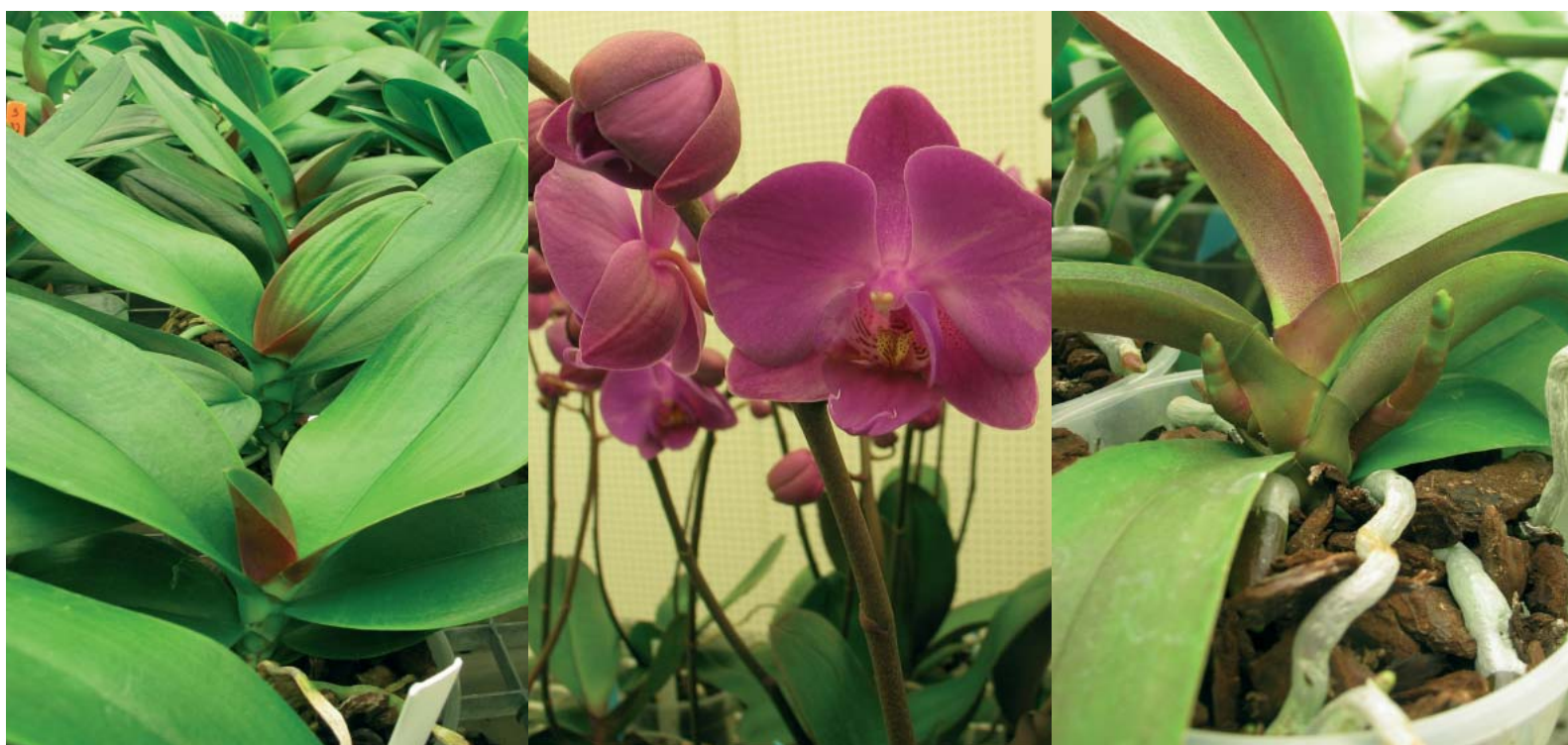


# Nachtbelichting en CO<sub>2</sub>-dosering bij Phalaenopsis

Tom Dueck, Esther Meinen & Arca Kromwijk







WAGENINGEN **UR**

*For quality of life*

---

# Nachtbelichting en CO<sub>2</sub>-dosering bij Phalaenopsis

Tom Dueck, Esther Meinen & Arca Kromwijk

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw



## **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Bornsesteeg 65, 6708 PD Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 01  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

