van drainage van de bodem omdat natrium goed oplosbaar is en snel uitspoelt. Drainage is op zijn beurt weer belangrijk voor het gehalte aan “vrij water” (zie Figuur 1.). Een interessant detail is dat ook kaliumbicarbonaat belangrijk kan zijn voor onderdrukking van *Pythium*. De stof staat namelijk bekend in de voedingsmiddelenindustrie als middel tegen schimmels.

Ook laat het onderzoek van WUR zien dat in het algemeen lichtere grond (zand) veel vatbaarder zijn voor *Pythium* uitval dan zwaardere gronden (met klei) voor *Pythium* uitval (zie Fig 1.). De grondtextuur is enorm belangrijk voor het watervasthoudend vermogen van de grond. Vooral het zogenaamde vrije water in combinatie met zuurstofgehalte geeft *Pythium* de mogelijkheid om zich snel te verspreiden. Onderzoek van Wageningen UR laat tevens zien dat ook de eigenschappen van de plug uit de opkweek (vrij-water) belangrijk kunnen zijn voor de vatbaarheid van chrysanten voor *Pythium*.

Samen (bacteriën, elementen, textuur en natrium voor porievolume/ vrij-water/ drainage) zijn er dus een aantal potentiële indicatoren (verkliekers) beschikbaar die gebruikt kunnen worden door kwekers om het risico op *Pythium* -uitval voor hun bedrijf vast te stellen. De internationale literatuur ondersteunt deze bevindingen. Maar deze factoren moeten eerst getoetst worden op kasgronden voor het ontwikkelen van een set van betrouwbare indicatoren.



Figuur 1. De afname van schade van Pythium (blauw) en Meloidogyne (rood) bij toename in bodemstructuur, activiteit bodemleven en identiteit van het lutum.

### 3 Selectie van middelen

In overleg met telers van chrysant, LTO en DLV werd een lijst (Tabel 2.) samengesteld van middelen die getoetst kunnen tegen Pythium.

De middelen kunnen ingedeeld worden naar *Trichoderma* soorten, kalium, *Bacillus* soorten, *Streptomyces*, Concepten/stapels; Calcium; *Gliocaldium*; *Pseudomonas*, *Pythium*, mix-preparaten, chemische middelen, compostthee en porie volume verhogende maatregelen.

Tabel 2. Overzicht van biostimulanten en middelen die een rol kunnen spelen in het voorkomen van schade door Pythium in chrysant.

<b>Selectie op basis van:</b> Resultaten potproef dit PT project. Praktijkervaringen chrysant (telers, WUR/ DLV) Ervaringen van ons in diverse projecten.				
	<b>Merk</b>	<b>Inhoud</b>	<b>Werking</b>	<b>Leverancier</b>
<b>Trichoderma</b>				
	TrichoPlus	<i>Trichoderma fertile</i>	Fysieke bescherming.	Becker & Underwood
	Trianium	<i>Trichoderma harzianum</i> stam T-22	Fysieke bescherming, tegengaan verlies aan biomassa plant (zwaardere takken).	Koppert BV
	2 Trichoderma stammen			
	2 Trichoderma stammen			
<b>Kalium</b>				
	Kaliumfosfaat	Er werd 0.2 g in vorige potproef gebruikt		
	Kaliumfosfiet (KP2)	Doorgeven concentraties aan BCO mbt bemesting Bij eerste gietbeurt 4 cc. Zorg voor genoeg fosfaat in grond.	Mogelijk negatief effect op <i>Botrytis</i> of insecten bovengronds.	
	MAP/mono ammoniumfosfaat:	verzuurd wortelmilieu; calciumfosfiet was interessant geweest, maar praktisch niet makkelijk uitvoerbaar.		
<b>Bacillus</b>				
	AC 6502			Bayer

	<i>Bacillus subtilis</i>			
<b>Streptomyces</b>				
	Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i> strain K61	Veldbehandeling.	Verdera/ Ecostyle
<b>Stapeling</b>				
	NatuGro			Koppert BV
	GrondGezond			GrondGezond
<b>Calcium</b>				
	Calciumchloride (25%), Calciumnitraat (50%), Calciumsulfaat (25%).	Calciumfosfaat binding ontstaat; fosfaat wordt wegvangen		
	CaCO <sub>3</sub>	10% van drooggewicht		
	Combi kaliumfosfaat en calciumfosfaat			
<b>Gliocladium</b>				
	SoilGard	<i>Gliocladium virens</i> strain GL-21		Certis USA
	Prestop	<i>Gliocladium catenulatum</i> Strain J1446	M.n. in opkweek. Beste resultaat in vergelijking met <i>Trichoderma</i> soorten bij komkommer op steenwol. Ook in praktijk chrysant wordt dit gebruikt.	Verdera/ Ecostyle
	Biomentor 2	<i>Gliocladium</i> sp.		Orgentis
	Mix	<i>Gliocladium catenulatum</i> strain J1446	(nieuwe formulering)	Verdera/ Ecostyle
<b>Pseudomonas</b>				
	<i>Pseudomonas</i>		Effectieve stammen. Veel onderzoek naar gedaan.	
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> W81			
<b>Pythium</b>				
	Pythium oligandrum			
<b>Mix preparaten</b>				



	EM	M.n. Melkzuurbacterien en gisten. Bokashi veldbehandeling als drager. Dit moet 1 week voor planten ingemengd worden.		Agriton
	Compete Plus	6 stammen <i>Bacillus</i> spp., schimmels ( <i>Trichoderma</i> ) en actinomyceten		PHC
	Biopak	Amino-zuren, microlevens, vitaminen, suikers		Deruned
<b>Chemisch</b>				
	AAterra	1 cc toepassing etridiazool		Bayer
	Aliette	fosetyl-aluminium	Werking van fosfaten en fosfieten door ontstaan fosforzuur. Dit wordt opgenomen door de plant ter versterking.	Bayer
	Previcur energy	Fosetyl en propamocarb		Bayer
	Ridomil Gold + kalifosfiet	metalaxyl-m	Werkt tegen alle oomyceten zoals <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , Valse Meeldauw.	Syngenta
	fenomenal			
	Ortiva + Ridomil			
<b>Compost(thee)</b>				
	Compostthee + salicylzuur Savitan/ Deruned)		(Vroege-) productie verhoging bij komkommer op substraat. Nog geen duidelijk beeld over weerbaarder gewas.	
<b>Porievolume verhogen</b>				
	Compost		Geeft zwaardere takken maar grondstomen geeft groter effect.	
	Compost + 3 trichoderma stammen van Koppert.	Agropower met trianum ingemixed. 2 extra stammen van Koppert erbij.		
	Houtiger compost			

### 3.1 Trichoderma

*Trichoderma* is een van de meest bestudeerde biocontrol schimmels. Soorten kunnen zeer verschillend zijn in hun werkingsmechanisme. Deze organismen kunnen effectief zijn tegen een brede groep van plantpathogenen. Met name *T. viride* and *T. harzianum* worden succesvol ingezet. Ze produceren (gasvormige) antibiotica, toxische stoffen, concurreren met pathogenen om voedsel, beschermen de wortel, versterken de plant, verhogen groei. Bodemomgeving is belangrijk zoals organische stof (composten), diverse vormen van koolstofbron, chitine en vetten), maar komen overal voor (zgn. opportunisten).

### 3.2 Kalium

Kalium is een belangrijke meststof en versterkt de plant. Zowel fosfaat als fosfiet worden omgezet in fosforzuur. Fosfiet wordt opgenomen door de plant ter versterking. Fosfiet resulteert in plant afweer reactie, door o.a. verhoging salicylzuur route, en vertraagd groei en vorming van sporen van pathogeen.

### 3.3 Bacillus

Sommige soorten van dit geslacht kunnen de tolerantie van planten voor stress (zoals zouten en droogte) voorkomen. Ook is er een direct effect op *Pythium*. Er is veel verschil tussen soorten en stammen in hun effectiviteit om verschillende *Pythium ultimum* stammen te onderdrukken.

### 3.4 Streptomyces

Deze soorten kunnen een breed scala aan antibiotica en toxicanten produceren tegen plant pathogenen in de bodem.

### 3.5 Calcium

Calcium speelt een belangrijke rol in de versteviging van de celwandstructuur en dus de fysieke verdediging tegen pathogenen (versterkt lipide dubbel laag van de celwand). Daarnaast is calcium belangrijk in de afweerreactie van de plant: dit heet een HSR (hypergevoelige reactie) waarbij calcium actief in de geïnfecteerde cel wordt gepompt waardoor de cel inhoud verzuurd. Hierdoor wordt het dodelijk voor de indringer. De K : Ca : N verhouding is belangrijk voor weerbaarheid en dus in het bemesting regime.

### 3.6 Gliocladium

Parasiet van plant pathogene schimmels zoals *Pythium ultimum* en *Rhizoctonia solani*. Deze soort kan zeer effectief zijn in potten en pluggen indien het preventief wordt aangebracht in de opweek fase.

### 3.7 Pseudomonas

Deze soorten komen veel voor in bodems en substraten in de tuinbouw. Produceren antibiotica en toxicanten voor plant pathogenen, concurreren om voedsel en ruimte en maken planten weerbaar. Hun werking is goed vooral als aangebracht in potten of pluggen of na steriliseren van groeisubstraten zoals bodem. Er is sprake van een mooie verdeling over wortels indien het in zaadcoating wordt aangebracht.

## 3.8 Pythium

Een soort die niet plant pathogeen is wordt ingezet omdat deze overlappende eisen stelt aan voeding en omgeving als de pathogene soort *P. ultimum*. Door concurrentie om plek en voedsel of door parasitisme wordt de plant pathogene *P. ultimum* beheerst.

## 3.9 Mix preparaten

Op dit moment worden er proeven in de praktijk uitgevoerd met concepten, zoals NatuGro (Koppert), GrondGezond (GrondGezond) en Compete Plus (PHC). Meer informatie hierover kan worden gevonden in Van der Wurff *et al.* 2013.

## 3.10 Chemische middelen

De middelen die bekend staan om hun bestrijding van Pythium zijn etridiazool (AAterra), fosetyl-aluminium (Aliette), fostyl en propamocarb (Previcur), en metalaxyl-m (Ridomil).

## 3.11 Compost(thee)

Compost verbetert de structuur en *Trichoderma* doet het goed in compost. Compost heeft een streefwaarde van OS van 20 - 32%. Tegenwoordig wordt veel zand geleverd waarbij het OS afneemt tot maar 15%. Ook bevat compost veel voedingselementen en microleven. Weerbaarheid hangt af van verschillende inhoudsstoffen van compost. Hier is geen regel of certificaat voor. De compost samenstelling varieert qua samenstelling en rijpheid.



