



# Ziektebeheersing substraatloze teeltsystemen

Naar een robuust systeem tegen ziekten en plagen

Ineke Stijger, Jan Janse, Tycho Vermeulen en Peter van Weel

Rapport GTB-1335

## **Referaat**

Bij substraatloze (teelt op water) systemen is er eigenlijk nog te weinig kennis over het beheersen van de kwaliteit van het voedingswater. Vooral het voorkomen of beheersen van ziekten en plagen in deze systemen vraagt nog veel aandacht. Bij Wageningen UR Glastuinbouw zijn in een speciaal daarvoor ingerichte kas met het Dry Hydroponics systeem vier teelten sla op water uitgevoerd. Daarbij zijn diverse behandelingen toegepast zoals het water koelen of verwarmen, verschillende pH of EC handhaven, verschillen in circulatie en stroomsnelheid van het water en ook het water beluchten of verrijken met zuurstof.

Allereerst zijn de systemen getest door sla erop te zetten. Zowel de 1<sup>e</sup> als 2<sup>e</sup> slateelt verliepen erg goed. In krop- en wortelgewicht ontstonden er flinke verschillen. In de 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> teelt is het effect van verschillende behandelingen op de aantasting van sla door de toegediende schimmel *Phytophthora* onderzocht. Helaas waren de resultaten van de diverse behandelingen (*Bacillus subtilis*, *Compete Plus* en steriel *Compete plus*) dusdanig wisselend dat er geen harde uitspraken over gedaan kunnen worden. Op het gebied van de teelt is de nodige kennis opgedaan maar voor de ziektebeheersing blijkt dit allemaal niet zo eenvoudig te liggen als men zou wensen. Hiervoor is nog meer onderzoek nodig.

## **Abstract**

For the use of hydroponic cultivation systems, there is insufficient knowledge available on the quality control of the nutrition water. Especially for the prevention and control of pests and diseases in these systems there is much attention required.

Recently a research was launched at Wageningen UR Greenhouse Horticulture to obtain more clarity on this subject. One of the greenhouses has been specially equipped to enable research on cultivation on water with the use of Dry Hydroponics systems. In this greenhouse 10 separate ponds have been created where different treatments can be performed. There are opportunities for cooling or heating the water, as well as to maintain a different pH or EC level. It is also possible to create differences in the circulation and flow rate of the water, to aerate the water, or to enrich it with additional oxygen. Potential additional (biological) agents may be added in each individual system.

First of all, the systems have been tested with the cultivation of lettuce. During the 1st and 2nd cultivation tests the lettuce grew very well. Considerable differences in the crop and the root weight were observed.

In the following two cultivation tests the effect of different treatments on the infection of lettuce with the fungus *Phytophthora* has been examined. Unfortunately, the results of the different treatments (*Bacillus subtilis*, *Compete Plus* en sterile *Compete Plus*) were too variable that no hard statements can be made. Further research is needed to be able to do so.

## **Rapportgegevens**

Rapport GTB-1335

Projectnummer: 3242164100

PT nummer: 14801

## **Disclaimer**

© 2014 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenUR.nl/glastuinbouw). Wageningen UR Glastuinbouw.

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

## **Adresgegevens**

### **Wageningen UR Glastuinbouw**

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Doel	7
<b>2</b>	<b>Substraatloos teeltsysteem</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Proef 1: slateelt mei - juni 2013</b>	<b>11</b>
	3.1 Inleiding	11
	3.2 Materiaal en methoden	11
	3.3 Resultaten en discussie	11
<b>4</b>	<b>Proef 2: slateelt juli – augustus 2013</b>	<b>13</b>
	4.1 Inleiding	13
	4.2 Materiaal en methoden	13
	4.3 Resultaten en discussie	15
	4.3.1 Kasklimaat	15
	4.3.2 Watertemperatuur	15
	4.3.3 Zuurstofgehalte water	15
	4.3.4 Effecten op groei en productie	16
<b>5</b>	<b>Proef 3: slateelt september - november 2013</b>	<b>19</b>
	5.1 Inleiding	19
	5.2 Materiaal en methoden	19
	5.3 Resultaten en discussie	21
	5.3.1 Kasklimaat	21
	5.3.2 Watertemperatuur	22
	5.3.3 Zuurstofgehalte water	22
	5.3.4 pH	23
	5.3.5 EC	23
	5.3.6 Effecten op groei en productie	23
	5.3.7 Phytophthora	27
<b>6</b>	<b>Proef 4: slateelt december 2013- maart 2014</b>	<b>31</b>
	6.1 Inleiding	31
	6.2 Materiaal en methoden	31
	6.3 Resultaten en discussie	34
	6.3.1 Kasklimaat	34
	6.3.2 Watertemperatuur	34
	6.3.3 Zuurstofgehalte water	35
	6.3.4 pH	36
	6.3.5 EC	36
	6.3.6 Redoxpotentiaal	37
	6.3.7 Effecten op groei en productie.	37
	6.3.8 Phytophthora	39
<b>7</b>	<b>Conclusies</b>	<b>43</b>



# Samenvatting

De belangrijkste kennislacune rond substraatloze teeltsystemen is het beheersen van de kwaliteit van het voedingswater. Hoge kwaliteit vergt, naast een goede balans van nutriënten, vooral het voorkomen van ziekte- en plaagontwikkeling. Het voorkomen of beheersen van de verspreiding speelt daarbij een grote rol. De bedrijfszekerheid van nieuwe teeltsystemen staat of valt bij de beheersbaarheid van ziekten en plagen. De ziekte- en plaagbeheersing in substraatloze systemen volgen andere principes dan de reguliere (steenwol of grondgebonden) teelt. De gebruikte watervolumes zijn enorm, fysieke barrières ontbreken maar ook een buffer/balans ontbreekt waarmee een direct effect is te benoemen op het risico op ziekte- en plaagverspreiding. De ziekte- en plaagrisico's bepalen het gebruik van (chemische) gewasbeschermingsmiddelen, spui, maar bovenal het succes van een substraatloze teelt. Het verlagen van het risico op ziekten en plagen en het voorkomen, monitoren en vertragen van een snelle verspreiding daarvan is onderwerp van dit project.

Het onderzoek waarin in dit verslag wordt gerapporteerd heeft zich gericht op de kennisvragen rond ziektebeheersing en de ontwikkeling van indicatoren en teeltstrategieën ter voorkoming van ziekten in een robuust substraatloos (water) systeem. Behalve dat een chemische aanpak vanwege het gebruik van grote volumes water in deze nieuwe teeltsystemen vaak geen economisch haalbare oplossing is, is een chemische aanpak voor ziekte- en plaagproblematiek bovendien geen toekomstgerichte oplossing. Daarom heeft het onderzoek zich gericht, naast het voorkomen van aantastingen, vooral op mogelijke natuurlijke en fysische bestrijdingsmaatregelen.

In het onderzoek dat heeft gelopen van juni 2013 tot en met mei 2014 zijn in totaal vier achtereenvolgende slateelten uitgevoerd.

Dit onderzoek heeft het volgende opgeleverd:

- Het telen van sla is goed mogelijk op het aangelegde Dry Hydroponics systeem. Groot voordeel is ook dat in de bassins heel veel regelingen mogelijk zijn zoals: koelen en verwarmen, pH en EC instellingen, beluchten en circuleren.
- Sla die in kokospluggen zijn gezaaid blijven wat achter in groei in vergelijking met steenwolblokjes en sublimepotjes. Dit blijkt te worden veroorzaakt door het gemakkelijk uitdrogen van de kokospluggen in de startfase op het systeem, maar kan opgelost worden door in het begin vaker bovenlangs water te geven.
- Een hogere watertemperatuur geeft een snellere groei, maar ook meer kans op een zwakkere krop sla.
- Een lagere watertemperatuur van 9°C verhoogt het zuurstofgehalte met 2 à 3 ppm maar zorgt ook voor een groeivertraging. Als gevolg daarvan is het kroggewicht bij de oogst lager, maar is er ook weinig afval.
- Een lage pH (<4) is riskant i.v.m. wortelafsterving, waardoor planten met zonnig weer makkelijk slap gaan, wat resulteert in erg donkere planten geeft en een laag kroggewicht bij de oogst.
- Continu beluchten geeft een hoog zuurstofgehalte, maar ook een groeivertraging. Beweging van het water door het lucht borrelen doet de wortels en de plant iets bewegen, wat waarschijnlijk groeivertragend werkt. Daarnaast lijkt er ook een ander microleven te ontstaan. Dit was zichtbaar aan de groei van bruinachtige algen bij de 'borrel'behandelingen.
- Het borrelen met lucht maakte de sla gevoelig voor rotte onderkanten van de kroppen, mogelijk als gevolg van een vochtig klimaat net boven de pot.
- Bij het niet circuleren van het water kan het zuurstofgehalte dalen tot 1 ppm.
- Bij de behandeling met dissolved oxygen (DO) vergeelde de sla heel snel. Dit probleem ontstond door te hoge gehalten Mn (125 tot 150 maal te hoog) en Cu (70 maal te hoog). Na onderzoek bleek dat Mn en Cu vrij kwam uit de gebruikte materialen van de DO-installatie. In de DO-behandeling kan een hoog zuurstofgehalte worden behaald maar in de proeven functioneerde de apparaten onvoldoende en daardoor kon niet altijd het hoge zuurstofgehalte worden gehaald. De fabrikant van de apparaten kreeg ze niet goed werkend en daarom zijn ze in de laatste slaproef niet meer gebruikt.
- Tussen de diverse behandelingen zijn er duidelijke verschillen bij de wortels waargenomen in gewicht, kleur en vorm.
- In de proef (3<sup>e</sup> slaproef) waarbij Phytophthora opzettelijk is geïnfecteerd bleek de schimmel zich nauwelijks te vermeerderen. Bij controle werd nog maar een deel teruggevonden en daarnaast werden er nog een aantal andere schimmels waargenomen. Dit maakt het lastig om de effectiviteit van de verschillende behandelingen te bepalen. Een van de behandelingen was het toevoegen van Bacillus subtilis. Deze toevoeging leek wel een effect te hebben; de groei van sla werd er in deze proef door gestimuleerd.

- Na het infecteren van een aantal planten met Phytophthora (4<sup>e</sup> slaproef) kon deze schimmel wel worden teruggevonden in de bassins waarin het werd aangebracht. In de bassins waarin de schimmel niet opzettelijk werd aangebracht is die ook niet aangetoond.
- Helaas waren de resultaten van de diverse behandelingen (Bacillus subtilis, Compete Plus en steriel Compete plus) dusdanig wisselend dat er geen harde uitspraken over gedaan kunnen worden.
- Aanwezigheid van pathogen hoeft dus niet altijd tot een ziekte te leiden.

Er zijn dankzij dit onderzoek wel een aantal goede resultaten geboekt op met name het gebied van de teelt (regeling pH, zuurstof, waterbeweging). Voor de ziektebeheersing blijkt het allemaal niet zo eenvoudig te liggen als men zou wensen. Daarom zal het onderzoek voortgezet moeten worden. Het verdient aanbeveling om dat in kleinere bassins en in meer herhalingen te gaan uitvoeren.

# 1 Inleiding

De belangrijkste kennislacune rond substraatloze teeltsystemen is het beheersen van de kwaliteit van het voedingswater. Hoge kwaliteit vergt, naast een goede balans van nutriënten, vooral het voorkomen van ziekte- en plaagontwikkeling. Het voorkomen of beheersen van de verspreiding speelt daarbij een grote rol. De bedrijfszekerheid van nieuwe teeltsystemen staat of valt bij de beheersbaarheid van ziekten en plagen. De ziekte- en plaagbeheersing in substraatloze systemen volgen andere principes dan de reguliere (steenwol of grondgebonden) teelt. De gebruikte watervolumes zijn enorm, fysieke barrières ontbreken maar ook een buffer/balans ontbreekt waarmee een direct effect is te benoemen op het risico op ziekte- en plaagverspreiding. De ziekte- en plaagrisico's bepalen het gebruik van (chemische) gewasbeschermingsmiddelen, spui, maar bovenal het succes van een substraatloze teelt. Het verlagen van het risico op ziekten en plagen en het voorkomen, monitoren en vertragen van een snelle verspreiding daarvan is onderwerp van dit project.

Dit onderzoek richt zich op de kennisvragen rond ziektebeheersing en de ontwikkeling van indicatoren en teeltstrategieën ter voorkoming van ziekten in een robuust substraatloos (water) systeem. Behalve dat een chemische aanpak vanwege het gebruik van grote volumes water in deze nieuwe teeltsystemen vaak geen economisch haalbare oplossing is, is een chemische aanpak voor ziekte- en plaagproblematiek bovendien geen toekomstgerichte oplossing. Daarom richt het onderzoek zich, naast het voorkomen van aantastingen, vooral op mogelijke natuurlijke en fysische bestrijdingsmaatregelen.