|   | pagina |
|---|--------|
| Voorwoord   | 1      |
| Samenvatting  | 3      |
| 1    Introductie  | 5      |
| 2    Materialen en Methoden   | 7      |
| 2.1   Plantmateriaal en teelt   | 7      |
| 2.1.1   Plantmateriaal  | 7      |
| 2.1.2   Teeltcondities  | 7      |
| 2.2   Behandelingen   | 8      |
| 2.3   Metingen  | 8      |
| 2.3.1   Bladontwikkeling en bladafplitsing  | 8      |
| 2.3.2   Malaat  | 9      |
| 2.3.3   Bloei   | 9      |
| 2.3.4   Destructieve oogst  | 9      |
| 2.3.5   Statistiek  | 9      |
| 3    Resultaten en Discussie  | 11     |
| 3.1   Algemeen  | 11     |
| 3.2   Klimaat   | 11     |
| 3.3   Resultaten opkweek  | 12     |
| 3.3.1   Bladafplitsing en bladoppervlakte   | 13     |
| 3.3.2   Biomassa  | 16     |
| 3.3.3   Malaat  | 17     |
| 3.4   Resultaten afkweek  | 19     |
| 3.4.1   Bloei en kwaliteit  | 19     |
| 3.4.2   Biomassa  | 23     |
| 3.4.3   Relatie biomassa en bloei   | 24     |
| 4    Conclusies   | 29     |
| 5    Referenties  | 31     |
| Bijlage I.    Voedingsoplossing   | 1      |
| Bijlage II.   Voorbeeld gerealiseerd klimaat  | 1      |
| Bijlage III.   Biomassa van 4 Phalaenopsis cultivars bij einde opkweekfase (30 weken) | 1      |
| Bijlage IV.   Percentage 1, 2 en 3-takkers per behandeling                            | 1      |
| Bijlage V.    Gemiddeld aantal bloemknoppen per bloemtak bij 1-takkers en 2-takkers   | 1      |



# Voorwoord

De teelt van Phalaenopsis duurt relatief lang en de daarbij komende energiekosten zijn hoog. Om de efficiëntie in de teelt te verhogen, zijn twee aspecten naar voren gekomen die in deze studie zijn onderzocht: het niveau van CO<sub>2</sub>-dosering in de op- en afweekfase, en de uren in een etmaal (tijdsduur) waarin CO<sub>2</sub> opgenomen kan worden. Phalaenopsis is een CAM plant waarbij CO<sub>2</sub> 's nachts wordt opgenomen en gebonden in de vorm van malaat, en vervolgens vindt in het licht fotosynthese plaats. Verondersteld werd dat deze aspecten van CO<sub>2</sub>-opname door Phalaenopsis een rol kunnen spelen bij het optimaal gebruik van CO<sub>2</sub>.

Op verzoek van de Landelijke Potorchideeën commissie van LTO-Groeiservice heeft Wageningen UR Glastuinbouw het hier beschreven project uitgevoerd, dat zich richt op het in kaart brengen van de invloed van CO<sub>2</sub>-dosering en dag- en nachtlengte op de CO<sub>2</sub>-opname bij Phalaenopsis. Het project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (project nr. 12999), en het plantmateriaal is gratis beschikbaar gesteld door Floricultura en Anthura.

Het onderzoek vond plaats in Wageningen onder begeleiding van Jeroen van Weerdenburg, Sander Vijverberg, Peter van Os en Menno Gobielle.