## 4 Potproeven

### 4.1 Proefopzet

Hiervoor werd een standaard bio-toets gebruikt met grond in 800 mL potten met komkommer planten. Een kas van 144 m<sup>2</sup> met veertien eb-vloed tafels werd gebuikt (zie Bijlage I). Er werden veertien verschillende behandelingen ingezet en verdeeld over twee blokken. De zeven tafels aan de linkerzijde of rechterzijde ten opzichte van de kasdeur vormde een blok (zie Bijlage 1). Per behandeling waren er 3 verschillende toepassingen: er waren 2 x 20 potten met behandeling en geïnoculeerd met *Pythium* en 2 x 20 potten met behandeling en niet geïnoculeerd met *Pythium* en 2 x 20 potten zonder behandeling (gewone kasgrond) en wel geïnoculeerd met *Pythium*. De controle was kasgrond en werd niet geïnoculeerd met *Pythium*. De onbehandelde controle lag achter in de kas en bestond uit 40 herhalingen. De behandelingen in de potten werden 1 week afgedekt onder plastic in de kas. Na deze week werden er 50.000 *Pythium* sporen per pot geïnoculeerd. Vier dagen na inoculatie werden er komkommer zaden in de pot geplaatst. Proefduur na aanplant was 6 weken. Via een druppelsysteem werd water gegeven. De watergift was 2-3 keer per week een minuut. Dit was afhankelijk van de instraling. Per minuut werd ca 80 cc water gegeven.

### 4.2 Proefresultaat

De behandelingen met kalifosfaat, calciumcarbonaat (CaCO<sub>3</sub>) en de chemische referentie AAterra (zie Tabel 3.) gaven een onderdrukking van *Pythium ultimum* in de komkommer planten. De behandeling met 5% vermiculiet gaf juist een verhoging van de gewasschade door *Pythium* (zie Tabel 3.).

Tabel 3. Overzicht van middelen die getoetst werden in potproeven en het effect op de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* met grond van een kweker van chrysant.

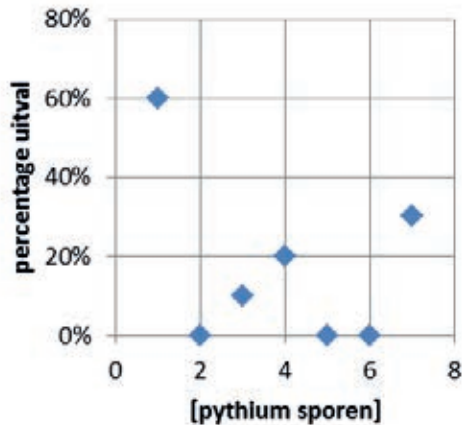
Middel	mechanisme	Resultaat*	Dosering per 800 mL pot
glucose	Stimuleren bacteriële activiteit (competitie)		0.7 g
glycerol 1% van versgewicht.	Stimuleren pseudomonaden		5.0 g
<b>kalifosfaat</b>	Induceren van plant sterkte	+	0.2 g
ureum	Stimuleren actinomyceten		2.87 g
stro	Stimuleren actinomyceten		
gecomposteerde schors 10%	Stimuleren pseudomonaden		80 mL
vermiculiet 5%	Beïnvloeden porie grootte	-	40 mL
MgO-Cl	Directe toxische werking		0.59 g
KHCO <sub>3</sub>	Plantversterking		0.52 g
<b>AA-terra</b>	Chemische referentie	+	0.09 mL
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Niet bekend	+	50 g
gestoomde grond	Referentie		-
Xylose	Stimuleren pseudomonaden en actinomyceten		0.7 g
LUFA grond	Referentie grond		
controle	Controle		

\* +=geeft een afname van de schade; -=geeft een toename van de schade door *Pythium*.

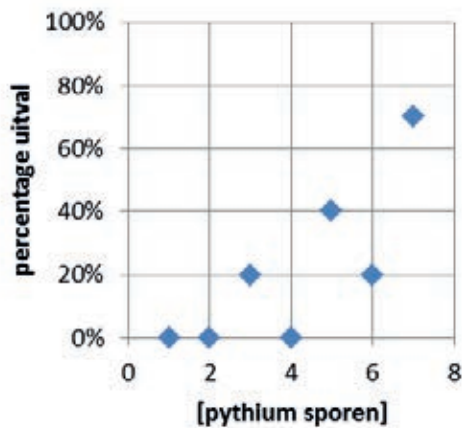


## 5 Chrysant toetsplant

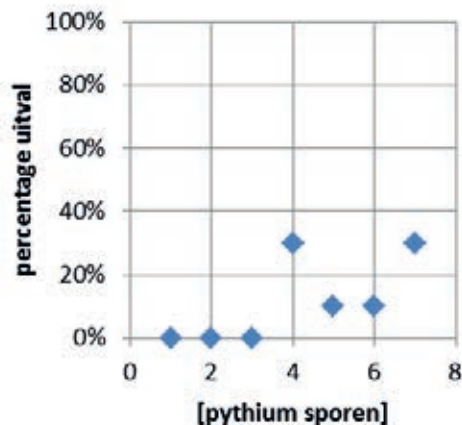
Er zijn drie chrysanten cultivars getoetst (Figuur 2.). Hierbij werd gekeken of een plant een toenemende schade laat zien met een toenemende besmetting in de grond. Er werd gekozen voor Tiger, Grand Pink en Redstart (Fides). Het experiment was uitgevoerd in 800 mL potten met grond. Hierin is een toenemende besmetting van *Pythium* aangebracht met zeven sporen concentraties, resp. 0, 1, 10, 100, 1000, 10.000 en 100.000 sporen per pot. De behandeling was uitgevoerd met tien planten. Onderstaande tabel laat de relatie zien tussen de uitval en de sporendruk. Opvallend is dat de cultivar Grand Pink een positieve correlatie liet zien tussen symptomen en sporendruk. Deze cultivar werd voor de volgende proef gebruikt als toets plant.



a. Chrysant cultivar Tiger (Fides)



b. Chrysant cultivar Grand Pink (Fides)



Figuur 2. Relatie tussen sporendruk van *Pythium* in de grond en uitval van chrysanten. a. Tiger, b. Grand Pink, c. Redstart. Sporen druk was respectievelijk 0 (1), 1 (2), 10 (3), 100 (4), 1000 (5), 10.000 (6) en 100.000 (7) sporen per pot.



## 6 Veldproef

### 6.1 Proefopzet

Er zijn twee kasproeven uitgevoerd. Proef I liep van 4 december 2012 tot en met 28 januari 2013. Op 4 december werden de planten (cv Grand Pink) gestekt bij Fides. Negen dagen later, op 13 december 2012, werden op locatie een aantal behandelingen uitgevoerd (zie Tabel 1.). 20 december werden de behandelingen in de kas uitgevoerd en een dag later werd eerst *Pythium* (50.000 sporen per plant) aan de grond toegevoegd en direct er na werd geplant. Proef I werd op 28 januari beoordeeld. Omdat er veel "rand effecten" te zien waren en het achterblijven van chrysanten in de groei door schaduw, werd besloten om de proef opnieuw uit te voeren met een verbeterde belichting.

De planten voor proef II werden op 24 januari gestekt bij Fides en direct na het stekken werd ter plekke een aantal behandelingen uitgevoerd. Op 11 februari 2013 werden de behandelingen in de kas uitgevoerd en op 12 februari 2013 werd *Pythium* toegevoegd en kort er na geplant. De eindbeoordeling vond plaats op 18 maart 2013.

De twee kassen waren elk 144 m<sup>2</sup>. In totaal werden 18 behandelingen ingezet, waaronder een positieve- (onbehandeld/besmet), en een negatieve controle (onbehandeld/onbesmet) random verdeeld over drie blokken (zie Bijlage 1). De groei was zeer onregelmatig naar de zijkanten en achterkant in de kas door schaduwwerking bij proef I. In proef II werd dit ondervangen door 4 extra lampen op te hangen. Voor de proef is een isolaat *Pythium ultimum* gebruikt dat in 2012 geïsoleerd is uit plantmateriaal van een chrysantenteler. Circa 2 weken na planten gaan de planten van lange dag naar korte dag. Dit betekent dat zij tenminste 12,5 uur in het donker staan. Vanaf 6 uur 's avonds tot ca. 6.30 in de ochtend is de assimilatiebelichting uit en het schermdoek dicht.

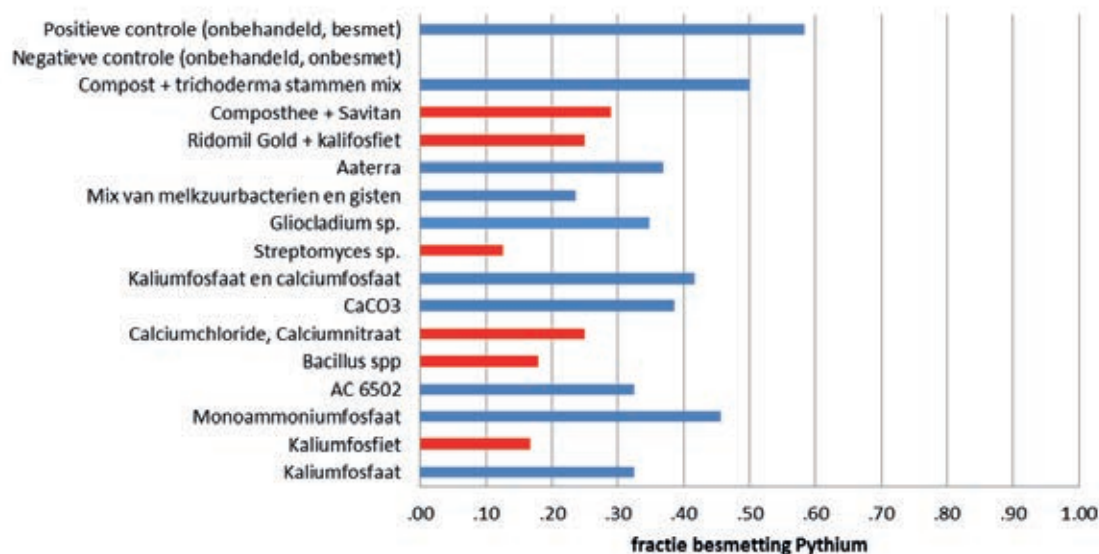
Biostimulanten en/of middelen worden aangebracht in opkweek fase, voor plant en tijdens planten. Het heeft de voorkeur om de grond niet te stomen, omdat in de praktijk het probleem optreedt zes weken na planten indien niet gestoomd is. De grond in de kas was drie maanden geleden gestoomd. *P. ultimum* werd volvelds uitgezet voorafgaande aan planten samen met een behandeling. De stekken werden enkele dagen bewaard in de koelcel tot de aanplant. Dit is soms conform de praktijk en verhoogd de stress van de plant en er is daardoor een grotere kans op uitval.