## 1.1 Doel

Dit project heeft als doel bedrijven het noodzakelijk inzicht te verstrekken om bedrijfszeker te kunnen opereren. Er zullen strategieën worden ontwikkeld die een duurzamer (milieutechnisch én economisch) en een robuuster alternatief zijn voor de grondgebonden teelt. De te ontwikkelen kennis is cruciaal voor de verdere ontwikkeling van recirculerende substraatloze teeltsystemen. Zonder deze kennis blijft het te risicovol voor bedrijven om te investeren in substraatloze systemen. Het gebrek aan deze kennis heeft al eerder internationale initiatieven doen stranden. Ook in Nederland is de beheersbaarheid van ziekten en plagen een cruciaal en actueel thema voor substraatloze systemen. Een doorbraak op dit kennisveld maakt daarmee ruimte voor een doorbraak van substraatloze systemen, met de daaraan verbonden verwachtingen van hogere stuurbaarheid, betere productie en lagere milieubelasting (emissie, afval, energie) en kosten.

Het onderzoek moet leiden tot:

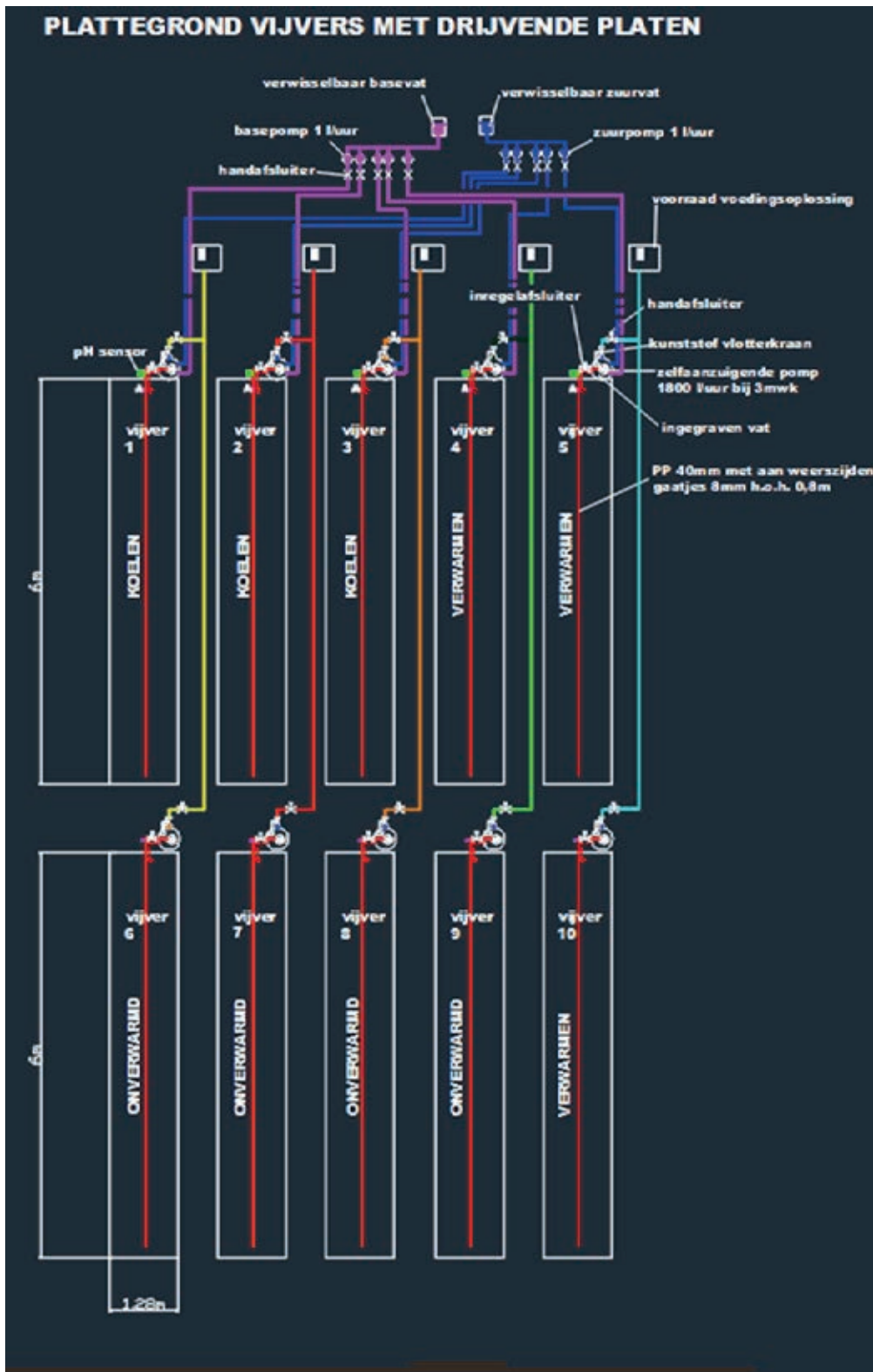
1. Ontwerpeisen voor ziekteverende, nuttige organismen en gewasgroei stimulerende substraatloze systemen.
2. Ziektebeheersingsmaatregelen en strategieën voor substraatloze teelt.



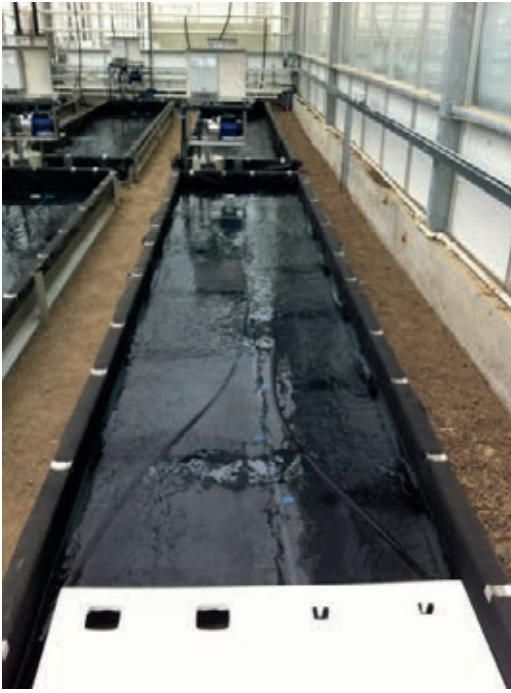


## 2 Substraatloos teeltsysteem

In Figuur 1 is de (technische) tekening te zien van de tien bassins waarin de verschillende slateelten op water zijn uitgevoerd. In figuur 2 zijn de bassins te zien net na het opleveren en bij het vol laten lopen met water.



**Figuur 1** Plattegrond van de tien bassins.



**Figuur 2** De net opgeleverde bassins worden volgezet met water.

# 3 Proef 1: slateelt mei - juni 2013

## 3.1 Inleiding

In april 2013 was de aanleg van het systeem met de 10 bassins afgerond en gereed om een eerste proef te gaan uitvoeren.

In deze eerste teelt is sla geplant en is vooral het nieuwe teeltsysteem getest. Daarnaast is ook nagegaan wat het effect was van verschillende soorten pluggen of plantpotjes op de groei van de sla.

## 3.2 Materiaal en methoden

In deze eerste teelt zijn in twee van de tien bassins met het Dry Hydroponics systeem slaplanten gezet. In de andere bassins zat alleen water.

Om na te gaan waar de sla in dit nieuwe systeem het beste op zou kunnen groeien is voor de volgende behandelingen met pluggen (afmetingen 4 cm) gekozen:

- Kokos (lijmpluggen).
- Steenwol.
- Sublime\*).

\*)Sublime is een plug gefabriceerd van polyurethaan schuim en wordt geleverd door BVB Substrates.

De slaplanten zijn in dit materiaal gezaaid en zijn enkele dagen gekiemd in een klimaatcel. Toen de de eerste wortelpuntjes zichtbaar waren aan de onderkant van de pluggen zijn deze op het systeem gezet..

Hieronder staan de belangrijkste proefgegevens vermeld:

Kasruimte	Kas 504 van Wageningen UR Glastuinbouw locatie Bleiswijk
Ras	Cosmopolia (Rijk Zwaan)
Zaaidatum en klimaat	26 april 2013 bij 15°C in klimaatcel
Uit klimaatcel	30 april
Op systeem gezet	2 mei (voordat worteltje onderuit plug komt)
Plantdichtheid	28 planten/m <sup>2</sup>
Oogstdatum	20 juni 2013
Klimaat	Er is gebruik gemaakt van luchtverneveling en ook luchtkoeling met behulp van een luchtbehandelingskast die koude lucht via een luchtslurf bovenin de kas kon blazen
Gewasbescherming	Eenmaal (24 dagen na het zaaien) is er een bestrijding uitgevoerd met Plenum
Waarnemingen	- fysiogene afwijkingen - netto oogstgewicht van 16 kroppen per behandeling

## 3.3 Resultaten en discussie

### *Teeltsysteem*

De gemiddeld gerealiseerde temperatuur gedurende de teeltperiode was 16.0°C. Indien nodig is de luchtkoeling en de hogedrukverneveling gebruikt. De eerste drie weken zijn de potjes op het systeem dagelijks natgemaakt met een broeskop. De teelt verliep goed en er zijn geen problemen met de nieuwe installatie naar voren gekomen.

Een punt van aandacht was wel dat het Fe-gehalte niet te ver naar beneden zakte. De streefwaarde in het voedingswater was ca. 40 µmol/l. Daarom is wekelijks standaard 1 cc per m<sup>3</sup> extra Fe-chelaat in de vorm DTPA 6% toegediend. De EC tijdens de teelt was 1.4 tot 1.6 mS/cm.

### *Pluggen*

De planten in de kokospluggen bleven wat achter in groei. Dit werd veroorzaakt doordat de kokospluggen gemakkelijk wat uitdroogden in de eerste weken dat de plantjes op het systeem stonden. Frequenter van bovenaf watergeven zou dit euvel kunnen verhelpen. Tijdens de teelt zijn de planten niet ruimer gezet, omdat het slechts een korte teelt zou worden.

De geogoste sla (Figuur 3) zag er goed uit: deze was uniform en vertoonde geen fysiogene afwijkingen. Het nettokroopgewicht van de sla op pluggen van kokos, steenwol en sublime was respectievelijk 220, 244 en 242 g. Voor vervolgprouven is besloten om verder te gaan met steenwolpluggen.



**Figuur 3** De sla op de oogstdag (20 juni 2013).

# 4 Proef 2: slateelt juli – augustus 2013

## 4.1 Inleiding

In de eerste proef met slaplanten is het systeem met name getest op mogelijke lekkages enz. en daarnaast is ook onderzocht in welke pluggen de sla het beste op dit systeem kan groeien. In de tweede proef is het functioneren van de verschillende behandelingen en de materialen verder getest op het effect van de groei van de sla. In deze proef zijn nog geen pathogenen aan het systeem toegevoegd.

## 4.2 Materiaal en methoden

In de bassins kunnen diverse behandelingen worden uitgevoerd. Deze behandelingen betreffen verschillen in stroomsnelheid, O<sub>2</sub>-toediening, temperatuur, pH en EC. In deze proef zijn de volgende instellingen gedaan:

- Stroomsnelheid: er zijn 2 stroomsnelheden ingesteld, namelijk normaal en hoog.
- Zuurstoftoediening: extra zuurstof werd in het water gebracht door;
  - continu lucht in het water te borrelen via slangen of;
  - door toepassing van apparatuur die zuurstof produceerde uit waterstofperoxide via een katalysator, de zogenaamde DO-behandeling (DO=dissolved oxygen).
- Watertemperatuur: water gekoeld naar ca. 10°C (vanaf 29 juli) of geen koeling. Bij de laatste behandeling fluctueerde de watertemperatuur met een bepaalde vertraging mee met de ruimtetemperatuur.
- pH: standaard pH van ongeveer 6 of lage pH van 3.5.
- EC: standaard EC start 1.8 en later 1.6 mS/cm; hoge EC van 2.5 mS/cm ingesteld vanaf 19 augustus.

De circulatiepomp draaide bij alle bassins 10 minuten per uur. Bij de DO-behandeling werd het water in eerste instantie continu gecirculeerd om het geproduceerde zuurstof goed te verspreiden, maar vanwege een oplopende temperatuur heeft de circulatiepomp vanaf 26 juli 2 maal 10 minuten per uur gedraaid.

In tabel 1 zijn de behandelingen per bassin weergegeven.