Tom Dueck  
Wageningen UR Glastuinbouw  
November 2008

Dit onderzoek heeft veel belangstelling gehad in de vorm van bezoeken door een groot aantal telers. Er is ook aan aantal publicaties en voordrachten gehouden over de resultaten van dit project. Deze volgen hieronder:

- Dueck, T. & A. Kromwijk, 2007.  
Nachtbelichting en CO<sub>2</sub>-dosering bij op- en afweek Phalaenopsis. Gewasnieuws Potorchidee 10: 2/13 oktober 2007.
- Dueck, T., 2008.  
Voortgang onderzoek nachtbelichting en CO<sub>2</sub>. Gewasnieuws Potorchidee 11:1/22 maart 2008.
- Van Lier, A., A. Kromwijk & T.A. Dueck, 2008.  
Aan de slag met CO<sub>2</sub> in Phalaenopsis. Vakblad voor de Bloemisterij 32:42-43.
- Dueck, T., A. Kromwijk & E. Meinen, 2008.  
Phalaenopsis: Nachtbelichting en CO<sub>2</sub>-dosering. Presentatie voor de Landelijke Potorchidee commissie, Wageningen, 15 juli 2008.
- Dueck, T. & E. Meinen, 2008.  
Nachtbelichting en CO<sub>2</sub>-dosering bij op- en afweek. Gewasnieuws Potorchidee 11:2/11 oktober 2008.
- Kierkes, M. & T. Dueck, 2008.  
In afweekfase CO<sub>2</sub> doseren geeft meer takken bij Phalaenopsis. Onder Glas 11: 48-49, november 2008.





## Samenvatting

Het benutten van licht, van groot belang voor de groei en productie van Phalaenopsis, kan in belangrijke mate worden beïnvloed door het doseren van extra CO<sub>2</sub>. Phalaenopsis planten met een CAM metabolisme nemen CO<sub>2</sub> op gedurende de nacht en binden het in de vorm van malaat. In de lichtperiode gaan de huidmondjes dicht, CO<sub>2</sub> wordt vrijgemaakt uit malaat en gebruikt voor de fotosynthese. Fotosynthese is alleen mogelijk tijdens de lichtperiode en in aanwezigheid van CO<sub>2</sub>. Theoretisch is het mogelijk dat tijdens de lichtperiode malaat "op" is en er geen CO<sub>2</sub> beschikbaar is voor de fotosynthese. Kortere licht- en donkerperiodes zouden kunnen voorkomen dat malaat beperkend wordt voor de fotosynthese. Een optimalisering van licht en CO<sub>2</sub> zou kunnen leiden tot een snellere groei en dus verkorting van de teeltduur.

In dit experiment werden de effecten van een dag/nacht cyclus van 6/6 uur vergeleken met een 12/12 uur cyclus, beide met of zonder toediening van 1000 ppm CO<sub>2</sub> op Phalaenopsis. Vier cultivars van Phalaenopsis werden geteeld gedurende 48 weken en onderzocht op de groei in de opweefphase en de bloemkwaliteit in de afweefphase.

Gebleken is dat een verkorte dag/nacht cyclus van 6/6 uur niet heeft geleid tot een verhoging van de groei, gemeten in bladoppervlak en plant biomassa bij Phalaenopsis. De groeisnelheid in termen van droogstofproductie en toename van het bladoppervlak bleef achter bij die van de 12/12 dag/nacht cyclus. Een mogelijke oorzaak zou kunnen liggen in de verstoorde malaat synthese. Bij de 6/6 cyclus waren de malaatconcentraties lager dan bij de 12/12 cyclus, en vertoonde niet het voor CAM planten verwachte patroon van opbouw in het donker en afbreken in het licht. Dit zou kunnen resulteren in een minder efficiënte opname van CO<sub>2</sub>, met groei vertraging als gevolg. Daarentegen resulteerde CO<sub>2</sub> doseren tijdens opweef in grotere planten op eind van opweefphase, zowel in termen van bladoppervlak als drooggewicht, waardoor geconcludeerd wordt dat doseren van CO<sub>2</sub> zou kunnen resulteren in teeltduurverkorting. CO<sub>2</sub> doseren tijdens opweef heeft weinig tot geen effect op de percentage meertakkers, maar leidt wel tot grotere bloemtakken.