Bruto velden bevatte 56 planten en netto velden bevatte elk 28 planten. Er was 200 L/m<sup>2</sup> water gebruikt om de grond door te spoelen verspreid over 5 dagen (12 dagen voor inoculatie van *Pythium* en aanplanten) om te voorkomen dat er bijeffecten optreden van een vorige bemestingsproef. Hierdoor was de grond natter bij aanvang dan in proef 1. Watergift was om de vier dagen 5 L/m<sup>2</sup> (langere dagen). De behandeling in de opkweek was drie weken voor aanplant.

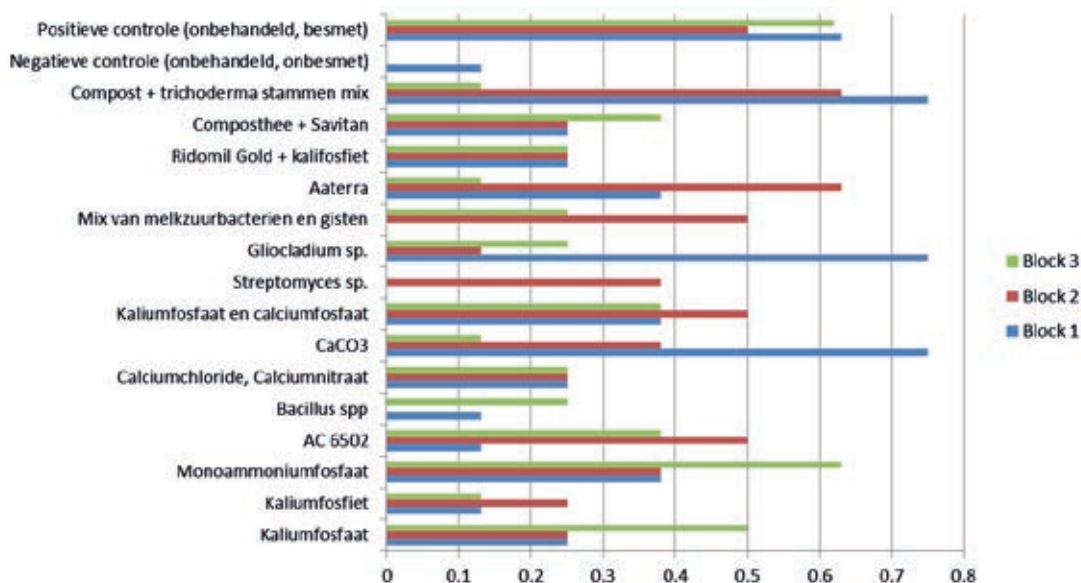
Tabel 4. Overzicht van middelen en behandelingen in de twee kasproeven.

Behandeling	Opkweek/teelt	Concentraties /m2
Kaliumfosfaat	teelt	5,6 gram
Kaliumfosfiet	teelt	4 ml
Monoammoniumfosfaat (MAP)	teelt	4 gram
AC 6502	opkweek	1 ml
<i>Bacillus</i> spp	opkweek	0,25 gram
Calciumchloride, Calciumnitraat	teelt	CaCl <sub>2</sub> 5,8 gram; Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 9,4 gram;
CaCO <sub>3</sub>	teelt	7,8 gram
Kaliumfosfaat en calciumfosfaat	Teelt	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 20 gram; 17,9 gram Ca <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
<i>Streptomyces griseovirides</i>	opkweek	0.02 gram
Prestop	opkweek	10 gram
Mix van melkzuurbacterien en gisten	Opkweek; en 1 week voor teelt	0.01L EM 500 gram Bokashi
AAterra	teelt	1ml
Ridomil Gold + kalifosfiet	teelt	0,05 ml Ridomil + 4 ml kalifosfiet
Compostthee + Savitan	Opkweek en teelt	20 ml compostthee+ 0,1 ml Savitan
Compost + <i>Trichoderma</i> stammen mix	Opkweek en teelt	1,5 g compost door grond gewerkt; opkweek: 1,5 gram mix; teelt 0,5 gram mix
Negatieve controle (onbehandeld, onbesmet)		
Positieve controle (onbehandeld, besmet)		

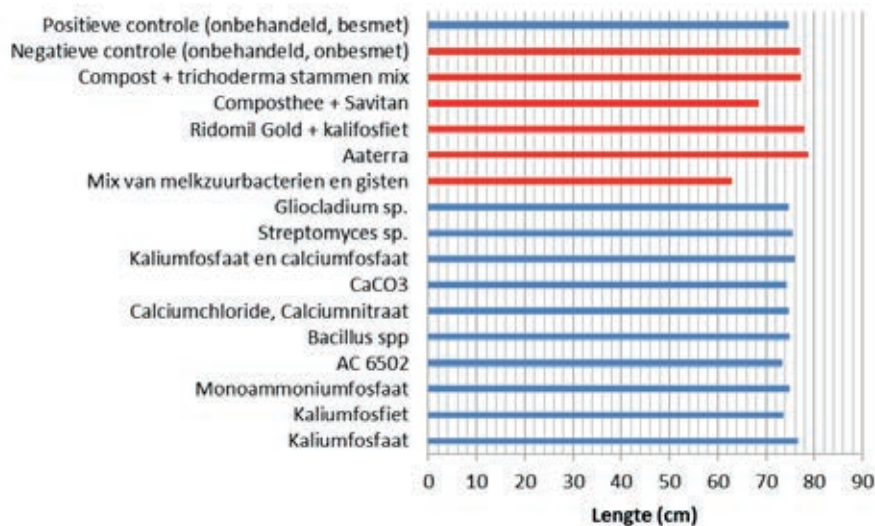
## 6.2 Proefresultaten



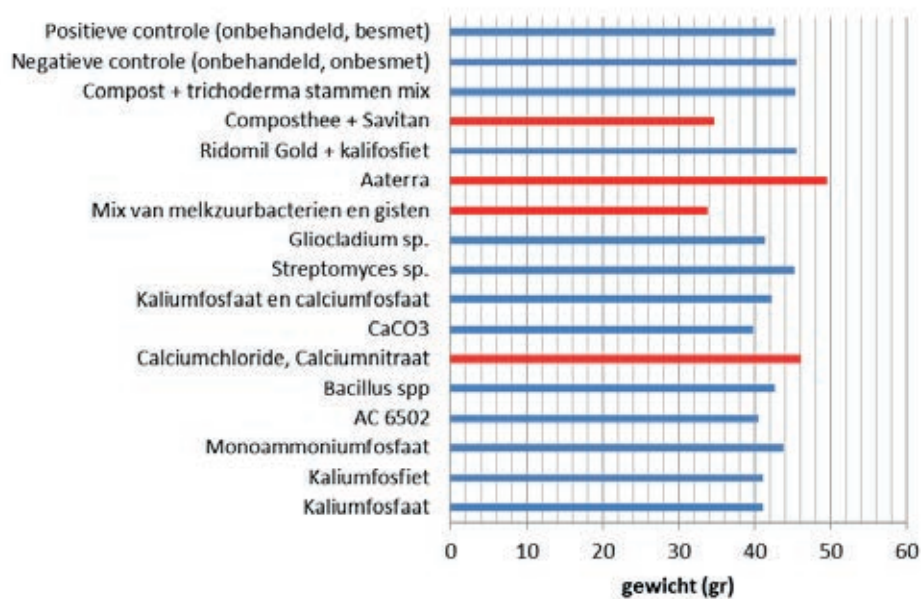
Figuur 3. Overzicht van de fractie planten met een Pythium besmetting (uitplaat methode) per behandeling. Per behandeling zijn 24 planten uitgeplaat (8 per veld). Met rood is aangegeven de behandelingen die significant verschillen van de positieve controle (onbehandeld/besmet) gecorrigeerd voor block effecten. De onbehandelde/besmette controle liet een besmetting zien van 58%.



Figuur 4. Overzicht van de fractie planten met een Pythium besmetting (uitplaat methode) per behandeling in elk van de drie blokken. De resultaten voor de behandeling Bacillus spp. in blok 2 missen.



Figuur 5. Overzicht van de gemiddelde lengte (cm) over drie velden per behandeling. In rood aangegeven gemiddelden verschillen significant van de positieve controle (onbehandeld/besmet). De behandelingen mix van melkzuurbacteriën en gist, en compostthee + savitan geven minder lange takken (na zes weken teelt). De behandelingen AAterra, Ridomil Gold + kalifosfiet, compostthee + savitan, compost + Trichoderma stammen mix en de negatieve controle geven langere takken dan de positieve controle (na zes weken teelt).



Figuur 6. Overzicht van het gemiddelde gewicht (g) over drie velden per behandeling. Met rood aangegeven gemiddelden verschillen significant van de positieve controle (onbehandeld/besmet). De behandelingen met calcium, mix van melkzuurbacterien en gisten, AAterra en compostthee + savitan verschillen significant van de positieve controle. Alleen de calcium behandeling en AAterra geven significant zwaardere takken ten opzichte van de positieve controle (onbehandeld/besmet).



## 6.3 Conclusie & Discussie

1. De proefduur was drie weken opkweek en zes weken teelt.
2. Proef I werd sterk beïnvloed door schaduwwerking van kasranden en afwezigheid verlichting aan kopzijde van de kas. Hierdoor is de lengte en gewicht van de takken in proef I wel gemeten maar niet verder geanalyseerd. Daarnaast werden de behandelingen in opkweek niet meteen aangebracht bij uitzetten van de stekken. Proef I is hier niet weergegeven.
3. Zowel in proef I als II is de *Pythium* besmetting goed aangebracht met een fractie besmette planten van 48 - 58%; waarbij de onbehandelde controle velden alleen in proef II een lichte besmetting liet zien in blok 1. In proef I was de *Pythium* besmetting iets lichter.
4. In beide proeven presteren de behandelingen kaliumfosfiet, de calcium-mix, Streptomyces, Ridomil Gold (Syngenta) + kalifosfiet goed. Deze kunnen we verder uitproberen in veldproeven in de praktijk. Het resultaat met *Bacillus* is onduidelijk, omdat er geen gegevens zijn uit een van de drie velden.
5. Van deze middelen geeft Ridomil Gold + Kalifosfiet ook zwaardere takken dan in de onbehandelde/besmette velden (zie Bijlage).
6. De proefopzet is vooral geschikt voor testen van middelen die een directe werking hebben op *Pythium* (chemische gewasbeschermingsmiddelen) of die wortels koloniseren in opkweek (*Trichoderma* of *Gliocladium* soorten) of de plant versterken en daardoor een preventieve werking hebben. De behandelingen die een opbouw in de grond behoeven komen dus in deze proef niet tot hun recht.