Tabel 1

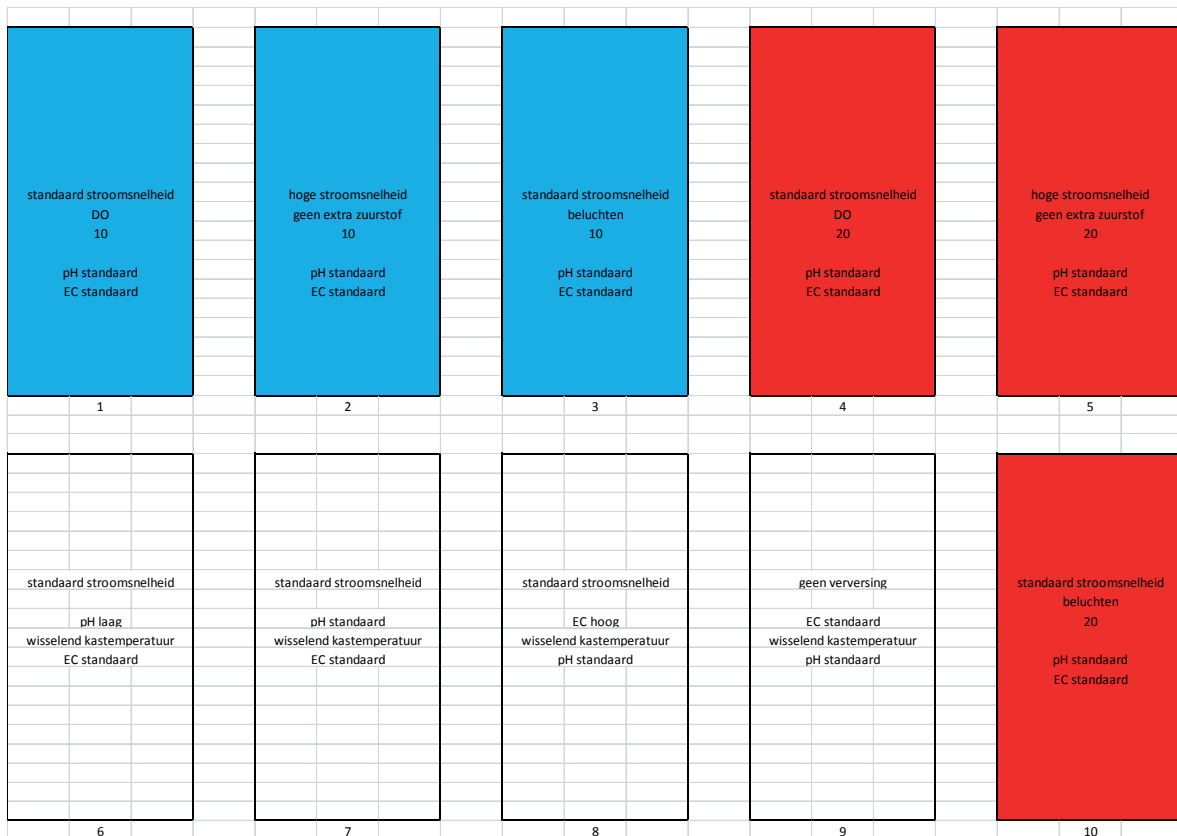
*Per bassin de verschillende (combinaties van) behandelingen bij de 2<sup>e</sup> slateelt.*

Bassin	Stroomsnelheid	O <sub>2</sub>	Watertemperatuur (°C)	pH	EC
1	hoog	geen extra O <sub>2</sub>	10	standaard	standaard
2	standaard	DO	10	standaard	standaard
3	standaard	beluchten	10	standaard	standaard
4	standaard	DO	wisselend	standaard	standaard
5	hoog	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	standaard
6	standaard	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	laag	standaard
7/9 <sup>*)</sup>	standaard	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	standaard
8	standaard	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	hoog
10	standaard	beluchten	wisselend	standaard	standaard

<sup>\*)</sup> twee gelijke behandelingen

Overige proefgegevens:

Kasruimte	Kas 504 van Wageningen UR Glastuinbouw locatie Bleiswijk
Ras	Cosmopolia (Rijk Zwaan)
Zaaidatum en klimaat	12 juli 2013 bij 15°C in klimaatcel
Uit klimaatcel	15 juli
Op systeem gezet	18 juli
Plantdichtheid	Start 28 planten/m <sup>2</sup> , op 4 augustus overgezet op andere drijvers naar 14 planten/m <sup>2</sup>
Oogstdatum	30 augustus 2013
Klimaat	Indien nodig is er gebruik gemaakt van hogedrukverneveling en ook luchtkoeling via een luchtslurf bovenin de kas.
Gewasbescherming	Er zijn gedurende deze teelt geen gewasbeschermingsmiddelen gebruikt
Waarnemingen	- ca. 2 maal per week handmeting van temperatuur en het O <sub>2</sub> -gehalte in het bassinwater - fysiogene afwijkingen - bij oogst bruto en netto oogsgewicht van 16 kroppen per behandeling



**Figuur 4** Kasplattegrond bassins en de behandelingen.

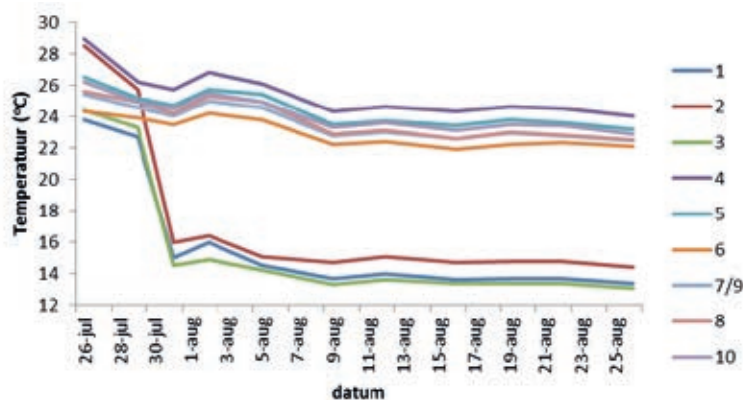
## 4.3 Resultaten en discussie

### 4.3.1 Kasklimaat

De gemiddeld gerealiseerde temperatuur en RV in de kas tijdens de gehele teeltperiode van 18 juli tot en met 30 augustus was respectievelijk 21.0°C en 72%. Ondanks soms hoge buitentemperaturen kon dankzij de luchtkoeling en hogedrukverneveling veelal een goed klimaat voor de sla worden gerealiseerd.

### 4.3.2 Watertemperatuur

In figuur 5 is de temperatuur van het water in de verschillende bassins weergegeven.



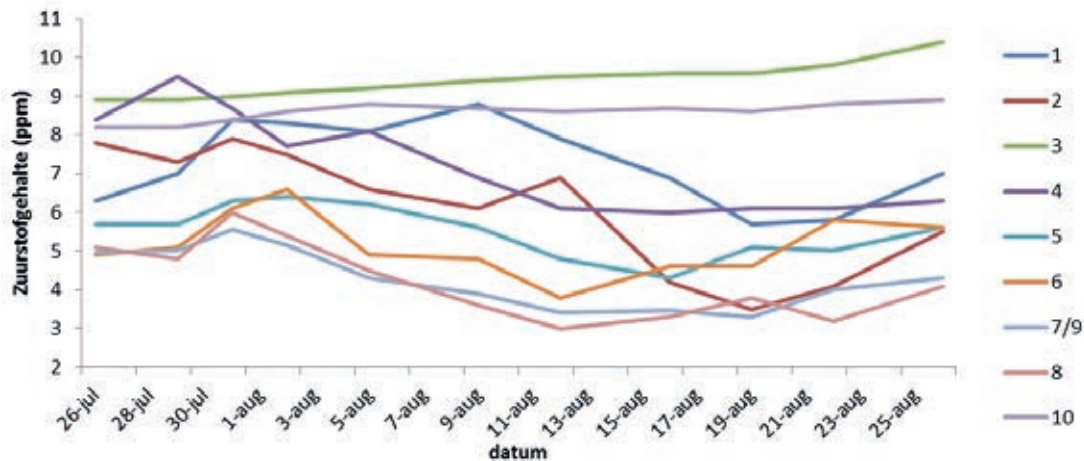
**Figuur 5** De gemeten watertemperatuur bij de verschillende behandelingen in de 2<sup>e</sup> slateelt in 2013.

Vanaf 29 juli functioneerde de koeling goed, wat te zien is bij de drie behandelingen waar gestreefd is naar een temperatuur van 10°C. Deze lage temperatuur kon niet geheel worden gerealiseerd. De gemiddelde gerealiseerde watertemperatuur bij behandeling 1, 2 en 3 was respectievelijk 14.2, 15.1 en 13.8°C. De gemiddelde watertemperatuur bij de niet gekoelde behandelingen varieerde van 22.7 tot 25.0°C. Het valt op dat de temperatuur bij zowel behandeling 2 (gekoeld) als behandeling 4 ongeveer 1 à 2°C hoger is dan de overige behandelingen. De oorzaak hiervan is dat de circulatiepomp bij deze behandelingen 2 maal in het uur 10 minuten heeft gedraaid en in de andere behandelingen 1 maal in het uur 10 minuten. Bij de DO-behandelingen is voor meer circuleren van het water gekozen om voldoende verspreiding van het geproduceerde zuurstof over het bassin te verkrijgen. Op 26 juli draaiden de pompen in de DO-behandelingen nog continu, maar dit resulteerde in een nog groter verschil in watertemperatuur met de andere behandelingen (+ 3 à 4°C, zie Figuur 2). Daarom is in het vervolg een kortere circulatietijd van de pompen bij de betreffende behandelingen ingesteld. Het water warmt op omdat de bassins relatief klein zijn ten opzichte van de pompcapaciteit.

In de bassins met koeling is een ca. 9°C lagere watertemperatuur gerealiseerd dan bij niet koelen. Het gevolg daarvan was dat er een zichtbare groeivertraging optrad tijdens de teelt.

### 4.3.3 Zuurstofgehalte water

In Figuur 6 is het gemeten zuurstofgehalte weergegeven.



**Figuur 6** Het gemeten O<sub>2</sub>-gehalte in het water bij de verschillende behandelingen in de 2<sup>e</sup> slateelt in 2013.

De hoogste O<sub>2</sub>-gehalten zijn gemeten in water dat continu met kaslucht werd belucht (behandeling 3 en 10). Gemiddeld over de gehele periode was het O<sub>2</sub>-gehalte respectievelijk 8.6 en 9.4 ppm, waarbij het hoogste gehalte werd gerealiseerd in de behandeling met koeling van het water.

Effect van de lagere temperatuur op de hoeveelheid zuurstof in het water is ook te zien bij behandeling 1 ten opzichte van behandeling 5: gemiddeld is het O<sub>2</sub>-gehalte in het gekoelde water 1.8 ppm hoger dan bij niet koelen. Het is bekend dat water van een lagere temperatuur meer zuurstof kan bevatten.

Door het nog niet goed functioneren van de DO-installatie (behandeling 2 en 4), was het O<sub>2</sub>-gehalte hier vooral in augustus duidelijk lager dan bij het continu beluchten van het water met kaslucht.

Bij een hogere flow zit er meer zuurstof in het water: bij behandeling 5 is ruim 1% meer O<sub>2</sub> in het water gemeten dan in behandeling 7, 8 en 9. Door een instellingsfout bleken de behandelingen 7 en 9 dezelfde behandelingen gekregen te hebben. In het overzicht zijn ze daarom samengenomen.

#### 4.3.4 Effecten op groei en productie

Al snel na de start ontstond bij de DO-behandeling vergeling van de sla, met name in bassin 4 en in minder mate in bassin 2 (zie figuur 7 en 8). Problemen ontstonden waarschijnlijk vooral door te hoge gehalten aan Mn en Cu. Begin augustus was het Mn-gehalte in het water van deze bassins 125 tot 250 maal te hoog en het Cu-gehalte 70 maal. Het bleek dat Mn en Cu vrij kwamen uit de gebruikte materialen van de DO-installatie.



**Figuur 7** Overzicht van de 10 bassins met een teelt sla.





**Figuur 8** Gedrongen groei van de sla bij de combinatie van koeling met continu beluchten.

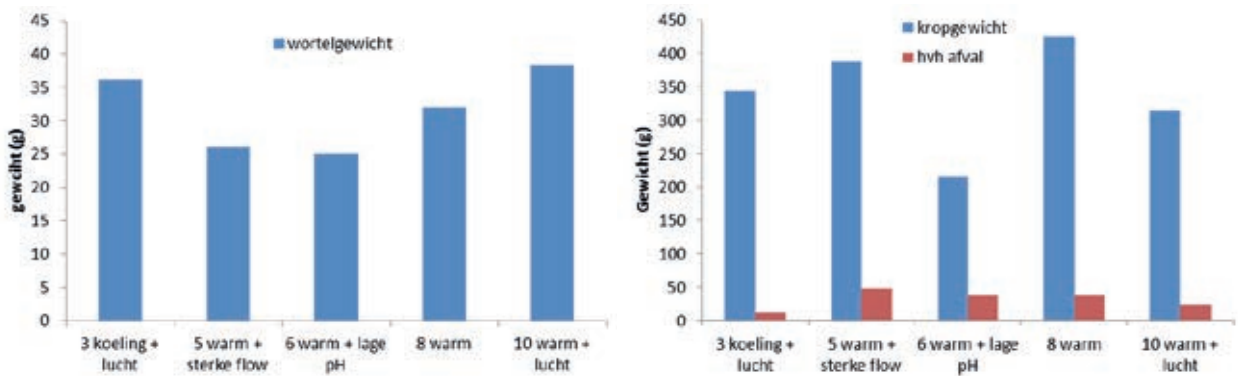
In tabel 2 staat het netto kropgewicht en het percentage afval per bassin ofwel behandeling vermeld dat gemeten is bij de oogst.

**Tabel 2**

*Netto kropgewicht en percentage afval bij de oogst per bassin c.q. behandeling weergegeven.*

Bassin	Nettogewicht krop (g)	% afval	Opmerkingen
1	289	5	Weinig geel blad, bij oogst begin van glazigheid
2	303	15	Vrij veel rot/ingedroogd, geel blad
3	344	3	Mooie, stevige sla, bij oogst onderste blad wat glazig
4	258	7	Stug, bont, geel, open krop, binnenin krop wel groen
5	388	6	
6	216	15	Onderste blad verdroogd, slap, geel, niet rot
7/9	369	12	Soms onderkant krop rotte bladeren, krop wat tulperig
8	426	8	Mooie kroppen, soms onderkant rot
10	315	13	Relatief veel rot onderkant (vocht?)