Na de opweefphase is de behandeling met de 6/6 uur dag/nacht cyclus beëindigd. Vervolgens zijn de planten van de 12/12 cyclus verder onderzocht. Planten uit de 12/12 uur behandelingen met en zonder CO<sub>2</sub> zijn zodanig verdeeld in behandelingen met en zonder CO<sub>2</sub>-dosering dat er onderscheid gemaakt kon worden in de periode dat CO<sub>2</sub> werd gedoseerd: was de bloei beïnvloedt door CO<sub>2</sub> wanneer het alleen in de opweef was gedoseerd, alleen in de afweef of allebei? Gebleken is dat doseren van CO<sub>2</sub> tijdens de koeling en afweef leidt tot 15% meer meertakkers, wat betekent een verhoging van de bloemkwaliteit. CO<sub>2</sub> doseren tijdens afweef geeft ook significant zwaardere bloemtakken. De verschillen tussen cultivars is groot; Brussels maakte al overwegend meertakkers en werd nagenoeg niet beïnvloed door CO<sub>2</sub>. Hiermee is vastgesteld dat doseren van CO<sub>2</sub> tijdens de koeling en afweef resulteert in kwalitatief betere Phalaenopsis planten.



# 1 Introductie

Licht is de belangrijkste factor voor de groei en productie van planten, ook voor CAM planten zoals Phalaenopsis. In het algemeen wordt gesteld dat de hoeveelheid lichtenergie die overdag wordt gebruikt t.b.v. de fotosynthese evenredig is met de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die 's nachts wordt opgenomen. Fotosynthese en groei worden echter mede bepaald door een aantal andere klimaatfactoren zoals temperatuur, luchtvochtigheid en CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht (Kromwijk *et al.*, 2008).

In een proef met verschillende daglengtes gerealiseerd d.m.v. aanvullende belichting in de winter (Kromwijk *et al.*, 2005) bleek dat de efficiëntie van de fotosynthese aan het begin van de dag relatief hoog is en aan het eind van de daglichtperiode afneemt. Gedacht werd dat dit te maken heeft met een ontoereikende opnamecapaciteit van CO<sub>2</sub>. Bij CAM-planten wordt CO<sub>2</sub> 's nachts opgenomen, gebonden in de vorm van malaat en opgeslagen in de vacuole totdat het benut kan worden overdag. De vorming van malaat in het blad is een maat voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die wordt opgenomen. Veranderingen in malaat- en suikergehaltes in het blad in de tijd zijn dus een indicatie van de invloed van de licht- en/of CO<sub>2</sub>-behandelingen op de CO<sub>2</sub>-opname. Door de hoeveelheid malaat in het blad te meten aan het begin en aan het eind van de donkerperiode kan worden vastgesteld of de plant 's nachts of overdag CO<sub>2</sub> opneemt en of er meer malaat (meer gebonden CO<sub>2</sub>) wordt opgeslagen bij een verkorte dag/nacht cyclus. Hiermee kan worden vastgesteld of Phalaenopsis bij een verkorte dag/nacht cyclus als CAM-plant blijft reageren, en zo ja, of hiermee de fotosynthese efficiëntie gemiddeld over 24 uur verhoogd kan worden.

Door tevens CO<sub>2</sub> te doseren, zou het ook mogelijk moeten zijn om hoeveelheid opgenomen CO<sub>2</sub> te verhogen t.b.v. de groei en plantkwaliteit. Ichihashi *et al.* (2008) vonden een hogere CO<sub>2</sub>-opname bij een verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht gedurende de dag en nacht. In een onderzoek van Kromwijk *et al.* (2008) zijn 12% meer meertakkers waargenomen in een behandeling waar tijdens de afkweek 1000 ppm CO<sub>2</sub> continu is gedoseerd in vergelijking met een behandeling met 400 ppm CO<sub>2</sub>. De vraag is nu of CO<sub>2</sub>-dosering alleen tijdens de afkweek of ook tijdens de opkweek van Phalaenopsis positieve effecten op de groei en kwaliteit kan geven.