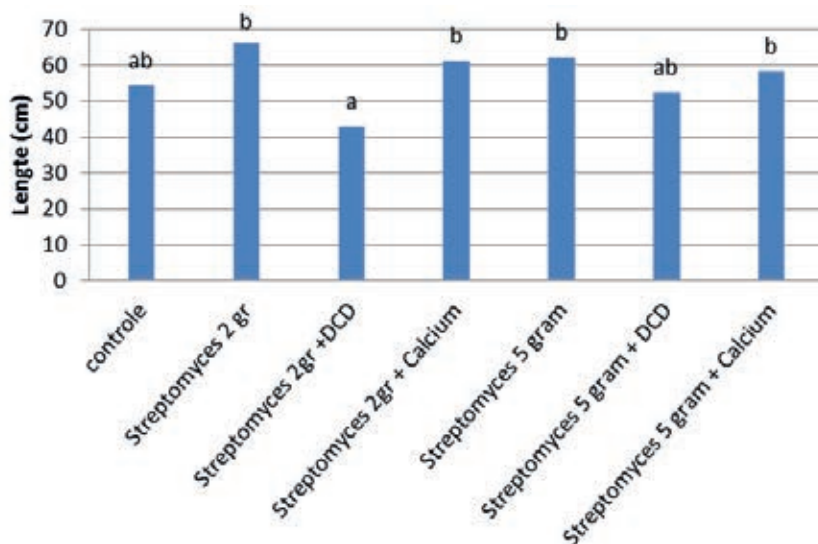
## 7 Optimalisatie van Streptomyces

Voor de teelt van chrysant is het gewicht van de takken belangrijk omdat de teler vergoed wordt op basis van gewicht. Daarom moet een potentiële vervanger van het middel Aaterra naast de criteria ten aanzien van effectiviteit en duurzaamheid ook bij voorkeur voldoen aan een verhoogd takgewicht.

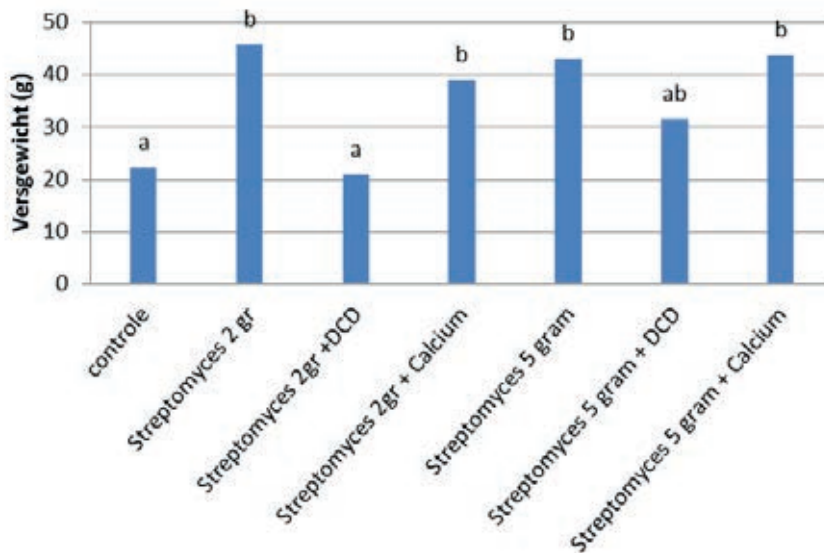
### 7.1 Proefopzet

In een kas van 20 m<sup>2</sup> werden op 9 juli 50 onbewortelde chrysantenstekken (cv Grand Pink) gestekt in perskluittjes. De stekjes en de perskluittjes werden geleverd door Fides. Direct na het stekken werd de Streptomyces toegevoegd aan 30 stekjes in twee verschillende concentraties resp. 2 gr/ha en 5 gr/ha (15 stekken per herhaling). Er werd een oplossing gemaakt van de Streptomyces en bij elke plant werd 5 ml vloeistof gepipetteerd. De stekken werden per behandeling bij elkaar gezet in een plastic witte bak met inhoud 7 liter. In elke bak werd 500 ml voedingsoplossing voor jonge planten gedaan en de bakken werden afgedekt met doorzichtig plastic folie. Toen de stekken waren beworteld werden de plugjes gezet op 800 ml potten gevuld met zand. Het zand is afkomstig uit Bleiswijk. Per behandeling werden 5 planten aangehouden. De 5 planten werden bij elkaar in een plastic witte bak met inhoud 7 liter gezet. Aan de pot werd dicyandiamide (DCD) resp. calciumchloride/calciumnitraat toegevoegd. De concentratie DCD bedroeg 15 ppm en calcium bestond uit een mix van CaCl<sub>2</sub> (5,8 gram/ m<sup>2</sup>) en Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (9,4 gram/ m<sup>2</sup>). De DCD en de calciummix werden opgelost in water en er werd per plant 5 ml oplossing gepipetteerd. Om het droge zand goed vochtig te krijgen werd er per pot 500 ml voedingwater toegevoegd. Hierdoor ontstond er verzadiging en bleef er een laagje water in de witte bak staan. Elke werkdag werd er gecontroleerd of er voedingwater gegeven moest worden. Er bleef altijd een laagje van 0.5 cm voedingwater in de bak staan. Toen de planten eenmaal geworteld waren in het zand in de pot werd overgegaan op chrysantenvoeding. Op 29 augustus werden de planten gemeten en gewogen.

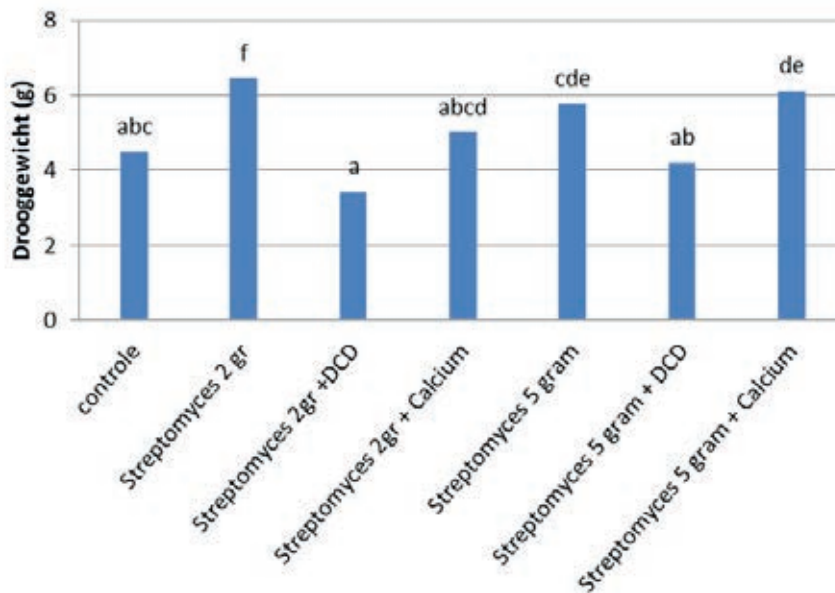
### 7.2 Resultaten



Figuur 7. Lengte van chrysant Grand Pink na behandeling met Streptomyces, dicyandiamide (DCD) en calcium. De letters, indien verschillend, geven significante verschillen aan tussen de behandelingen.



Figuur 8. Vers gewicht van chrysant Grand Pink na behandeling met Streptomyces, dicyandiamide (DCD) en calcium. De letters, indien verschillend, geven significante verschillen aan tussen de behandelingen.



Figuur 9. Droog gewicht van chrysant Grand Pink na behandeling met Streptomyces, de nitrificatie remmer dicyandiamide (DCD) en calcium. De letters, indien verschillend, geven significante verschillen aan tussen de behandelingen.

## 7.3 Conclusie

1. 2 gram per hectare Streptomyces geeft gemiddeld 23 gram zwaardere takken vergeleken met de onbehandelde controle.
2. Een hogere dosering van 5 gram Streptomyces geeft geen significant verschil met een dosering van 2 gram Streptomyces.
3. Een additie van dicyandiamide (DCD) aan Streptomyces remt de werking van Streptomyces.
4. Een additie van calcium heeft geen invloed op Streptomyces en op het hogere takgewicht.
5. Streptomyces en calcium kunnen gelijktijdig gebruikt worden.

## 8 Indicatoren

### 8.1 Proefopzet

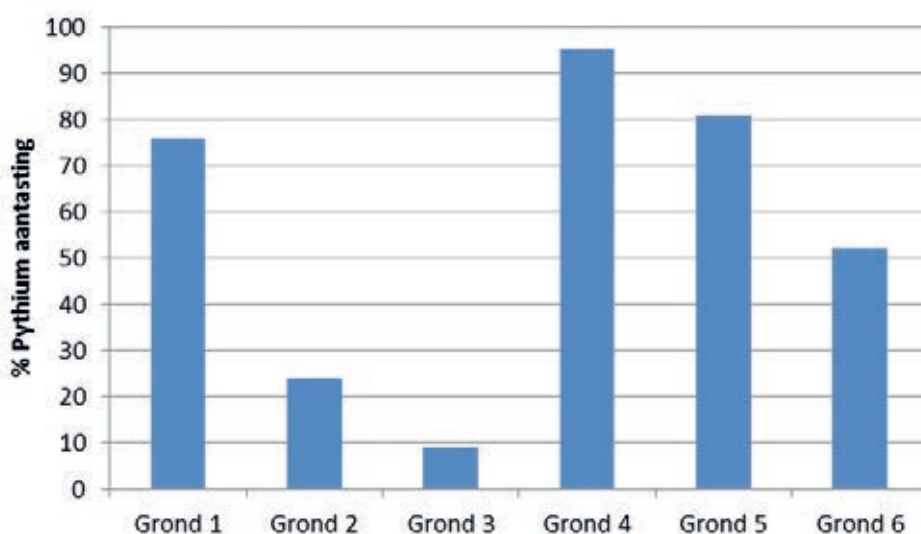
Doormeten van de grond van 6 praktijkbedrijven op *Pythium* gevoeligheid aan de hand van een mengmonster. Er wordt een voorspelling van de gevoeligheid van de grond voor *Pythium* schade aan chrysant gegeven. Drie bedrijven hebben problemen met *Pythium* en drie hebben geen problemen met *Pythium* in Bommelerwaard. De selectie van de 6 bedrijven wordt gecoördineerd door LTO en DLV. Anoniem wordt een grondmonster (mengmonster van 32 L voor potproeven en 5 L voor metingen uit de bovenste 25 cm representatief uit 1 kap/niet aan de randen) door DLV aangeleverd voor WUR Glastuinbouw voor analyse. In een potproef met *Pythium ultimum* en cv. Grand Pink wordt de weerbaarheid van de grond experimenteel vastgesteld (42 potten per grond: helft + met *Pythium*; helft -zonder *Pythium* ter controle). In een kas van 20 m<sup>2</sup> werden random 42 potten (inhoud 800 ml) per bedrijf geplaatst in witte bakjes met inhoud 1 liter. Bij dit experiment werd gebruik gemaakt van beworteld stek in perskluitjes. Op 17 oktober werden de plantjes (cv Grand Pink) geplant op de grond van de diverse praktijkbedrijven. De kas was opgedeeld in 3 blokken en in elk blok kwamen per grondsoort 7 potten te staan met *Pythium* en 7 potten waar geen *Pythium* werd toegevoegd. Vier dagen voor het planten van de stekken werd bij de helft van het totale aantal planten potten *Pythium* geïnoculeerd. Per pot werden 50.000 sporen toegevoegd. Gedurende de teelt kregen de planten chrysantenvoeding naar behoefte. Gedurende werkdagen werd er dagelijks gecontroleerd of er nog een laagje voedingswater in de bakjes stond.