- Koeling vertraagde de groei met als gevolg lagere kropgewichten bij de oogst, maar weinig afval (1 en 3). Vooral bij behandeling 3 werd mooie, stevige sla geoogst.
- Door koeling lijkt er meer kans op glazigheid (zie opmerkingen bij 1 en 3).
- Bij de DO-behandelingen (2 en 4) hadden de kroppen een laag gewicht en waren geel. Dit is waarschijnlijk vooral veroorzaakt door een overmaat aan bepaalde sporelementen die uit de installatie vrijkwamen (Mn en Cu).
- Een hoge stroomsnelheid (1 en 5) leek niet tot hogere kropgewichten te leiden.
- De behandeling waarbij de EC pas 11 dagen voor de oogst met 1 mS/cm werd verhoogd, gaf de zwaarste kroppen (behandeling 8).
- Het plotseling verlagen van de pH naar 3.5 maakte de wortelschors kapot en gaf wortelafsterving, waardoor planten bij zonnig weer slap gingen, erg donker gingen staan en een laag kropgewicht bij de oogst hadden (6).
- Lucht borrelen zonder koeling leidde tot een lager kropgewicht (behandeling 10). Beweging van het water door het lucht borrelen doet de wortels en de plant iets bewegen, wat waarschijnlijk groeivertragend werkt. Daarnaast lijkt er ook een ander microleven te ontstaan. Dit was zichtbaar aan de groei van bruinachtige algen bij de 'borrel'behandelingen 3 en 10.
- Het borrelen met lucht maakte de sla gevoelig voor rotte onderkanten van de kroppen, mogelijk als gevolg van een vochtig klimaat net boven de pot (behandeling 10).



**Figuur 9 en 10** Het kropgewicht + hoeveelheid afval en het gemiddeld wortelgewicht per krop van enkele behandelingen in de vorm van een staafdiagram weergegeven.



**Figuur 11** Wortelpruiken bij de verschillende behandelingen. In de volgorde bassins 1 t/m 10.

Tussen de verschillende behandelingen waren er duidelijke verschillen in gewicht, kleur en vorm van de wortels te zien (Figuur 11). De 2 gekoelde behandelingen (1 en 3) hadden vrij witte en lange wortels. De wortels van de 2 DO-behandelingen (2 en 4) waren kort en crèmekleurig. De wortels bij de lage pH (6) waren grotendeels dood en zwart: bovenin hadden zich nieuwe zijwortels gevormd. De wortels uit de beluchte bassins (3 en 10) waren relatief lang en vertoonden weinig wortelvertakkingen. De bovenste wortels waren bruin van de algen. In tabel 3 staat per bassin het gemiddelde wortelgewicht per krop weergegeven en is een beschrijving gegeven van de worteltjes.

**Tabel 3**

*Het wortelgewicht per krop en opvallende zaken bij de verschillende behandelingen.*

Bassin	Wortelgewicht	Opmerkingen
1	33.6	Vrij veel haarwortels, lang, crèmekleurig
2	27.4	Veel haarwortels, lichtgele kleur
3	36.2	Lange hoofdwortels, weinig haarwortels, vrij wit, bovenin bruin (algen?)
4	23.0	Veel haarwortels, lichtgele kleur
5	26.1	Veel haarwortels, lichte kleur
6	25.1	Veel dode wortels, alleen bovenste wortels goed, wel bruine puntjes in bovenste wortels
7/9	39.6	Erg veel haarwortels, lichte kleur/crèmekleurig
8	32.0	Erg veel haarwortels, wit
10	38.3	Slierterig, lang, vrij wit, bovenin bruin (algen?)

# 5 Proef 3: slateelt september - november 2013

## 5.1 Inleiding

In de vorige slateelten zijn verschillende behandelingen in de bassins toegepast zonder dat opzettelijk ziekteverwekkers aan de planten en in het water zijn toegevoegd. In de hieronder beschreven herfstproef is wel een pathogeen toegepast. Het doel was te onderzoeken welke behandelingen effectief zijn tegen de schimmel *Phytophthora*.

## 5.2 Materiaal en methoden

In de proef zijn de volgende behandelingen toegepast:

- Circuleren: in 8 van de 10 bassins werd het water gecirculeerd. Dit gebeurde elk uur gedurende 10 minuten. Alleen in de twee DO-behandelingen (DO=dissolved oxygen) was dit twee maal per uur 10 minuten om voldoende verspreiding van het geproduceerde zuurstof over het gehele bassin te krijgen.
- Zuurstoftoediening extra zuurstof werd in het water gebracht door:
  - Continu lucht in het water te borrelen via een slang.
  - Door toepassing van apparatuur die zuurstof produceerde uit waterstofperoxide via een katalysator, de zogenaamde DO-behandeling.
- Watertemperatuur:
  - Bij 2 behandelingen werd het water gekoeld naar 13 en vanaf 20 november naar 10°C.
  - Bij 2 andere behandelingen werd gestreefd naar een watertemperatuur van 20°C en vanaf 20 november naar 15°C.
  - Bij de overige behandelingen schommelde de watertemperatuur met vertraging mee met de ruimtetemperatuur.
- pH: standaard pH van ca. 5.5 of lage pH waarbij gestreefd werd naar pH van 4 à 4.5.
- EC: standaard EC start 1.8 mS/cm; bij hoge EC ongeveer 1 mS/cm hoger.

In tabel 4 zijn de behandelingen per bassin weergegeven. In figuur 12 staat de kasplattegrond en de behandelingen per bassin.

Tabel 4

Per bassin de verschillende (combinaties van) behandelingen bij de 3<sup>e</sup> slateelt.

Bassin	Circuleren water	O <sub>2</sub>	Water-temperatuur (°C)	pH	EC	Phytophthora	Bacillus subtilis
1	wel	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	laag	standaard	ja	nee
2	wel	DO	13 -->10	standaard	standaard	ja	nee
3	niet	geen extra O <sub>2</sub>	13 -->10	standaard	standaard	ja	nee
4	wel	DO	20 -->15	standaard	standaard	ja	nee
5	wel	geen extra O <sub>2</sub>	20 -->15	standaard	standaard	nee	nee
6	wel	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	standaard	nee	nee
7	wel	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	standaard	ja	ja
8	wel	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	standaard	ja	nee
9	niet	geen extra O <sub>2</sub>	wisselend	standaard	hoog	ja	nee
10	wel	beluchten	20 -->15	standaard	standaard	ja	nee

In de proef is er naar gestreefd om een niet te groot verschil tussen watertemperatuur en ruimtetemperatuur te creëren, omdat dit tot een sterke groeivertraging kan leiden (zie de ervaringen uit de 2<sup>e</sup> teelt).

Overige proefgegevens:

Kasruimte	Kas 504 van Wageningen UR Glastuinbouw locatie Bleiswijk
Ras	Halewijn (Rijk Zwaan)
Zaadatum en klimaat	7 september 2013 bij 15°C in klimaatcel
Uit klimaatcel	9 september
Op systeem gezet	13 september
Plantdichtheid	Start 28 planten/m <sup>2</sup> , eind oktober overgezet op andere drijvers naar 14 planten/m <sup>2</sup>
Oogstdatum	3 december 2013
Klimaat	Indien nodig is er gebruik gemaakt van hogedrukverneveling. In de laatste weken van de teelt is de sla bijbelicht met ruim 50 µmol/m <sup>2</sup> /s.
Gewasbescherming	Gedurende deze teelt is 2 maal Rovral toegepast. Verder zijn er geen bestrijdingen uitgevoerd.
Waarnemingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ca. 2 maal per week handmeting van temperatuur en het O<sub>2</sub>-gehalte in het bassinwater</li> <li>- enkele keren tijdens de teelt meting van pH en EC</li> <li>- fysiogene afwijkingen</li> <li>- bij oogst netto oogsgewicht van 16 kroppen per behandeling</li> <li>- beoordeling voor rot na 10 dagen bewaring bij 12°C</li> </ul>

Direct na de start op het systeem is er dagelijks en vanaf 19 september om de 2 dagen gebroesd. Hiermee is begin oktober mee gestopt.

standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid DO	niet circuleren?	standaard stroomsnelheid DO	standaard stroomsnelheid	
wisselend kasttemperatuur	10	10	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	
pH laag EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	
toevoegen Phytophthora	toevoegen Phytophthora	toevoegen Phytophthora	toevoegen Phytophthora	geen Phytophthora toevoegen	
1	2	3	4	5	
standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	Niet circuleren?	standaard stroomsnelheid beluchten (continue of 15min/uur)	
wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	20	
pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC hoog	pH standaard EC standaard	
geen Phytophthora toevoegen	toevoegen Phytophthora toevoegen Bacillus subtilis	toevoegen Phytophthora	toevoegen Phytophthora	toevoegen Phytophthora	
6	7	8	9	10	

**Figuur 12** Kasplattegrond bassins en de behandelingen.

### Phytophthora

Voor het inoculeren van de slaplantjes met de schimmel Phytophthora is deze eerst geïsoleerd uit worteltjes van slaplantjes die afkomstig waren van een praktijkbedrijf (ook een slateelt op water). Vervolgens is deze schimmel vermeerderd en is de hoeveelheid zoösporangia geteld voor toediening aan de plantjes. Bij telling bleken er 40.000 zoösporangia per ml aanwezig te zijn.

Op 8 november 2013 is de Phytophthora suspensie toegevoegd aan de slaplantjes. Dit waren de planten van de eerste twee rijen in de bassins nr. 1 t/m 4 en 7 t/m 10. Met een pipetpunt zijn 2 á 3 gaatjes geprikt in het substraat. In deze gaatjes en bij de onderkant van de plug, bij de wortels, is de suspensie toegevoegd. Totaal is 5 ml per plantje toegevoegd.

Op 1 november 2013 is nogmaals bij bovengenoemde bassins de schimmel toegevoegd. In dit geval is in totaal 40 ml suspensie per bassin in het water gedaan.

Om na te gaan of Bacillus subtilis een effect heeft op de ontwikkeling van Phytophthora is een sporensuspensie toegevoegd aan slaplantjes in bassin nr. 7. Per plant is 5 ml toegevoegd en daaraan zaten  $1.7 \cdot 10^5$  kve's (= kolonievormende eenheden). Deze behandeling is toegediend één dag voordat de Phytophthora bij de planten is gedaan.

Een maand na het toevoegen van de sporensuspensie zijn bij een aantal slaplantjes uit de bassins wortelmonsters genomen. De wortels zijn kort gewassen in water en gedroogd. Per bassin zijn 5 wortelstukjes uitgelegd op een algemeen medium PDA met bacterie antibioticum en 5 stukjes op een specifiek Phytophthora medium (PVPH).

## 5.3 Resultaten en discussie

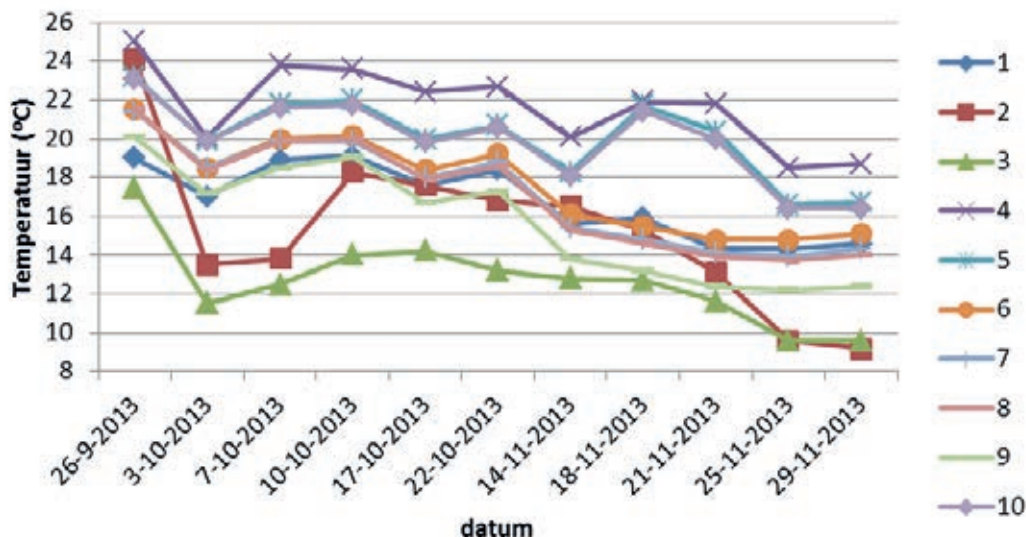
### 5.3.1 Kasklimaat

De gerealiseerde temperatuur in de kas tijdens de gehele teeltperiode van 13 september tot en met 3 december was gemiddeld 14.2°C, waarbij de hoogste temperaturen uiteraard in de eerste weken zijn gerealiseerd. De gemiddelde RV was 70%.

De herfst van 2013 kenmerkte zich door relatief hoge buitentemperaturen, waardoor de groeisnelheid van de sla hoog lag, maar dat ging ook in de praktijk ten koste van de bladkwaliteit. In de laatste weken van de teelt is belichting gebruikt.