Door deze twee maatregelen experimenteel te toetsen, wordt uitgezocht of een verhoging van de groei en droge stof productie gerealiseerd kan worden bij twee licht- en twee donkerperiodes binnen een etmaal en is vastgesteld of CO<sub>2</sub>-dosering tijdens de opkweek en/of afkweek van Phalaenopsis de groei en kwaliteit kan verhogen. Beoogd wordt de assimilatiebelichting en CO<sub>2</sub>-dosering in de Phalaenopsisteelt te optimaliseren.



## 2 Materialen en Methoden

### 2.1 Plantmateriaal en teelt

#### 2.1.1 Plantmateriaal

In week 38 van 2007 werden net opgepotte Phalaenopsisplanten geleverd door Anthura en Floricultura. Anthura leverde de snel groeiende Sacramento en de langzaam groeiende Brussels in potten met een diameter van 12 cm. Floricultura leverde White Moon (34717; snel groeiend) en Pink Twilight (33173; langzaam groeiend) in potten met een diameter van 11.5 cm gevuld met bark substraat.

Planten werden direct na levering in 4 klimaatkamers van Wageningen UR Glastuinbouw in Wageningen geplaatst met een plantdichtheid van 75 planten per m<sup>2</sup>. In elke klimaatkamer stonden per cultivar 108 planten in een blok van 9 x 12 planten, in totaal 432 planten per klimaatkamer. De buitenste rijen planten dienden als randplanten en werden niet gebruikt voor metingen.

Planten kregen ongeveer 1 keer per week voedingsoplossing door ze van boven te broeizen. Na het broeizen was de bark in de potten voldoende nat en overtollige voedingsoplossing kon weglopen. De volgende gift werd gedaan als de bark redelijk droog was en de wortels begonnen te vergrijzen.

De samenstelling van de voedingsoplossing is per groeifase aangepast (Bijlage I). Vanaf de start is gedurende 14 weken recept 1 gegeven, daarna tot de bloei-inductie recept 2 en de laatste 18 weken is recept 3 gegeven.

#### 2.1.2 Teeltcondities

De Phalaenopsis planten werden geteeld in klimaatkamers zonder daglichttoetreding. Er hingen TL lampen (Philips Master TL-D 50W/840 HF) waarmee de gewenste lichtintensiteit werd ingesteld.

De ingestelde teeltcondities zijn per fase weergegeven in Tabel 1. Tijdens de opkweek was de temperatuur tijdens de licht- en donkerperiode ingesteld op 28°C en de RV op 70%. In 2 klimaatkamers werd geen CO<sub>2</sub> gedoseerd en in de 2 andere klimaatkamers werd 24 uur per dag 1000 ppm (zuivere) CO<sub>2</sub> gedoseerd. De lichtintensiteit was 72 µmol PAR/m<sup>2</sup>/s gedurende 12 uur per etmaal (lichtsom 3.1 mol/m<sup>2</sup>/dag). De laatste 6 weken van de opkweekfase werd de lichtintensiteit verhoogd naar 90 µmol PAR/m<sup>2</sup>/s (lichtsom 3.9 mol/m<sup>2</sup>/dag).

Tijdens de bloei-inductie werd de temperatuur verlaagd naar 19/18 °C (licht/donker), de RV was ingesteld op 75% en de laatste week op 70%. In 2 klimaatkamers werd CO<sub>2</sub> tot 1000 ppm. De lichtintensiteit werd verhoogd naar 139 µmol PAR/m<sup>2</sup>/s (lichtsom 6 mol/m<sup>2</sup>/dag).

Tijdens de afkweekfase was de temperatuur ingesteld op 21/19 °C (licht/donker) en de RV op 70%. De lichtintensiteit bleef 139 µmol/m<sup>2</sup>/s. CO<sub>2</sub> werd afhankelijk van de behandeling niet of tot 1000 ppm gedoseerd in 2 klimaatkamers.

Gedurende de hele teelt werd de temperatuur, RV, licht en CO<sub>2</sub>-concentratie in de 4 klimaatkamers iedere 12 minuten geregistreerd.