Een eerste tussentijdse meting werd gedaan op 8 november. Hierbij werden alleen de lengte van de plant gemetensymptomen van *Pythium* aantasting beoordeeld. Op 27 november werd bovenstaande herhaald. Op 12 december werd er een eindbeoordeling uitgevoerd.

### 8.2 Proefresultaat

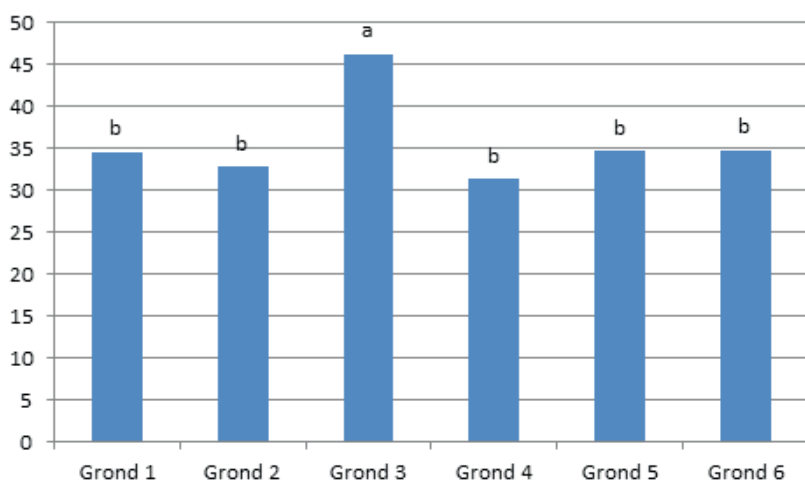
#### 8.2.1 Verschil tussen gronden

Volgens de telers waren de gronden 1 en 4 gevoelig voor *Pythium* schade aan de plant. Grond 3 werd ervaren als ongevoelig voor *Pythium* schade. De gronden 2, 5 en 6 zitten er tussen in (meningen verschillen) - deze gronden zijn zeker op sommige momenten gevoelig, maar zijn zeker niet de gevoeligste, maar ook niet de ongevoeligste. Gronden 1 en 4 komen uit de potproeven naar voren als gevoellig voor *Pythium* schade aan chrysant (Figuur 10.). Dit klopt met de ervaringen van de telers. Ook de ervaring met de telers dat grond 3 zeer ongevoellig is, is in overeenstemming met de potproef analyse. Gronden 2, 5 en 6 variëren in de potproef als gevoellig (5, 6) tot minder gevoellig (2).



Figuur 10. Overzicht van de percentage besmette planten van chrysant cv. Grand Pink met *Pythium ultimum* in potproeven.

Opvallend is dat grond 3 significant langere takken geeft (Figuur 11.) De reden hiervoor is niet bekend.



Figuur 11. Gemiddelde lengte (cm) van chrysant Grand Pink op de zes gronden afkomstig van telers van chrysant. Significante verschillen zijn aangegeven met een letter en is berekend met een ANOVA met een Tukey's paarsgewijze toets.

## 8.2.2 Relatie met bodem parameters

Er werd een verschil in weerbaarheid tegen *Pythium ultimum* aangetroffen binnen de zes gronden. Voorafgaande aan de potproef werden de gronden geanalyseerd op een aantal eigenschappen, zoals micro-, en macro nutriënten en diverse fysische en chemische bodemeigenschappen (zie Tabel 5.). Met behulp van een cluster analyse werd een relatie gezocht tussen de bodem factoren en een hoge-, of een lage weerbaarheid tegen *Pythium*. In Tabel 5. staan de bodemfactoren die verbanden houden met een hoge-, of een lage weerbaarheid aangegeven. De factoren EC, Na, Na-bezetting en silt; lutum en CEC; Ca-voorraad; zand zijn significant verschillend tussen de hoog-, en laag weerbare gronden.

Tabel 5. Overzicht van bodemeigenschappen en significante relatie met hoog- versus laag weerbare grond. De laag weerbare gronden zijn gedefinieerd als 1, 4, en 5 en de hoog weerbare gronden zijn 2, 3 en 6.

	Weerbaarheid Cluster		F*	P
	Laag	Hoog		
EC (mS/cm)	1.10	2.30	16.70	0.02
N - Totaal	1915.00	3950.00	4.13	0.11
C : N verhouding	18.00	14.50	1.19	0.34
N-Levering	67.00	137.50	2.78	0.17
P-PAE	14.70	11.45	0.32	0.60
AdviesPw	100.50	117.75	0.18	0.70
P-AL	90.50	154.25	1.02	0.37
K	183.00	178.00	0.01	0.93
K-voorraad	7.80	10.83	1.24	0.33
K-getal	44.50	37.75	0.49	0.52
S-totaal	535.00	975.00	2.35	0.20
SLV	24.50	37.00	1.09	0.35

S aanvoer	48.50	61.00	1.09	0.35
Mg	268.50	400.50	1.41	0.30
Na	39.50	90.25	135.67	0.00
pH	6.70	6.68	0.01	0.92
KZK	1.75	2.25	0.40	0.56
Organische Stof	6.30	11.38	3.61	0.13
Lutum	5.50	17.25	34.65	0.00
CEC	183.00	337.75	16.16	0.02
CEC-Bezetting	100.00	98.25	0.44	0.54
Bodemleven	48.50	71.25	1.74	0.26
C : S verhouding	64.00	60.50	0.09	0.78
Ca-bezetting	83.00	79.75	1.20	0.33
Mg-bezetting	11.50	14.25	0.85	0.41
K-bezetting	4.15	3.18	2.14	0.22
Na-bezetting	1.45	1.13	45.07	0.00
Ca-beschikbaar	269.50	426.00	2.28	0.21
Ca-voorraad	8407.50	13355.00	32.74	0.00
C-organisch	3.15	5.70	3.70	0.13
Silt	12.00	34.75	10.05	0.03
Zand	74.50	34.50	15.53	0.02
EC (mS/cm)	0.75	0.88	0.55	0.50
pH	6.75	6.70	0.21	0.67
NH <sub>4</sub> (mmol)	0.10	0.10	.	.
K (mmol)	1.20	0.70	3.51	0.13
Na (mmol)	0.85	1.35	6.20	0.07
Ca (mmol)	1.45	2.23	2.69	0.18
Mg (mmol)	0.90	0.93	0.00	0.96
NO <sub>3</sub> (mmol)	3.95	3.10	1.21	0.33
Cl (mmol)	0.70	1.00	0.86	0.41
SO <sub>4</sub> (mmol)	0.60	1.65	4.29	0.11
HCO <sub>3</sub> (mmol)	0.20	0.20	.	.
P (mmol)	0.22	0.10	6.22	0.07
Si (mmol)	0.11	0.14	2.71	0.17
Fe (µmol)	8.50	6.73	0.15	0.72
Mn (µmol)	0.50	0.50	.	.
Zn (µmol)	0.75	0.60	0.08	0.79
B (µmol)	9.00	10.83	0.10	0.77
Cu (µmol)	0.25	0.28	0.02	0.90
Mo (µmol)	0.15	0.18	0.05	0.84
C-beschikbaar	526.52	607.32	0.28	0.50

\*F-test is gebruikt en significant verschil tussen hoog- en laag weerbare gronden is aangeven met een rode kleur indien  $P < 0.05$ .

### 8.2.2.1 EC (electrische geleidbaarheid)

Electrische geleidbaarheid wordt in ons onderzoek vaak gesignaleerd als een waarde die verband houdt met weerbaarheid. Deze ervaring wordt gedeeld door DLV en ook zij zien een rol van het EC in de weerbaarheid van de grond tegen *Pythium*. Zij zien vaak dat teelten die vaker problemen laten zien met *Pythium* uitval een lagere EC hebben. Het EC is hoger in de weerbare gronden, namelijk 2.30. De rol van het EC kan samenhangen met bijvoorbeeld het natrium gehalte en gebruik van champost of compost.

### 8.2.2.2 Natrium en Na-bezetting en silt

Een verhoogd natrium gehalte hangt in deze gronden samen met een verhoogde weerbaarheid tegen *Pythium*. Ook hiervoor geldt dat in eerder onderzoek ook steeds een relatie werd gevonden tussen natrium en weerbaarheid. In een gesprek met de begeleidingscommissie lieten telers destijds al weten dat ze eigenlijk niet geïntresseerd zijn in het verhogen van het natrium gehalte in de grond omdat dit kan leiden tot fytoxiciteit. Vooral sierteelt gewassen zijn gevoelig voor zouten; de vruchtgroenten kunnen waarden tot 8 mmol in de teelt nog aan, maar daarboven ontstaat gewasschade. Een verhoogd natrium gehalte kan samenhangen met het gebruik van compost of champost. Natrium veroorzaakt op die manier niet zelf een hogere weerbaarheid, maar is een bij-effect van het gebruik van champost of compost. Ook kan het natrium gehalte een maat zijn voor de mate van het drainerend vermogen van een grond. *Pythium* verspreid zich zeer efficiënt met behulp van zwemsporen (zoösporen). Als de grond niet goed uitdaineert ontstaat er een waterlaagje waarin de zwemsporen zich goed kunnen verspreiden. Natrium kan, op zich, ook toxisch zijn voor *Pythium*. Hierover is weinig bekend in de wetenschappelijke literatuur. Vaak samenhangend met de concentratie aan natrium, is de concentratie aan chloride (dat is hier niet gemeten). In literatuur is informatie te vinden dat bij voorbeeld *P.aphanidermatum* en *ultimum* minder tolerant zijn voor chloride in de grond. Met hogere chloride concentraties zijn zout tolerante soorten van *Pythium* zoals *P. oligandrum* dominant (Martin en Hancock, 1986). Bovendien kan *Pythium oligandrum* een natuurlijk vijand zijn van plant pathogene *Pythium* soorten.