### 5.3.2 Watertemperatuur

In Figuur 13 is de gemeten temperatuur van het water tijdens de teeltperiode weergegeven.



**Figuur 13** De watertemperatuur gedurende het verloop van de 3<sup>e</sup> slateelt.

Het effect van de koeling op de watertemperatuur is duidelijk te zien. Daarbij was behandeling 2 gemiddeld circa 2.5°C hoger dan behandeling 3, waar de watertemperatuur gemiddeld uitkwam op 12.7°C.

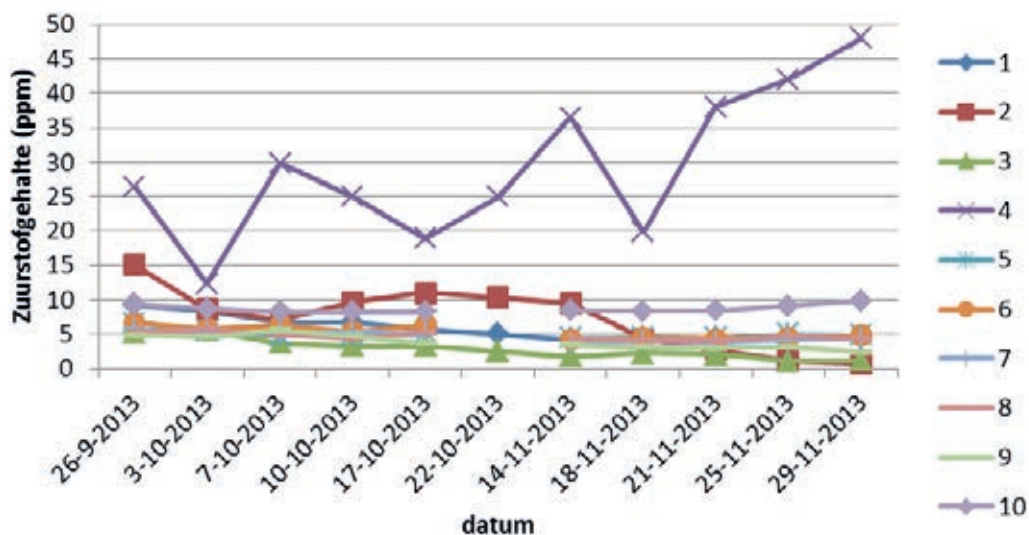
De hoogste gemiddelde temperatuur werd gemeten in bassin 4, namelijk 21.7°C. Bij deze DO-behandeling werd het water, evenals bij 2, twee maal zovaak gecirculeerd, waarbij de pomp warmte aan het water afgaf.

De behandelingen 5 en 10, waarbij het water in het begin op 20°C is gehouden en later op 15°C, kwamen gemiddeld uit op een temperatuur van rond de 20°C.

De overige behandelingen kwamen qua watertemperatuur gemiddeld uit op ongeveer 17°C.

### 5.3.3 Zuurstofgehalte water

In Figuur 14 wordt het verloop van het zuurstofgehalte gegeven tijdens de 3<sup>e</sup> teeltproef.



**Figuur 14** Het zuurstofgehalte gedurende het verloop van de 3<sup>e</sup> slateelt.

Opvallend was het hoge zuurstofgehalte in de DO-behandeling 4 (gemiddeld 29 ppm). Door het onvoldoende functioneren van de apparatuur van de andere DO-behandeling, was daar het O<sub>2</sub>-gehalte vooral in het begin wel iets verhoogd (gemiddeld 7.5 ppm), maar kwam door een sterke daling tegen het einde lager dan bij continu beluchten met kaslucht (8.3 ppm).

Bij de behandelingen 5 t/m 8 was de O<sub>2</sub>-concentratie in het water gemiddeld over de gehele periode 4.7 tot 5.2 ppm.

Bij niet circuleren (behandeling 9) kwam het O<sub>2</sub>-gehalte gemiddeld uit op 3.9 ppm. Aan het einde daalde het O<sub>2</sub>-gehalte uiteindelijk tot 2.4 ppm.

#### 5.3.4 pH

De pH van de behandelingen 2 t/m 10 zat gemiddeld dicht bij elkaar en kwam gemiddeld over de gehele teelt uit op 5.3. In behandeling 1 werd bewust gestreefd naar een wat lagere pH, maar dit bleek niet eenvoudig te zijn om dit te realiseren. Het gevaar was namelijk dat de pH te sterk naar beneden zou schieten, waardoor er evenals in voorgaande proef weer wortels verspeeld zouden worden. De pH in deze behandeling is minimaal 4 geweest. Uiteindelijk kwam de gemiddelde pH uit op 5.0, dus geen groot verschil met de andere behandelingen.

#### 5.3.5 EC

De EC van alle behandelingen was gemiddeld 1.6 tot 1.8 mS/cm. Alleen in de behandeling waarin werd gestreefd naar een hogere EC, was de EC over de hele periode gemiddeld 2.6 mS/cm.

#### 5.3.6 Effecten op groei en productie

Door hoge buitentemperaturen groeide de sla welig en waren de onderkanten vrij zwak. Ook in de praktijk werden in deze periode dezelfde problemen waargenomen. In de 2 DO-behandelingen groeide de sla zeer matig, met name in behandeling 4. De sla bleef achter in groei, was gelig en had een tulperige vorm. Het bleef onduidelijk waardoor dit precies werd veroorzaakt, maar mogelijk kwamen er toch bepaalde groeiremmende stoffen uit het DO-systeem vrij. De wortels waren ook slecht (zie Figuur 15).



**Figuur 15** Opname gemaakt op 15 oktober behandeling 3, 4 en 5. Behandeling 3 (koeling) geeft tragere groei, behandeling 4 (DO) is wat gelig en behandeling 5 (20°C) is het verst in ontwikkeling.



**Figuur 16** Bezoek proef van slacommissie op 21 november.

In Tabel 5 zijn de resultaten van de oogst op 3 december weergegeven en de beoordeling op rot na bewaring.



Tabel 5

Resultaten van de oogste en de beoordeling op rot na bewaring.

Bassin-nr.	graterigheid <sup>1)</sup>	rand <sup>2)</sup>	Netto-kropgew.(g)	% afval	opmerkingen	rot <sup>3)</sup>
1	3	2	169	18	flodderig, losse krop (a.g.v.schaduw gevel?)	4
2	4	0	220	11	iets open kroppen	2
3	9	3	241	6	mooie kroppen, gesloten broek	3
4	8	1	195	8	tulperig, geel/witte vlekken, mooie onderkant	4
5	5	0	222	18	slechte onderkant, veel verdroogde plekjes op onderste blad	1
6	5	1	227	12	wat open kroppen	3
7	7	3	278	7	mooie, gesloten kroppen, mooie onderkant	3
8	7	3	243	11	mooie kroppen, vrij goede onderkant	1
9	6	3	231	8	gebobbeld blad, donkerder	3
10	4	1	270	11	aan onderkant veel verdroogd blad	1

<sup>1)</sup> schaal 1 – 9: een hoger cijfer betekent minder graterigheid.

<sup>2)</sup> schaal 0 – 3: een hoger cijfer betekent minder rand.

<sup>3)</sup> schaal 1 – 5: een hoger cijfer betekent minder rot na bewaring.



**Figuur 17** De onderkant van slakroppen uit behandeling 3 (koeling water) en 5 (eerst 20°C, daarna 15°C watertemperatuur).

Graterigheid: De onderkant van de kroppen uit bassin 3 en 4 waren het meest gesloten. De kroppen uit behandeling 3 groeiden door de koeling vrij traag, waardoor ze bij de oogst fysiologisch gezien minder ver in ontwikkeling waren. Hoewel het niet is bepaald, was het droge stofgehalte van deze kroppen hoogstwaarschijnlijk ook hoger dan in andere behandelingen.

Rand: Relatief veel rand kwam voor bij behandeling 2 en 5. Hiervoor is niet direct een verklaring te geven.  
Netto kroggewicht: Behandeling 1 had het laagste gemiddelde kroggewicht. Hoewel er wel gebruik is gemaakt van belichting, is het lage kroggewicht mogelijk mede veroorzaakt door relatief veel schaduwwerking van de zuidgevel, waaraan dit bassin ook direct grensde. Daarnaast kan tijdelijk een lage pH ook schade aan het wortelstelsel veroorzaakt hebben. Door de groeiproblemen in behandeling 4 was het kroggewicht in deze behandeling ook relatief laag. Behandeling 7 en 10 hadden het hoogste kroggewicht. Behandeling 10 was de behandeling met de hoogste watertemperatuur + extra lucht/zuurstof toevoegen. Bij behandeling 7 werd *Bacillus subtilis* toegevoegd. Mogelijk heeft deze toevoeging de groei van de sla gestimuleerd.  
Percentage afval: Deze was het hoogst in behandeling 1 en 5. In behandeling 5 was de sla door de hoge watertemperatuur in de eerste periode relatief snel gegroeid en was de onderkant van de sla zwak. Dit geldt ook in mindere mate voor behandeling 10.  
Rot na bewaring: de meeste rot na bewaring werd gevonden in sla afkomstig uit bassin 5, 8 en 10. De sla uit bassin 5 en 10 waren bij relatief hoge watertemperaturen gegroeid en hadden bij de oogst ook al zwakke onderkanten.

In Figuur 18 zijn de wortels van de verschillende behandelingen te zien.



**Figuur 18** De wortels van de verschillende behandelingen in de derde slateelt.

**Tabel 6***Wortelgewicht en beschrijving uiterlijk wortels van de 3<sup>e</sup> lateelt.*

Bassinr.	Wortelgew. (g)	opmerkingen
1	21.1	lang, onderin wit, bovenin bruin (algen?) + veel vertakkingen
2	13.9	lang, egaal van kleur, grijsig, smalle wortelpruik
3	17.6	kort, bovenin erg vertakt, algen
4	20.9	heel kort, sterk vertakt, veel dode wortels
5	13.0	lang, wit, bovenin gelig, enigszins vertakt
6	16.8	lang, wit, bovenin gelig, enigszins vertakt
7	17.2	lang, gelig bovenin, onderaan witte wortels
8	18.4	lang, licht gelig, bovenin vrij vertakt
9	19.2	veel vertakking bovenin, dode wortels, groeistoring?, ondereind lang + wit
10	15.3	erg lang, vergeling, uiteinde witte wortels, weinig vertakking

Tussen de behandelingen zijn er verschillen in wortelkleur te zien, die deels werden veroorzaakt door verschillende kleur van de algen. Behandeling 4 heeft geleid tot veel dode wortels: deze waren zwart en kort. Behandeling 3 (waterkoeling) en 9 (hoge EC+niet circuleren) hadden vrij korte wortels (Tabel 6).

### 5.3.7 Phytophthora

In tabel 7 staan de resultaten van de wortelbemonstering die één maand na het inoculeren van de sporensuspensie is uitgevoerd. Hieruit blijkt dat alleen in bassin 7 t/tm<sup>10</sup> nog Phytophthora in de wortels kan worden aangetoond. In de bassins 1 t/m 4 wordt een maand na inoculatie geen Phytophthora meer worden teruggevonden. Wel kunnen er andere schimmels worden aangetoond waaronder Fusarium.

Tabel 7

Schimmeluitgroei op platen met uitgelegde sla wortels.