### 8.2.2.3 Lutum en CEC

Ook het klei gehalte is in gronden een belangrijke factor in het verhogen van de weerbaarheid tegen *Pythium*. Ook het lutum of kleigehalte zijn al eerder gesignaleerd als belangrijk. Zie hiervoor ook Figuur 1. in de introductie.

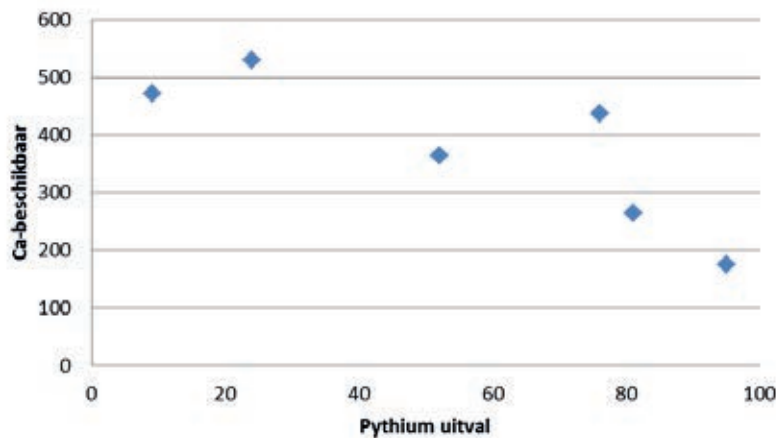
### 8.2.2.4 Beschikbaar calcium

Zoals al eerder vermeld in paragraaf 3.5, speelt calcium een belangrijke rol in de versteviging van de celwandstructuur en dus de fysieke verdediging tegen pathogenen. Het versterkt de lipide dubbel laag. Daarnaast is calcium belangrijk in de afweerreactie van de plant: dit heet een hypergevoelige reactie (HSR) waarbij calcium actief in de geïnfecteerde cel wordt gepompt waardoor de cel inhoud verzuurd. Hierdoor wordt het dodelijk voor de indringer.

De K : Ca : N verhouding is belangrijk voor weerbaarheid en dus in het bemesting regime. Ook calcium werd al eerder aangeduid in ons onderzoek als belangrijke factor in het weerbaar maken van de grond tegen *Pythium* (Van der Wurff *et al.* project Biobest).

Ook is er bekend vanuit de literatuur dat calcium een directe werking kan hebben op schimmels. Luis en Lumsden (1984) lieten zien dat in de grond met CaO behandeling de soorten *P. ultimum* en *P. aphanidermatum* werden geremd. Broders *et al.* (2009) noemen calcium als een van die factoren die *Pythium* gemeenschap in de bodem beïnvloed. Zij zagen een negatieve correlatie tussen uitval door *Pythium* en de calcium concentratie. *Pythium splendens* werd geremd in gronden in Hawaï door calcium en microorganismen (Kao 1985). Ook in dit onderzoek komt er een duidelijke relatie naar voren tussen calcium en bodemweerbaarheid (zie Figuur 12.).





Figuur 12. De relatie tussen het beschikbaar calcium en de uitval dat veroorzaakt wordt door *Pythium*.

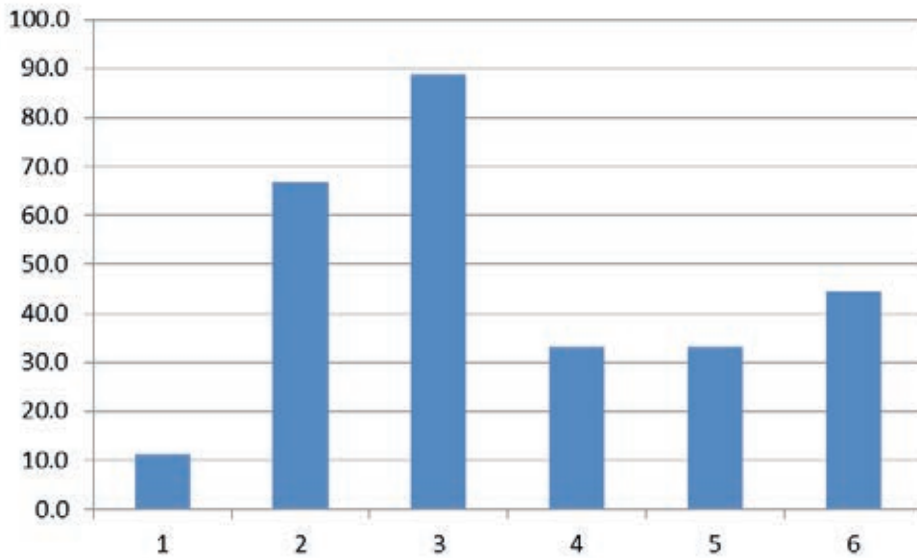
### 8.2.2.5 Zand, porievolume en bodemstructuur

Porie volume heeft effect op drainage, verdeling van vocht, zuurstof doorlaatbaarheid en micro-organismen en daardoor op decompositie van OS. Thomsen *et al.* (1999) bediscussieren dat voor decompositie het water vasthoudend vermogen van de pores (WFPS) belangrijker is dan de textuur en het kleigehalte van de grond *per se*. Het water wordt door microbiologie gebruikt voor decompositie (Thomsen *et al.* 1999) en er werd een positieve correlatie gevonden.

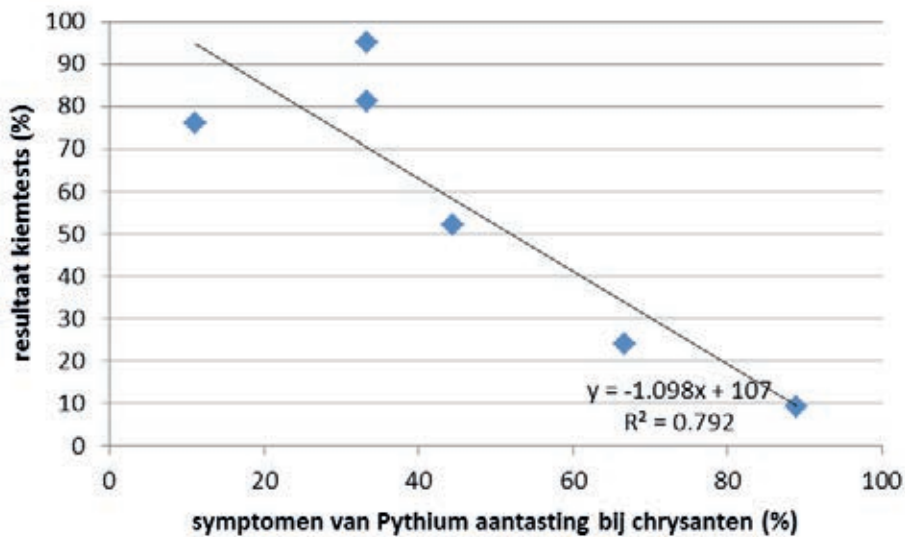
Het percentage volume wordt veel aandacht besteedt in de literatuur. Hoe groter de porie grootte, des te slechter is de verspreiding van schimmels. Hoger dichtheid van schimmels is meestal te vinden in gronden met grotere bulk dichtheid, zoals zand-, en geestgronden. In deze situatie heeft een primaire infectie meer kans van slagen. Secundaire infectie zou zich beter ontwikkelen in meer porous bodem. Er is ook sprake van, voor de schimmel, beschikbare en niet-beschikbare plaatsen in de bodem. Kleine veranderingen in beschikbare porie volume kunnen grote gevolgen hebben op spreiding van schimmels. Hoogste porie volume van de, sinds 2009 door ons geanalyseerde gronden op weerbaarheid, zijn gronden van chrysanten telers met een porie volume van ~72%.

## 8.2.3 Voorspelling met bodemweerbaarheidsmodel

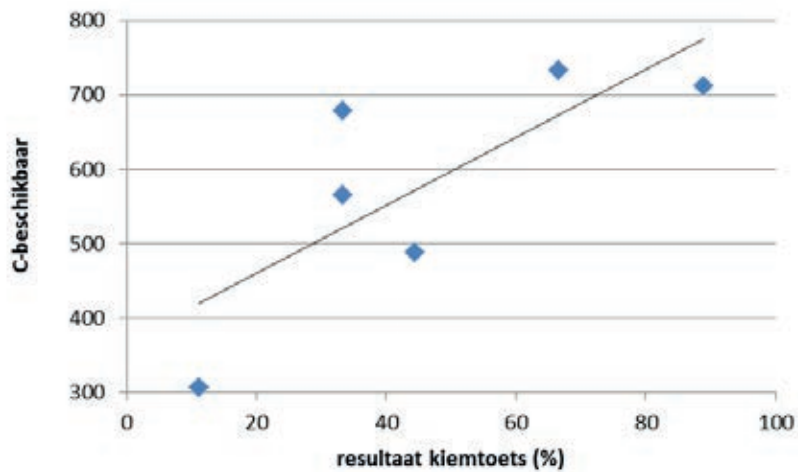
De resultaten verkregen met behulp van de biotoets (Figuur 10.) wordt door de snelle *Pythium* kiemtoets toets bevestigd (Figuur 13.). Dit wordt weer gegeven in Figuur 14. met de uitkomsten van de biotoets op de horizontale as en de uitkomsten van de snelle kiemtoets op de verticale as. In Figuur 15. wordt de correlatie tussen een derde meet methode, namelijk die van beschikbare koolstof, en de uitslag van de kiemtoets weer gegeven.



Figuur 13. Bodemweerbaarheidsvoorspelling met behulp van de Pythium kiemtoets, waarbij de weerbaarheid wordt aangegeven met het percentage gekiemde zaden (0-100%). Hoe meer zaden kiemen des te hoger de weerbaarheid van de grond.



Figuur 14. Relatie tussen resultaat kiemtoets en ontwikkeling van symptomen van Pythium besmetting in chrysant in de standaard bio-assay met 800 mL potten over 6 weken.



Figuur 15. De relatie tussen het beschikbaar koolstof en de korte *Pythium* kiemtoets over 2 weken.

### 8.3 Conclusie

1. De ervaring van de telers, ten aanzien van de gevoeligheid van de grond voor *Pythium* schade aan chrysanten, werd in het algemeen bevestigd door de potproef met *Pythium ultimum* met cv Grand Pink. De hoogst-, en laagst weerbare gronden werden correct geïdentificeerd door de potproef.
2. Grond 3 viel op omdat deze langere takken gaf dan de andere vijf gronden.
3. De hogere weerbaarheid van de gronden hangt samen met een hogere EC (laag: 1.10; hoog: 2.30), een hoger natrium gehalte (laag: 39.50; hoog: 90.25), een hoger lutum gehalte (laag: 5.50; hoog: 17.25), een hogere CEC (laag: 183.00; hoog: 337.75) een lagere natrium bezetting (laag: 1.45; hoog: 1.13), een hogere calcium voorraad (laag: 8407.50; hoog: 13355.00), een hogere silt fractie (laag: 0.03; hoog: 34.75) een lagere zand fractie (laag: 74.50; hoog: 34.50) en een hogere C-beschikbaar (laag: 526.52; hoog: 607.32).
4. De voorspelling met de kiemtoets is zeer goed.
5. Beschikbare koolstof fractie is een snelle, goedkope en goede voorspeller van bodem weerbaarheid tegen *Pythium* in de teelt van chrysanten.



## 9 Conclusie en discussie

### *Lijst van mogelijkheden*

Er werd een lijst samengesteld van biostimulanten en middelen die een relatie hebben met ziekte onderdrukking van *Pythium* in chrysant. De middelen kunnen ingedeeld worden naar *Trichoderma*, kalium, *Bacillus*, *Streptomyces*, concepten en stapeling van bouwstenen; calcium; *Gliocaldium*; *Pseudomonas*, *Pythium*, mix-preparaten, chemische middelen, compostthee en porie volume verhogende maatregelen. Veertien middelen en biostimulanten werden in overleg met de begeleidingscommissie geselecteerd en getoetst in potproeven met een komkomer als toetsplant. In de potproef kwam naar voren dat kaliumfosfaat, calciumcarbonaat en AAtera minder *Pythium* schade lieten zien. Een behandeling met 5% vermiculiet resulteerde in een grotere schade aan de komkommer plant door *Pythium*.

### *De juiste toetsplant*

Om de effectiviteit van middelen op *Pythium*-onderdrukking te kunnen toetsen is een toetsplant nodig die verschil kan laten zien in de mate van *Pythium* besmetting in de bodem. In het al lopend onderzoek werd gebruik gemaakt van een komkommerplant. Omdat hier veel ervaring mee was opgebouwd werd in eerste instantie besloten om deze te gebruiken. Maar voor een veldproef was er een cultivar van chrysant nodig. Er werden drie cultivars getoetst en de cultivar Grand Pink (Fides) liet een duidelijke positieve relatie zien tussen de hoeveelheid sporen in de bodem en uitval. Daarom werd deze cultivar gebruikt in vervolg proeven.

### *Onderzoek in kas: Streptomyces en kalifosfiet*

Er werden acht veelbelovende middelen getoetst in een veldproef op de proeflocatie te Bleiswijk met chrysant cv Grand Pink. In de veldproef gaven *Streptomyces* en kalifosfiet de beste bescherming van de plant tegen *Pythium*. Kaliumfosfaat gaf in de veldproef geen remming van *Pythium* in chrysant. Dit kan verklaard worden doordat in de potproeven gebruikt werd gemaakt van een komkommer en in de veldproef van chrysant. Mogelijk wordt komkommer versterkt door de kaliumfosfaat behandeling, maar dat is niet verder onderzocht. Ook etridiazool (AAtera) gaf geen goede bescherming tegen *Pythium*, maar gaf wel zwaardere takken. *Streptomyces* of kalifosfiet gaven geen zwaardere takken in vergelijking met de controles. Zowel kalifosfiet als *Streptomyces* zijn als gewasbeschermingsmiddel niet toegelaten in de teelt van chrysant onder glas.

### *Streptomyces en zwaardere takken*

Omdat het gewicht van de takken een belangrijke meerwaarde vormt voor het gebruik in de praktijk werd in een potproef onderzocht of het effect van *Streptomyces* op takgewicht verbeterd kon worden. Een dubbele dosering *Streptomyces* gaf een gewichtsverhoging van gemiddeld 23 gram per tak ten opzichte van de onbehandelde controles. Een nog hogere dosering van 5 gram gaf geen verbetering. Een andere additief, namelijk de nitrificatie remmer dicyandiamide (DCD) deed de werking van *Streptomyces* ogenschijnlijk teniet. Mogelijk is DCD toxisch voor *Streptomyces*, maar dat is niet verder onderzocht.

### *Verskil in weerbaarheid tussen gronden*

Van zes gronden afkomstig van verschillende chrysanten telers werd ook de weerbaarheid tegen *Pythium* bepaald. De ervaring van de telers werd in deze potproeven bevestigd. De hoogst en laagst weerbare gronden werden correct geïdentificeerd. Ook een snelle kiemtoets gaf hetzelfde resultaat. Een van de gronden viel op omdat deze veel langere takken gaf dan de andere vijf gronden. De reden hiervoor is niet duidelijk. De hogere weerbaarheid van de gronden vertoonde een relatie met een hogere EC, natrium, lutum, CEC, calcium, silt en een lagere natrium bezetting en zand fractie. Dit komt overeen met de verwachtingen uit eerder onderzoek naar bodemweerbaarheid. Dat EC belangrijk is wordt ook onderschreven door DLV en ook zij zien een rol van het EC in de weerbaarheid van de grond tegen *Pythium*. Zij zien vaak dat teelten die vaker problemen laten zien met *Pythium* een lagere EC hebben. Het EC is hoger in de weerbare gronden, namelijk 2.30. De rol van het EC kan samenhangen met bijvoorbeeld het natrium gehalte en gebruik van champost of compost. Ook voor natrium geldt dat in eerder onderzoek ook steeds een relatie werd gevonden tussen natrium en weerbaarheid. In een gesprek met de begeleidingscommissie lieten telers destijds al weten dat ze niet geïnteresseerd zijn in het verhogen van het natrium gehalte in de grond omdat dit kan leiden tot fytoxiciteit.

Het verhogen van natrium is proeven is dus niet meegenomen in het onderzoek. Vooral sierteelt gewassen zijn gevoelig voor zouten. Een verhoogd natrium gehalte kan samenhangen met het gebruik van compost of champost. Natrium veroorzaakt op die manier niet zelf een hogere weerbaarheid, maar is een bij-effect van het gebruik van champost of compost. Ook kan het natrium gehalte een maat zijn voor de mate van het drainerend vermogen van een grond. Als de grond niet goed uitdraineert ontstaat er een waterlaagje waarin de zwemsporen zich goed kunnen verspreiden. Ook het klei gehalte is in gronden een belangrijke factor in het verhogen van de weerbaarheid tegen *Pythium*. Ook het lutum of kleigehalte zijn al eerder gesignaleerd als belangrijk. Calcium speelt een belangrijke rol in de versteviging van de celwandstructuur. Het versterkt de lipide dubbel laag. Daarnaast is calcium belangrijk in de afweerreactie van de plant: dit heet een hypergevoelige reactie (HSR) waarbij calcium actief in de geïnfecteerde cel wordt gepompt. Ook is er bekend vanuit de literatuur dat calcium een directe werking kan hebben op schimmels.

Porie volume heeft effect op drainage, verdeling van vocht, zuurstof doorlaatbaarheid en micro-organismen. Het percentage volume wordt veel aandacht besteedt in de literatuur. Hoe groter de porie grootte, des te slechter is de verspreiding van schimmels. Hoger dichtheid van schimmels is meestal te vinden in gronden met grotere bulk dichtheid, zoals zand, en geestgronden. Kleine veranderingen in beschikbare porie volume kunnen grote gevolgen hebben op spreiding van schimmels. Hoogste porie volume van de, sinds 2009 door ons geanalyseerde gronden op weerbaarheid, zijn gronden van chrysanten telers met een porie volume van ~72%.

#### *Snelle indicatoren*

De beschikbare koolstof fractie is een snelle, goedkope en goede voorspeller van weerbaarheid tegen *Pythium* in chrysanten gronden. Dit wordt geïllustreerd in hoofdstuk 8. Het achterliggende mechanisme van deze bepaling is niet duidelijk. Het lijkt te wijzen op een belangrijke rol van bacteriën in de ziekte onderdrukking van *Pythium*. Daarnaast kan het wijzen op een belangrijke rol van biofilms. Dit zijn suikerachtige verbindingen (suikers/ koolstof) die uitgescheiden worden door bacteriën. Hiermee creëren bacteriën een specifiek milieu waarin ze optimaal kunnen functioneren. Er is meer onderzoek nodig naar de rol van bacteriën en biofilms om nog een stapje verder te komen in de richting van het maken van weerbare substraten en bodems binnen de glastuinbouw.

## 10 Dank

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij een groot aantal collega's binnen Wageningen UR Glastuinbouw zoals Fred van Leeuwen voor de teeltbegeleiding van de proeven. Daarnaast bedanken wij Manuela van Leeuwen-Uiterdijk (Fides) en de leden van de LTO Gewasbeschermingscommissie chrysant en Rene Corsten (DLV Plant) en de diverse toelveranciers voor het beschikbaar stellen van hun producten en telers voor het beschikbaar stellen van grond.





# 11 Referenties

- Arkesteijn, M.; Wurff, A.W.G. van der (2010)  
Goede bodemweerbaarheid vormt de sleutel tot duurzaam telen. *Onder Glas* 7 (12). - p. 19 - 21.
- Bezemer, J.; Wurff, A.W.G. van der (2010)  
Meer weerstand tegen ziekteverwekkers door sturen op bodemleven. *Onder Glas* 7 (4). - p. 37.
- Broders, K.D. (2008)  
Seed and Seedling Disease of Corn and Soybean in Ohio: The Role of *Fusarium graminearum*, *Pythium* species diversity, fungicide sensitivity, *Pythium* community composition, and soil properties in disease severity, Thesis Ohio State University, pp. 204.
- Wurff, A.W.G. van der; Slooten, M.A. van; Hamelink, R. ; Bohne, S. ; Wensveen, W. van (201) Soil suppressiveness towards *Meloidogyne Verticillium* or *Pythium* in greenhouse horticulture). In: 1 International Conference on Organic Greenhouse Horticulture. - *Acta Horticulturae* 915 .ISHS, 1 International Conference on Organic Greenhouse Horticulture, Bleiswijk, Netherlands, 2010-10-11/ 2010-10-14 - p. 141 - 149.
- Wurff, A.W.G. van der; Blok, C. ; Streminska, M.A. ; Vermeulen, P.C.M. ; Ludeking, D.J.W. ; Grosman, A.H. ; Vermeulen, T. (2011)  
Effectieve gewasbescherming in substraatbedden: Systeemontsmetting en weerbaarheid. Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapporten GTB 1125) - 60 p.
- Wurff, A.W.G. van der, Chris Blok, Jan Janse, Gerben Messelink, Jantineke Hofland-Zijlstra, Steven Driever, Marieke van der Staaij, Joeke Postma, Jos Wubben, Jaap Bij de Vaate, Wessel Holtman, Berry Oppedijk (2013)  
Weerbaar substraat: Opstellen matrix - bouwstenen voor weerbaar telen. Rapport GTB-1119.