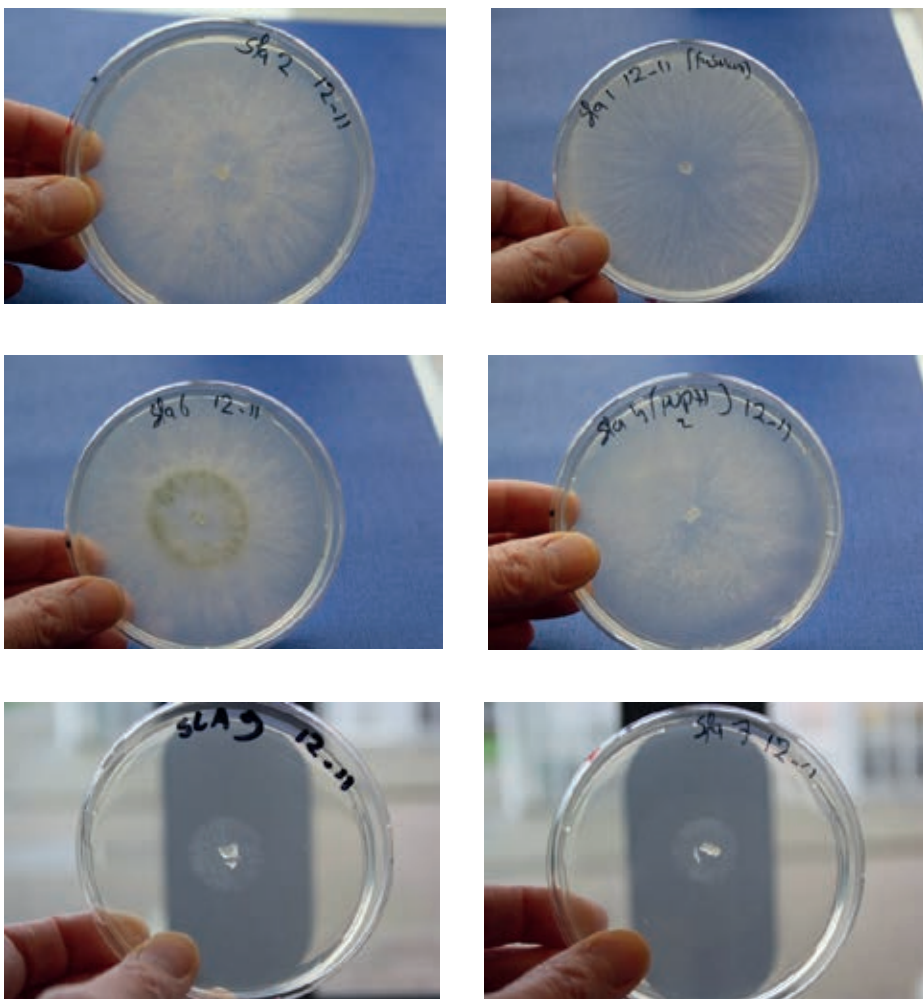
Bassin nr	Beschrijving wortels (visueel)	Beschrijving schimmel uitgroei op plaat (5 wortels/plaat). Dag3 en 6					Dag 6
		PDA					PVPH
		Phytophthora	Fusarium	ijle groei	Trichoderma	opm	uitgroei
1	Witte lange wortels, schoon, enkel deel glazig		2	3	+		2
2	Witte lange wortels, schoon.		2	4	+		2
3	Witte lange wortels met algen groei		3				0
4	Donkere afgestorven korte wortels					na 3 dagen diversiteit aan schimmel uitgroei	5
5	Witte lange wortels met algen groei. Enkel zwart puntje		3	2			0
6	Korte wortels met bruine wortelpunten			5	+	na 6 dagen diversiteit aan schimmel uitgroei	2
7	Glazige wortels	+	5				0
8	Wortels wit, enkele egaal licht bruin. Ook wortels met bruine wortelpunten. Algen groei	+		5			0
9	Glazige afgestorven wortels met bruine wortelpunten	+		5			0
10	Witte wortels, lang, enkele glazig	+		5			0

Van de worteltjes die op de voedingsbodems zijn uitgelegd is vervolgens een reinkweek gemaakt. In tabel 8 staat de beschrijving vermeld van de uitgroei van schimmels uit deze worteltjes. In figuur 19 zijn van de monsters uit bak 1, 2, 4.2, 6, 7 en 9 een aantal afbeeldingen van te zien.

Tabel 8

Visuele beoordeling van de schimmelgroei na herisolatie. De vetgedrukte platen zijn nader onderzocht met behulp van moleculaire identificatie.

Bassinr.	Visuele beoordeling schimmels
1	uitgroeit lijkt sterk op Fusarium
2	snelle witte groeier, mycellium groeit omhoog, ijle groei met septa
3	uitgroeit lijkt sterk op Fusarium
4.1	snelle witte groeier, mycellium groeit omhoog, ijle groei met septa
4.2	snelle witte groeier, mycellium groeit omhoog, ijle groei met septa
5	Trage groei, ijl zonder septa (mogelijk Phytophthora)
6	snelle witte groeier, mycellium groeit omhoog, ijle groei met septa
7	Trage groei, ijl zonder septa (mogelijk Phytophthora)
8	Trage groei, ijl zonder septa (mogelijk Phytophthora)
9	Trage groei, ijl zonder septa (mogelijk Phytophthora)
10	uitgroeit lijkt sterk op Fusarium



**Figuur 19** Petrischalen met slaworteltjes en schimmelgroei.

Na de visuele beoordeling van de schimmelgroei na herisolatie zijn een aantal platen uitgezocht. De schimmels op deze platen zijn nader onderzocht met behulp van moleculaire identificatie.

In tabel 9 staan de geanalyseerde schimmels met de daarbij behorende fragmentgrootte en het sequentienummer. In Figuur 20 zijn de bandjes te zien van de PCR producten zoals geamplificeerd met primers ITS1/ITS4.

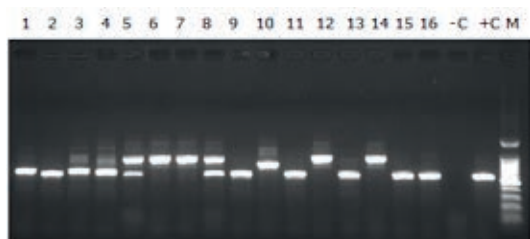
In tabel 10 staan de resultaten vermeld van de analyse en daaruit blijkt dat er verschillende schimmels zijn gevonden.

Tabel 9

*Geanalyseerde schimmels.*

Nr.	Code/Beschrijving	Fragment grootte	Seq. nr
		Zie Fig. 1	
1	Sla 2, wit plat wollig (*)	700	s1
2	Sla 3, Fusarium sp. ?(*)	700	s2
3	Sla 4.1, wit(*)	700	s3
4	Sla 4.2, wit(*)	700	s4
5	Sla 7, ijl(*)	900/700	X
6	Sla 8, ijl(*)	900	s5
7	Sla 9, ijl(*)	900	s6
8	Sla 10, ijl(*)	900/700	X

(X) niet bruikbaar voor sequentie analyse door dubbele band (2 soorten, nr. 5 bestaat waarschijnlijk uit nr. 4 en nr. 6).



**Figuur 20** PCR producten zoals geamplificeerd met primers ITS1/ITS4.

Tabel 10

*Identiteit volgens BLAST search analyse van ITS fragmenten*

Seq.Nr.	Code/Beschrijving	Identiteit (note)
s1	Sla 2, wit plat wollig (*)	>99% <i>Trichoderma asperellum</i>
s2	Sla 3, Fusarium sp. ?(*)	>99% <i>Fusarium oxysporum</i>
s3	Sla 4.1, wit(*)	>99% <i>Trichoderma asperellum</i>
s4	Sla 4.2, wit(*)	62% unclassified Fungi <sup>(1)</sup>
s5	Sla 8, ijl(*)	>99% (uncultured ) <i>Pythium</i> ; <i>P. lutarium</i> <sup>(2)</sup>
s6	Sla 9, ijl(*)	>99% <i>Pythium lutarium</i> ; <i>diclinum</i>

<sup>(1)</sup> slechte sequentie, dubbel signaal (geen rein isolaat).

<sup>(2)</sup> moeilijk onderscheid te maken tussen de soorten *P. lutarium*; *diclinum*; *dissotocum*.

# 6 Proef 4: sateelt december 2013- maart 2014

## 6.1 Inleiding

In deze laatste teelt van sla binnen dit project is opnieuw aan een aantal bassins de schimmel Phytophthora aan de slaplantjes toegevoegd.

Het doel was ook in deze proef om na te gaan welke behandelingen effectief zijn tegen de schimmel Phytophthora.

## 6.2 Materiaal en methoden

In de proef zijn is gekeken naar het effect van wel of niet toevoegen van de pathogeen al dan niet in combinatie met toevoeging van Bacillus subtilis of Compete plus. Compete plus bevat onder andere een zestal verschillende Bacillus soorten. Daarnaast was er nog een behandeling waarbij geen of wel toedienning van Phytophthora werd gecombineerd met Compete plus dat steriel was gemaakt. Dit is gedaan om na te gaan of bij een eventueel effect de verklaring moet worden gezocht in de werking van levende organismen of andere componenten. In tabel 11 zijn de behandelingen per bassin weergegeven en in Figuur 22 de kasplattegrond met de behandelingen.

Tabel 11

*Per bassin de verschillende (combinaties van) behandelingen bij de 4<sup>e</sup> sateelt.*

Bassin	Phytophthora	Bacillus subtilis	Compete plus
1	ja	nee	nee
2	ja	nee	ja
3	ja	ja	nee
4	ja	nee	ja (steriel)
5	nee	nee	nee
6	nee	nee	nee
7	ja	nee	ja (steriel)
8	ja	ja	nee
9	ja	nee	ja
10	ja	nee	nee

In de behandelingen in deze teelt is er dus geen variatie aangebracht in EC, pH, O<sub>2</sub>, circulatie of watertemperatuur. De watertemperatuur kon meebewegen met de ruimtetemperatuur. Door de circulatiepomp 1 kwartier per uur te laten draaien werd getracht om de watertemperatuur in alle bassins wat omhoog te brengen. Omdat bleek dat dit onvoldoende was, is de pomp vanaf week 5 op 30 minuten per uur circuleren gezet.

Overige proefgegevens:

Kasruimte	Kas 504 van Wageningen UR Glastuinbouw locatie Bleiswijk
Ras	Gardia
Zaaidatum en klimaat	29 november 2013, 15°C
Uit klimaatcel	2 december 2013
Op systeem gezet	9 december 2013 (Figuur 21)
Plantdichtheid	Start 28 planten/m <sup>2</sup> , op 11 februari 2014 overgezet op andere drijvers naar 14 planten/m <sup>2</sup>
Oogstdatum	24 maart 2014
Klimaat	Vanaf 24 januari is er belicht afhankelijk van de momentane straling.
Gewasbescherming	Een maand na het planten is een keer Rovral toegepast. Vanwege een luisaantasting is een keer Pirimor gebruikt.
Waarnemingen	<ul style="list-style-type: none"><li>- ca. 2 maal per week handmeting van temperatuur, het O<sub>2</sub>-gehalte en de redoxpotentiaal in het bassinwater</li><li>- wekelijks meting van pH en EC</li><li>- beoordeling op fysiogene afwijkingen</li><li>- bij oogst netto oogstgewicht van 16 kroppen per behandeling</li></ul>



**Figuur 21** Op 9 december werden de plantjes op het Dry Hydroponics systeem gezet.



standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid
wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur
pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard
toevoegen Phytophthora	toevoegen Phytophthora toevoegen Compete plus	toevoegen Phytophthora toevoegen Bacillus subtilis	toevoegen Phytophthora toevoegen Compete plus steriel	geen Phytophthora toevoegen
1	2	3	4	5
standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid	standaard stroomsnelheid
wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur	wisselend kasttemperatuur
pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard	pH standaard EC standaard
geen Phytophthora toevoegen	toevoegen Phytophthora toevoegen Compete plus steriel	toevoegen Phytophthora toevoegen Bacillus subtilis	toevoegen Phytophthora toevoegen Compete plus	toevoegen Phytophthora
6	7	8	9	10

**Figuur 22** Kasplattegrond bassins en de behandelingen.

### *Phytophthora*

In de vorige proef bleek het lastig te zijn om de *Phytophthora* in de slaplantjes te vermeerderen en te verspreiden. Daarom is eerst een kortlopend pathogeniteitsproefje uitgevoerd met het nieuw verzamelde isolaat van *Phytophthora cryptogea*.

In een bakje met 8 slaplantjes in plugjes is in totaal 250 ml *Phytophthora cryptogea* suspensie ( $2.2 \cdot 10^5$  sp/ml) toegevoegd. In een ander bakje met 8 slaplantjes in plugjes is een zelfde hoeveelheid met alleen water gedaan. De bakken zijn afgesloten met een deksel en bij kamertemperatuur weggezet. Regelmatig is het wortelgestel van de planten beoordeeld op aantasting. De slaplantjes met water bleven gezond. Na 10 dagen bleek bij de besmette planten de worteltjes bruin te zijn verkleurd. Van deze worteltjes is wat materiaal geïsoleerd en het toegevoegde isolaat van *Phytophthora cryptogea* kon worden aangetoond.

### *Bacillus subtilis*

Op 7 januari 2014 en 4 februari 2014 is *Bacillus subtilis* (104 µl is opgelost in 200 ml water) toegevoegd aan de slaplantjes in de bassins. Aan de eerste 2 rijen van bak 3 en 8 (12 pluggen) is 5 ml oplossing in de plugjes met een pipet toegevoegd. De pipet werd ongeveer 2 cm diep in de plug gestoken.

### *Compete plus*

*Compete plus* is toegevoegd in de bassins nummer 2 en 9. In totaal is 1.4 gram *Compete plus* opgelost in 1000 ml water. Per bassin is 5\*100 ml oplossing toegevoegd (tussen de vlonders, aan het eind en aan het begin).

### *Compete plus steriel*

Ook bij de steriel gemaakte *Compete plus* is 1.4 gram opgelost in 100 ml water. Deze oplossing is door een bacteriefilter (0.2µm) gefiltreerd om alle micro-organismen uit de oplossing te halen. Het filtraat is opgelost in 1000 ml. Per bassin is 5\*100 ml oplossing toegevoegd (tussen de vlonders, aan het eind en aan het begin). Dit is gedaan in bassin 4 en 7.

De eerste behandelingen met Bacillus en Compete zijn uitgevoerd voordat de schimmel *P. cryptogea* aan de plantjes is toegevoegd. Op 9 januari 2014 is *P. cryptogea* toegevoegd aan de eerste 2 rijen (12 planten) van bassins 1 t/m 4 en 7 t/m 8. Per plugje is 2\* 2.5 ml oplossing met een pipet toegevoegd.

Op 17 januari 2014 is nogmaals een inoculatie uitgevoerd. Hierbij zijn de planten van de 3<sup>e</sup> rij met *P. cryptogea* (625 sp/ml) behandeld. Elke plant is kort met de wortels in 250 ml suspensie gedompeld en terug geplaatst in het bassin. Het restant van de 250 ml suspensie waarin is gedompeld is vervolgens in het midden van het bassin gegoten.