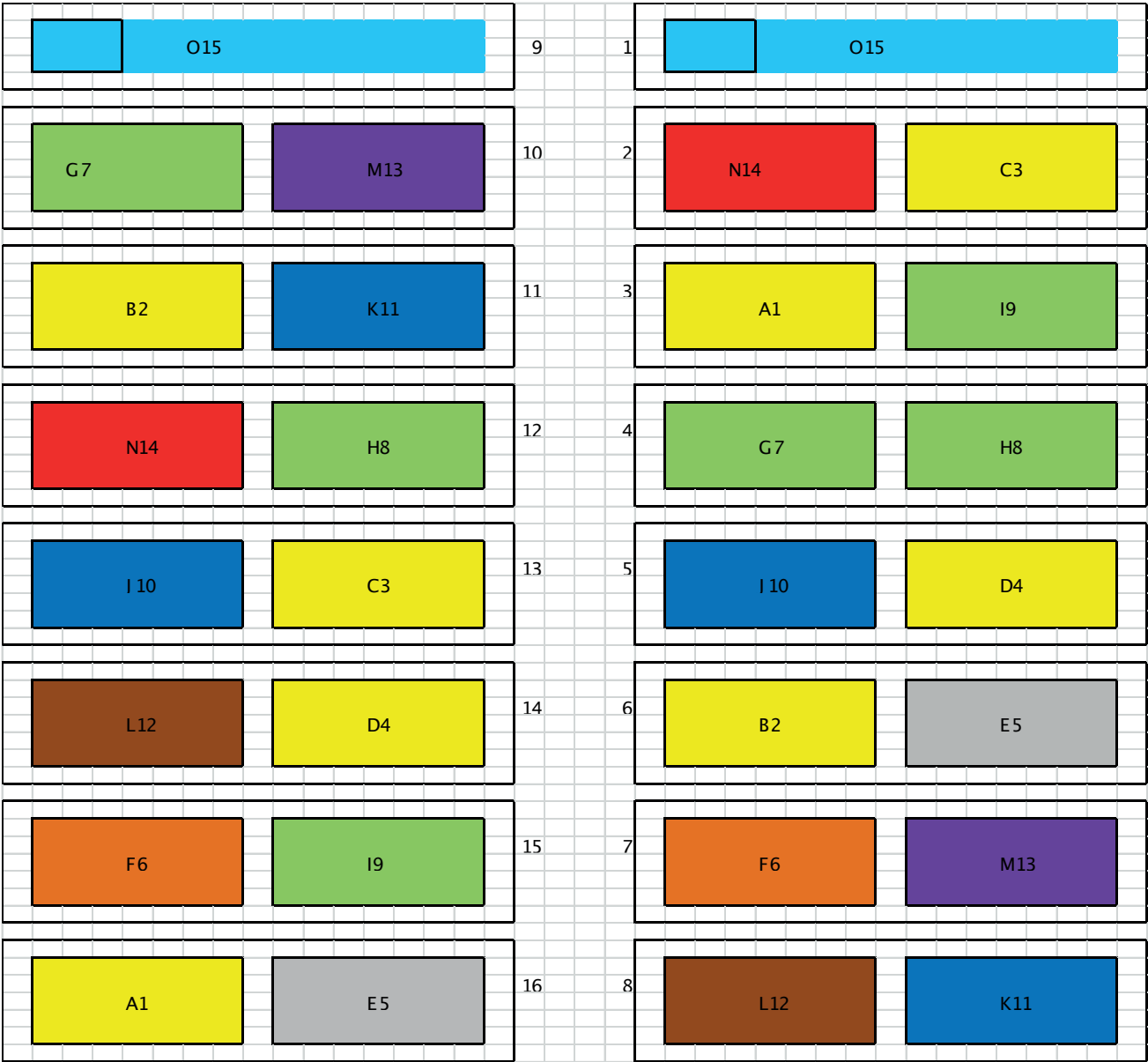


## 12 Publicaties en presentaties

- Arkesteijn, M.; Wurff, A.W.G. van der (2010)  
Goede bodemweerbaarheid vormt de sleutel tot duurzaam telen. *Onder Glas* 7 (12). - p. 19 - 21.
- Arkesteijn, M.; Wurff, A.W.G. van der (2012)  
Stappenplan voor duurzamer telen van chrysant : kaliumfosfaat en calciumcarbonaat werken preventief tegen Pythium *Onder Glas* 9 (6). - p. 40 - 41.
- Arkesteijn, M. ; Wurff, A.W.G. van der (2013)  
Pythium in chrysant moet preventief worden aangepakt. *Onder Glas* 10 (8). - p. 11.
- Bezemer, J.; Wurff, A.W.G. van der (2010)  
Meer weerstand tegen ziekteverwekkers door sturen op bodemleven. *Onder Glas* 7 (4). - p. 37.
- Dwarswaard, A.; Wurff, A.W.G. van der; Os, G.J. van (2012)  
Bodemweerbaarheid complex begrip voor onderzoek en praktijk. *BloembollenVisie* 2012 (256). - p. 16 - 17.
- Ludeking, D.J.W.; Wurff, A.W.G. van der; Wensveen, W. van; Slooten, M.A. van; Bloemhard, C.M.J.; Raaphorst, M.G.M.; Runia, W.T.; Meints, H.; Feil, H. (2011)  
Biologische grondontsmetting met alternatieve grondstoffen ('bodemresetten') als alternatief voor stomen. *Made : Wageningen UR Glastuinbouw, Kijkdag BGO als alternatief voor stomen, 2011-07-05.*
- Sleegers, J. (2013)  
Alternatieven voor AAterra in chrysant *Vakblad voor de Bloemisterij* 21, p30-31.
- Staalduinen, J. van (2014)  
Chrysantenteelt krijgt meer grip op weerbaarheid en lagere ziektedruk. *Onder Glas*. In press.
- Wurff, A.W.G. van der (2011)  
Natuurlijke ziekteonderdrukking in grondteelten : model, weerbaar telen en nieuwe substraten *Gewasbescherming* 42 (4). - p. 164 - 168.
- Wurff, A.W.G. van der (2011)  
Weerbaar bodem of substraat en sterke plant in bodem en andere substraten. *Horst-Meterik : Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie op Gewasgezondheidsdag Zuid-Nederland, 2011-10-03.*
- Wurff, A.W.G. van der; Slooten, M.A. van; Streminska, M.A. (2012)  
Weerbaarheids-verhogende middelen tegen Pythium in chrysant : duurzame alternatieven voor AAterra 's-Gravenzande : LTO Kennisdag Chrysant, 2012-04-05.
- Wurff, A.W.G. van der; Slooten, M.A. van; Streminska, M.A. (2012)  
The formable soil: disease suppressive substrates in horticulture. In: *Abstracts of the 64th International Symposium on Crop Protection, Ghent, Belgium, 22 May, 2012. - Ghent, Belgium : ISCP, - p. 23 - 23. 64th International Symposium on Crop Protection, Ghent, Belgium, 2012-05-22/ 2012-05-22.*
- Wurff, A.W.G. van der (2013)  
Weerbaarheid in innovatieve kasteelten. *Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw, Voorjaarsbijeenkomst Weerbaarheid en innovatie van de KNPV, 2013-05-23.*
- Wurff, A.W.G. van der (2013)  
Milieuvriendelijke alternatieven voor Pythium-bestrijding. *Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw,, 2013-05-29.*  
<http://www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/wageningen-ur-glastuinbouw/show/Milieuvriendelijke-alternatieven-voor-Pythiumbestrijding.htm>
- Wurff, A.W.G. van der; Slooten, M.A. van; Streminska, M.A. (2014)  
Weerbaarheids-verhogende middelen tegen Pythium in chrysant : duurzame alternatieven voor AAterra Zaltbommel : LTO Kennisdag Chrysant, 2014-01-28.



# Bijlage I Proefopzet potproef





## Bijlage II Proefoverzicht kasproef.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	4	11	5	16	1	17	9	6	13
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	1	18	13	10	6	14	15	16	8
deur	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	6	3	16	7	5	13	4	1	11
	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	12	5	9	4	3	11	17	7	2
	46								
	9	8	17	12	2	10	18	14	15
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	7	2	15	14	18	8	3	10	12

Behandelingen:

1. Kaliumfosfaat
2. Kaliumfosfiet
3. Monoammoniumfosfaat
4. Bacillus subtilis
5. Bacillus spp
6. Natugro
7. Calciumchloride, Calciumnitraat, Calciumsulfaat
8. CaCO<sub>3</sub>
9. Kaliumfosfaat en calciumfosfaat
10. Mycostop
11. Prestop
12. EM
13. Aaterra
14. Ridomil Gold + kalifosfiet
15. Composthee + Savitan
16. Compost + trichoderma stammen mix
17. Negatieve controle (onbehandeld, onbesmet)
18. Positieve controle (onbehandeld, besmet)





## Bijlage III Overzicht van kosten per hectare

### Kosten per ha per behandeling middelen tegen pythium toegepast zoals bij experiment in kas 5.0.3.

1. Kaliumfosfaat € 39,30/25kg 5,6 g/m<sup>2</sup> gebruikt. € 88,- per ha.
2. Kaliumfosfiet 4ml/m<sup>2</sup> € 56,20/10 liter 4ml/m<sup>2</sup> gebruikt. € 225,- per ha.
3. Monoammoniumfosfaat € 36,17/25kg 4 g/m<sup>2</sup> gebruikt. € 58,- per ha.
4. Bacillus subtilis (Bayer) 1ml/m<sup>2</sup> prijs (nog) niet bekend bij Bayer.
5. Bacillus spp (Certis) 0.25g/m<sup>2</sup> prijs niet bekend.
6. Natugro De NatuGro behandelingen, uitgevoerd in deze proef bij de WUR kost voor een teler (inclusief opkweek) ongeveer € 1.600,- per teeltronde. (dit is inclusief de toepassingen in de opkweek).
7.
  - a. Calciumchloride (CaCl<sub>2</sub>) € 2218,- per ha.
  - b. Calciumnitraat (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>) € 62,- per ha.
8. Calciumcarbonaat (CaCO<sub>3</sub>) € 7982,- per ha.
9.
  - a. Kaliumfosfaat (KP2O<sub>4</sub>) € 314,- per ha
  - b. Calciumfosfaat (Ca<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) € 20.500,- per ha
10. Mycostop € 1344,- per ha
11. Prestop € 1600,- per ha
12. EM
13. Aaterra € 2823,- per ha
14.
  - a. Ridomil Gold € 261,- per ha
  - b. Kaliumfosfiet € 225,- per ha
15.
  - a. Compostthee ???
  - b. Savitan 5 x € 77,- per ha
16.
  - a. Trichoderma mix is geen prijs van omdat dit geen verkoopbaar product is.
  - b. De OrgaPower biostimulatoren compost (20% mix) : € 1.500,- per hectare