Werkvolgorde: bassin 1,10, 4,7, 3,8, 2,9.

De derde en laatste inoculatie is uitgevoerd op 4 februari 2014. Dit was gekijk met een tweede keer toedienen van Bacillus, Compete Plus en Compete Plus steriel. Deze keer is de schimmel bij de 4<sup>e</sup> rij planten toegediend aan de bassins 1 t/m 4 en 7 t/m 10. Sporensuspensie werd verdund tot 1000 sp/mL. 250 ml. De plantjes zijn gedompeld in de zoosporen suspensie en de overgebleven suspensie is in het midden van het bassin gegoten.

#### *Beoordeling en analyse*

Op 23 januari 2014 zijn de worteltjes van de sla planten beoordeeld op een Phytophthora aantasting. Op 11 maart 2014 zijn worteltjes verzameld voor analyse op de aanwezigheid van Phytophthora. Hierbij zijn worteltjes verzameld voor uit de bak waar de planten staan die opzettelijk zijn geïnfecteerd, en achteruit de bak. Bij het verzamelen is ook een onderscheid gemaakt tussen bruine en witte worteltjes.

## 6.3 Resultaten en discussie

### 6.3.1 Kasklimaat

De sla is gegroeid bij een gemiddelde etmaaltemperatuur en RV van respectievelijk 10.7°C en 75%. Het geraisserde CO<sub>2</sub>-gehalte op de dag was 586 ppm. In week 4 is begonnen met bijbelichten en van week 5 t/m 10 is er gemiddeld 8 uur per dag belicht met ruim 50 µmol/m<sup>2</sup>/s.

### 6.3.2 Watertemperatuur

In Figuur 23 is het verloop van de watertemperatuur tijdens de teelt weergegeven. Omdat het grote aantal lijnen in de volgende figuren de overzichtelijkheid niet ten goede komt, zijn voor de herhalingen per behandeling bij elkaar genomen en gemiddeld. Hierbij zijn de volgende coderingen gemaakt;

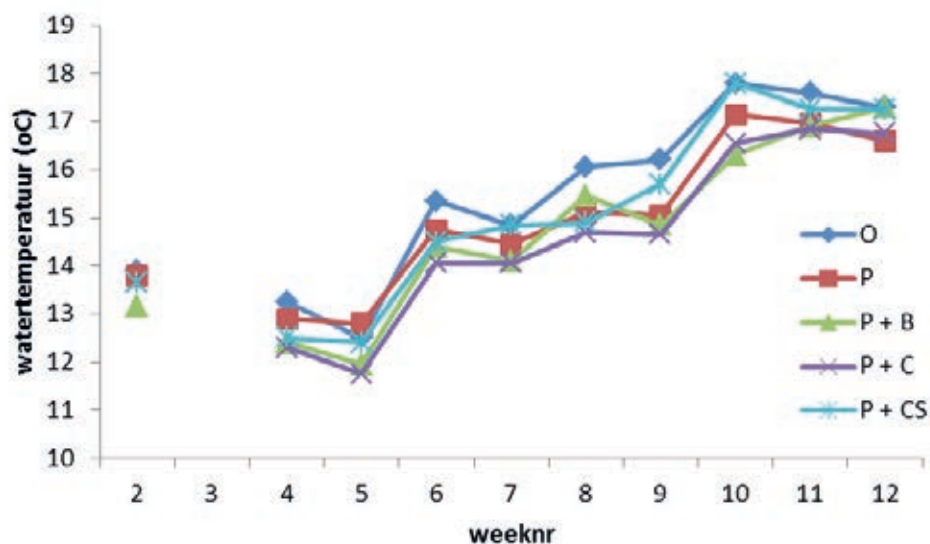
O : onbehandeld

P : toevoeging Phytophthora

P + B : toevoeging Phytophthora + Bacillus subtilis

P + C : toevoeging Phytophthora + Compete plus

P + CS : toevoeging Phytophthora + steriel gemaakte Compete plus

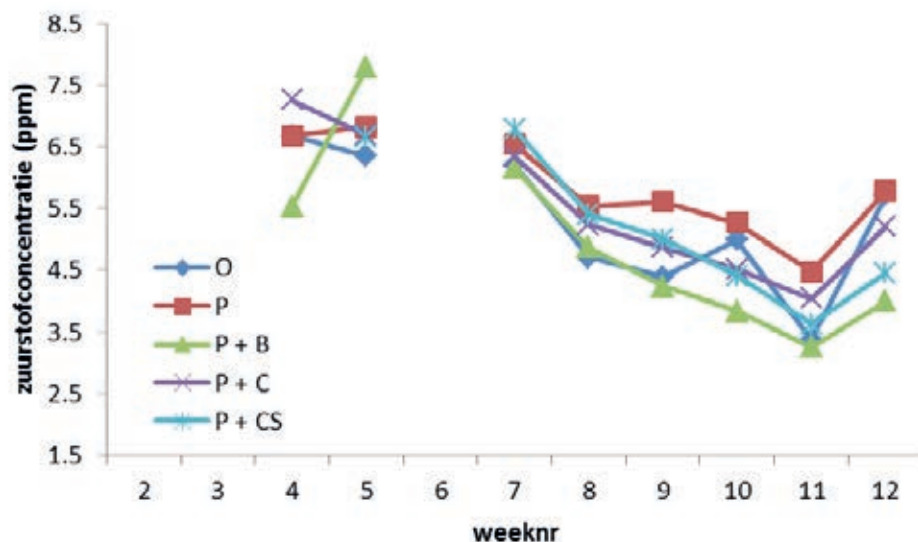


**Figuur 23** Het verloop van de watertemperatuur per week in de 4<sup>e</sup> slateelt.

De watertemperatuur daalde langzaam van ongeveer 13.5°C in week 2 tot ca. 12.5°C in week 5. Door het langer laten draaien van de circulatiepomp en toenemende instraling steeg de watertemperatuur naar 16 – 17°C in de laatste 2 weken van de teelt.

### 6.3.3 Zuurstofgehalte water

In Figuur 24 is het verloop van de zuurstofconcentratie in het water tijdens de teelt weergegeven.

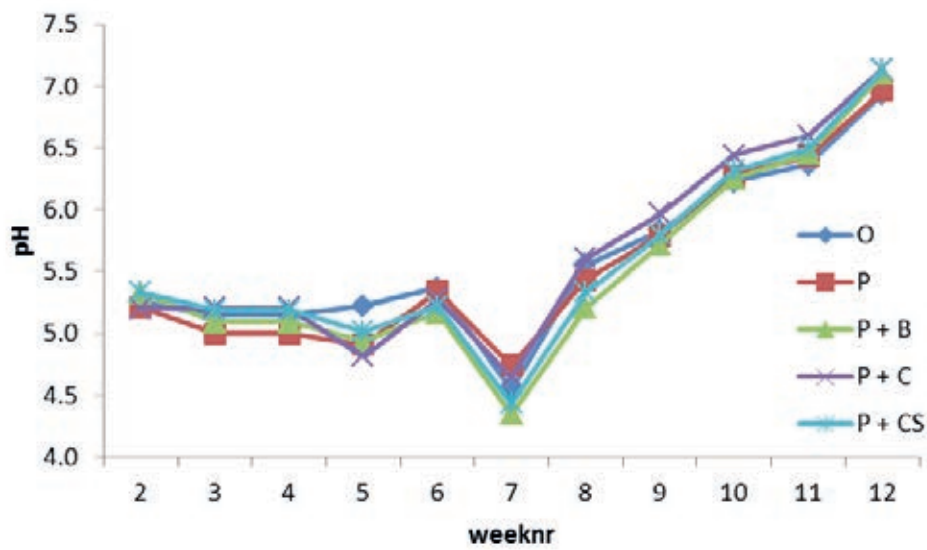


**Figuur 24** Zuurstofconcentratie bij de verschillende behandelingen.

Het zuurstofgehalte daalde langzaam van circa 6.5 ppm in week 4 tot ca. 4.5 ppm in week 12. Tussen de behandelingen waren de verschillen vrij klein. Opvallend is dat het zuurstofgehalte in de laatste weken van de teelt wat hoger was bij toevoeging van Phytophthora.

### 6.3.4 pH

In Figuur 25 is het verloop van de pH tijdens de teelt weergegeven.

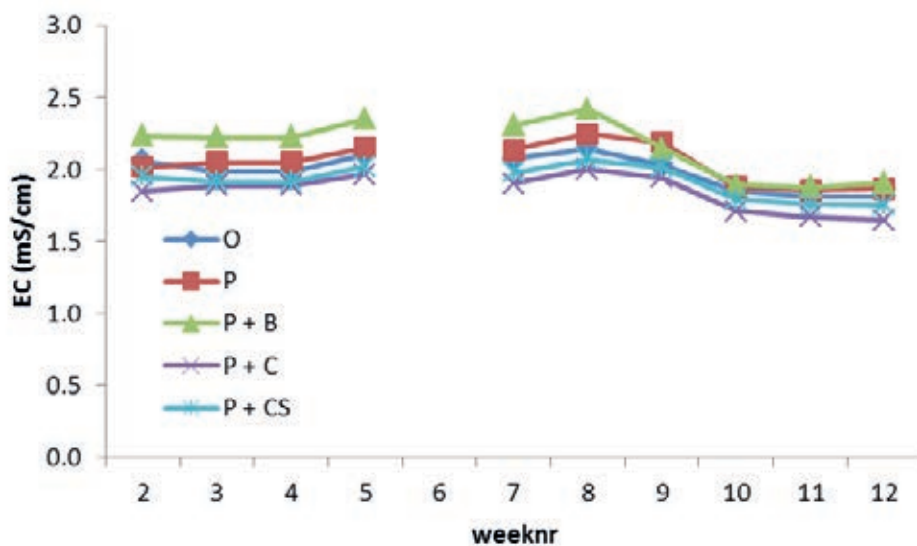


**Figuur 25** pH in het bassinwater bij de verschillende behandelingen.

In de 1<sup>e</sup> 5 weken is de pH redelijk stabiel en ligt rond de 5. Vanaf week 8 stijgt deze gestadig naar 7. Er waren weinig verschillen tussen de behandelingen.

### 6.3.5 EC

In Figuur 26 is het verloop van de EC tijdens de teelt weergegeven.

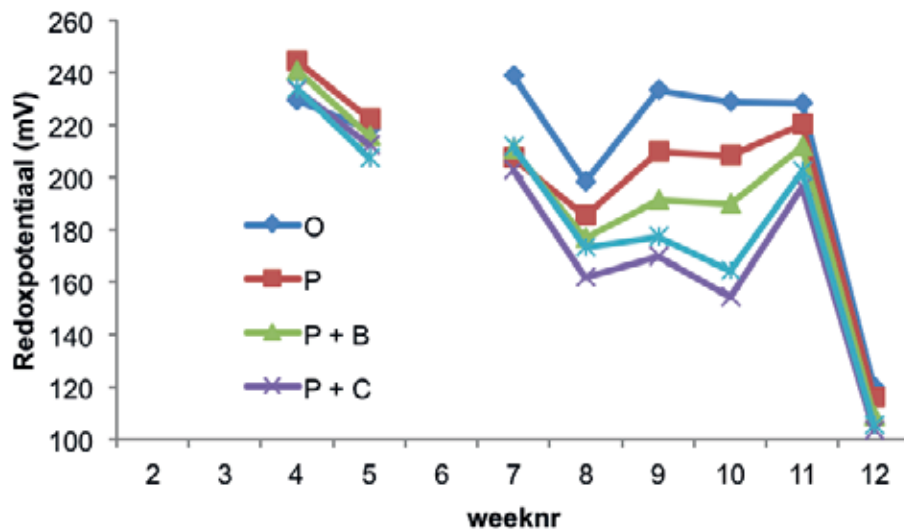


**Figuur 26** Het verloop van de EC bij de 5 behandelingen.

Bij alle behandelingen schommelde de EC rond de 2 mS/cm en daalde licht in de laatste weken van de proef door opname van voedingsstoffen door de plant.

### 6.3.6 Redoxpotentiaal

De redoxpotentiaal bij de verschillende behandelingen is weergegeven in Figuur 27.



**Figuur 27** De gemeten redoxpotentiaal bij de vijf behandelingen in de 4<sup>e</sup> slateelt.

In het begin waren er weinig verschillen tussen de behandelingen in redoxpotentiaal. In week 7 t/m 11 ontstonden er wel duidelijke verschillen. In de behandelingen met Compete plus al dan niet steriel gemaakt was de redoxpotentiaal laag ofwel waren er veel oxiderende stoffen, terwijl dit bij onbehandeld juist niet het geval was.

Opvallend is de sterke daling bij alle behandelingen in week 12.

### 6.3.7 Effecten op groei en productie.

Met de toenemende hoeveelheid licht in het voorjaar groeide de sla goed en konden er zware kroppen worden geoogst. Er traden geen fysiogene afwijkingen, zoals rand en glazigheid op.



**Figuur 28** Foto van de slaproef op de 10 bassins genomen op 7 maart.

**Tabel 12**

Resultaten van de productiemeting bij de oogst op 24 maart 2014.

Behandeling	Nettokropgewicht (g)	% Afval	Wortelgewicht (g)
Onbehandeld	470	11	30.7
Phytophthora	486	10	28.6
Phytophthora + Bacillus subtilis	(434)	(17)	34.4
Phytophthora + Compete plus	481	14	33.3
Phytophthora + Compete plus steriel	530	12	32.9

In de proef zijn er zware kroppen geoogst. In de behandeling Phytophthora + steriel gemaakte Compete plus waren de kroppen het zwaarst en in de behandeling Phytophthora + Bacillus subtilis waren de kroppen het minst zwaar en hadden de planten relatief veel afval. In deze laatste behandeling zat aan het eind van de teelt een bladluisaantasting. Het is niet duidelijk in hoeverre dit een rol heeft gespeeld bij het nettokropgewicht (laagste van alle behandelingen). Met ruim 34 g per plant had deze behandeling wel relatief zware wortels. De wortels uit de behandeling met alleen Phytophthora leken het minst zwaar te zijn.



**Figuur 29** Wortels afkomstig van respectievelijk de behandelingen O, P, P+B, P+C en P+CS.

De wortels zagen er in het algemeen goed uit. Soms vertoonden ze wat bruinverkleuring op de wortelpunten (zie Figuur 30) wat veelal veroorzaakt werd door een aantasting met Phytophthora.



**Figuur 30** Soms was er bruinverkleuring van de wortelpunten te zien. In de gemarkeerde blokjes is een aantasting van Phytophthora te zien.

### 6.3.8 Phythophthora

Bij de beoordeling op 23 januari 2014 bleek dat bij de besmette bakken de wortels bruine puntjes hadden. Bij de onbesmette bakken waren de wortels geheel wit.

In tabel 13 staan de resultaten vermeld van de moleculaire analyse die uitgevoerd is op 5 wortelmonsters per bak.

In de bakken waarin geen Phytophthora is geïnoculeerd bij de planten (= gezonde controle) is dit ook niet aangetoond in de wortels. De schimmel is wel aangetoond in de worteltjes van de monsters uit de bakken 1 en 10 (zieke controle). Enkele monsters uit de andere bakken zijn positief (Ct-waarde tussen 29-36).

Tabel 13

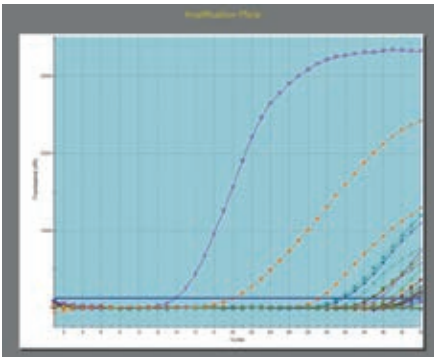
Detectie van *Phytophthora cryptogea* in slawortels met behulp van PCR diagnostiek. De Ct-waarde geeft relatieve informatie over de hoeveel schimmel dat in het monster aanwezig was. Ct-waarden lager dan 37 zijn positief; Ct-waarden hoger dan 37 geven een negatief resultaat aan.

Nr.	Bak Nr.	plaats in bak	symptomen, wortel	Phytophthora	Behandeling:	Plant Nr.	Ct (dR)	
							(1) COX-PCR Fig. 1	(2) Phyt. PCR Fig.2
1	1	voorin bak	wit	+	geen	1	20.67	39.35
2			bruin			2	18.92	37.78
3			bruin			3	19.36	39.29
4		achter uit bak	wit			4	20.75	38.54
5			bruin			5	21.56	No Ct
6	2	voorin bak	wit	+	toevoegen Compete plus	1	18.86	No Ct
7			bruin			2	20.53	39.18
8			bruin			3	19.3	36.79
9		achter uit bak	wit			4	19.85	38.68
10			bruin			5	20.43	38.59
11	3	voorin bak	wit	+	toevoegen Bacillus subtilis	1	19.97	38.37
12			bruin			2	20.96	No Ct
13			bruin			3	19.35	38.99
14		achter uit bak	wit			4	19.22	37.84
15			bruin			5	19.71	No Ct
16	4	voorin bak	wit	+	toevoegen Compete plus steriel	1	19.43	34.7
17			bruin			2	20.27	38.8
18			bruin			3	20.92	No Ct
19		achter uit bak	wit			4	20.88	34.62
20			bruin			5	19.9	No Ct
21	5	voorin bak	wit	-	geen	1	20.83	No Ct
22			bruin			2	18.57	No Ct
23			bruin			3	20.89	No Ct
24		achter uit bak	wit			4	19.45	No Ct
25			bruin			5	18.77	No Ct
26	6	voorin bak	wit	-	geen	1	19.76	No Ct
27			bruin			2	19.35	No Ct
28			bruin			3	18.87	No Ct
29		achter uit bak	wit			4	19.14	No Ct
30			bruin			5	19	No Ct
31	7	voorin bak	wit	+	toevoegen Compete plus steriel	1	20.65	35.55
32			bruin			2	20.71	39.09
33			bruin			3	20.68	38.95
34		achter uit bak	wit			4	19.83	37.58
35			bruin			5	21.08	No Ct
36	8	voorin bak	wit	+	toevoegen Bacillus subtilis	1	20.26	37.78
37			bruin			2	19.61	39.18
38			bruin			3	19.43	33.1
39		achter uit bak	wit			4	20.11	39.31
40			bruin			5	20.24	39.35
41	9	voorin bak	wit	+	toevoegen Compete plus	1	19.9	No Ct
42			bruin			2	19.88	34.73
43			bruin			3	19.37	36.57
44		achter uit bak	wit			4	19.93	No Ct
45			bruin			5	19.52	38.66
46	10	voorin bak	wit	+	geen	1	20.87	31.26
47			bruin			2	19.1	No Ct
48			bruin			3	19.43	29.17
49		achter uit bak	wit			4	18.47	31.8
50			bruin			5	18.41	No Ct
51	ntc						No Ct	No Ct
52	ntc						No Ct	No Ct
53	neg C						20.53	No Ct
54	pos C						22.59	31.58
55	pos C						No Ct	13.89
56	posC						35.47	19.98

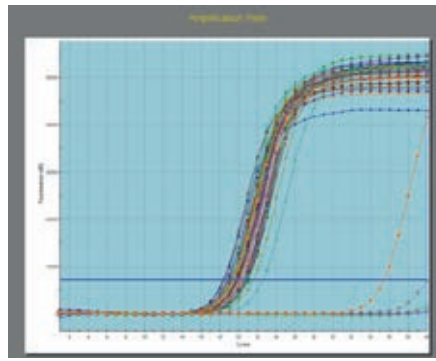
(1) Threshold: 7106.71; intern coltrale, DNA kwaliteit/kwantiteit is goed, Ct-waarde rond 20.

(2) Threshold: 1167; detectie van Phyt. Cryptogea.





**Figuur 31** Amplificatie-curves voor de COX-PCR (interne controle voor DNA kwaliteit en kwantiteit). Het aantal cycli waarbij de stijgende S-curve de blauwe drempelwaarde lijn doorkruist, bepaalt de Ct waarde.



**Figuur 32** Amplificatie-curves voor de *Phytophthora cryptogea*-PCR. Het aantal cycli waarbij de stijgende S-curve de blauwe drempelwaarde lijn doorkruist, bepaalt de Ct waarde.



# 7 Conclusies

Aan het begin van het project is aangegeven dat het onderzoek zou moeten leiden tot:

1. Ontwerpeisen voor ziekteverende, nuttige organismen en gewasgroei stimulerende substraatloze systemen
2. Ziektebeheersingsmaatregelen en strategieën voor substraatloze teelt.

- Afgaande op de resultaten van de vier proeven sla op water heeft dit onderzoek het volgende opgeleverd:
- Het telen van sla is goed mogelijk op het aangelegde Dry Hydroponics systeem. Groot voordeel is ook dat in de bassins heel veel regelingen mogelijk zijn zoals: koelen en verwarmen, pH en EC instellingen, beluchten en circuleren.
- Sla die in kokospluggen zijn gezaaid blijven wat achter in groei in vergelijking met steenwolblokjes en sublimespotjes. Dit blijkt te worden veroorzaakt door het gemakkelijk uitdrogen van de kokospluggen in de startfase op het systeem, maar kan opgelost worden door in het begin vaker bovenlangs water te geven.
- Een hogere watertemperatuur geeft een snellere groei, maar ook meer kans op een zwakkere krop sla.
- Een lagere watertemperatuur van 9 °C verhoogt het zuurstofgehalte met 2 à 3 ppm maar zorgt ook voor een groeivertraging. Als gevolg daarvan is het kroggewicht bij de oogst lager, maar is er ook weinig afval.
- Een lage pH (<4) is riskant i.v.m. wortelafsterving, waardoor planten met zonnig weer makkelijk slap gaan, wat resulteert in erg donkere planten geeft en een laag kroggewicht bij de oogst.
- Continu beluchten geeft een hoog zuurstofgehalte, maar ook een groeivertraging. Beweging van het water door het lucht borrelen doet de wortels en de plant iets bewegen, wat waarschijnlijk groeivertragend werkt. Daarnaast lijkt er ook een ander microleven te ontstaan. Dit was zichtbaar aan de groei van bruinachtige algen bij de 'borrel'behandelingen.
- Het borrelen met lucht maakte de sla gevoelig voor rotte onderkanten van de kroppen, mogelijk als gevolg van een vochtig klimaat net boven de pot.
- Bij het niet circuleren van het water kan het zuurstofgehalte dalen tot 1 ppm.
- Bij de behandeling met dissolved oxygen (DO) vergeelde de sla heel snel. Dit probleem ontstond door te hoge gehalten Mn (125 tot 150 maal te hoog) en Cu (70 maal te hoog). Na onderzoek bleek dat Mn en Cu vrij kwam uit de gebruikte materialen van de DO-installatie. In de DO-behandeling kan een hoog zuurstofgehalte worden behaald maar in de proeven functioneerde de apparaten onvoldoende en daardoor kon niet altijd het hoge zuurstofgehalte worden gehaald. De fabrikant van de apparaten kreeg ze niet goed werkend en daarom zijn ze in de laatste slaproef niet meer gebruikt.
- Tussen de diverse behandelingen zijn er duidelijke verschillen bij de wortels waargenomen in gewicht, kleur en vorm.
- In de proef (3<sup>e</sup> slaproef) waarbij Phytophthora opzettelijk is geïnfecteerd bleek de schimmel zich nauwelijks te vermeerderen. Bij controle werd nog maar een deel teruggevonden en daarnaast werden er nog een aantal andere schimmels waargenomen. Dit maakt het lastig om de effectiviteit van de verschillende behandelingen te bepalen. Een van de behandelingen was het toevoegen van Bacillus subtilis . Deze toevoeging leek wel een effect te hebben; de groei van sla werd er in een proef door gestimuleerd.
- Na het infecteren van een aantal planten met Phytophthora (4<sup>e</sup> slaproef) kon deze schimmel wel worden teruggevonden in de bassins waarin het werd aangebracht. In de bassins waarin de schimmel niet opzettelijk werd aangebracht is die ook niet aangetoond.
- Helaas waren de resultaten van de diverse behandelingen (Bacillus subtilis, Compete Plus en steriel Compete plus) dusdanig wisselend dat er geen harde uitspraken over gedaan kunnen worden.

Er zijn dankzij dit onderzoek wel een aantal goede resultaten geboekt op met name het gebied van de teelt (regeling pH, zuurstof, waterbeweging). Voor de ziektebeheersing blijkt het allemaal niet zo eenvoudig te liggen als men zou wensen. Daarom zal het onderzoek voortgezet moeten worden. Het verdient aanbeveling om dat in kleinere bassins en in meer herhalingen te gaan uitvoeren.

Na de vier slateelten op water was dit project afgelopen en is het onderzoek verder gegaan met chrysant op water. Ook een PT project.

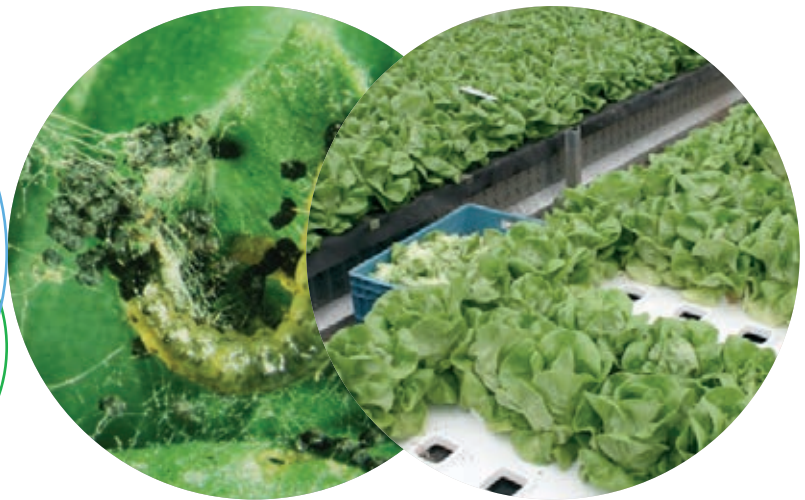








To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



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

Glastuinbouw Rapport GTB-1335

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

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