Er werd gestart met een plantdichtheid van 75 planten/m<sup>2</sup> waarbij de potten tegen elkaar zijn geschoven. Op 2 momenten in de teelt is de plantdichtheid verlaagd. Door de verschillende groeisnelheden van de cultivars is dit voor de cultivars op verschillende momenten gebeurd (Tabel 1).

Tabel 1. *Overzicht met setpoints en teelthandelingen van Phalaenopsis gedurende de hele teelt van 48 weken. B = Brussels; S = Sacramento; WM = White Moon; PT=Pink Twilight.*

| Fase           | Week (na start) | Lichtsom (mol/m <sup>2</sup> /dag) | Temperatuur (°C) licht/donker | RV (%) | Plantdichtheid (planten/m <sup>2</sup> ) |
|----------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|--------|--|
| Opkweek        | 1-18            | 3.1                                | 28                            | 70     | 75                                       |
|                | 18              | 3.1                                | 28                            | 70     | WM 60, rest 75                           |
|                | 24              | 3.1                                | 28                            | 70     | WM, PT, S 60; B 75                       |
|                | 24-30           | 3.9                                | 28                            | 70     | WM, PT, S 60; B 75                       |
| Bloei-inductie | 30-35           | 6                                  | 19/18                         | 75     | WM 40; PT, S 45; B 50                    |
|                | 36              | 6                                  | 19/18                         | 70     | WM 40; PT, S 45; B 50                    |
| Afkweek        | 36-48           | 6                                  | 21/19                         | 70     | WM 40; PT, S 45; B 50                    |

## 2.2 Behandelingen

Tijdens de opkweek van Phalaenopsis is het effect van een kortere licht/donker cyclus en het effect van CO<sub>2</sub>-dosering onderzocht. De volgende 4 behandelingen zijn toegepast tijdens de opkweekfase van 30 weken:

- 12/12 – CO<sub>2</sub>: 12 uur licht en 12 uur donker; geen CO<sub>2</sub>-toediening.
- 6/6 – CO<sub>2</sub>: 6 uur licht en 6 uur donker, waardoor twee lichtperiodes van 6 uur en twee donkerperiodes van 6 uur ontstaan binnen één etmaal. Geen CO<sub>2</sub>-toediening.
- 12/12 + CO<sub>2</sub>: Belichting gelijk aan behandeling 1 en CO<sub>2</sub>-dosering 1000 ppm.
- 6/6 + CO<sub>2</sub>: Belichting gelijk aan behandeling 2 en CO<sub>2</sub>-dosering 1000 ppm.

Na de opkweekfase zijn bovenstaande behandelingen na overleg met de BCO gewijzigd. De 2 behandelingen met een lichtregime van 6/6 uur licht/donker zijn gestopt. De bloei-inductie en afkweekfase zijn gestart met de planten opgekweekt met een lichtregime van 12/12 uur licht/donker met of zonder CO<sub>2</sub>-toediening. Alle planten per cultivar per klimaatkamer zijn verdeeld over 4 klimaatkamers waarbij verschillen zijn aangebracht in de periode van CO<sub>2</sub>-toediening: tijdens opkweek en/of afkweek (inclusief bloei-inductie). Op deze manier ontstonden de volgende 4 behandelingen:

1. Opkweek geen CO<sub>2</sub>-dosering; afkweek geen CO<sub>2</sub>-dosering.
2. Opkweek geen CO<sub>2</sub>-dosering; afkweek 1000 ppm CO<sub>2</sub>.
3. Opkweek 1000 ppm CO<sub>2</sub>; afkweek geen CO<sub>2</sub>-dosering.
4. Opkweek 1000 ppm CO<sub>2</sub>; afkweek 1000 ppm CO<sub>2</sub>.

Het totale aantal proefplanten per cultivar per behandeling was voor White Moon 35, voor Sacramento 30, voor Pink Twilight 29 en voor Brussels 34.

## 2.3 Metingen

### 2.3.1 Bladontwikkeling en bladafplitsing

Tijdens de opkweekperiode is elke 2 weken van 10 planten per cultivar per behandeling het aantal bladeren geteld en is de lengte en de maximale breedte per blad gemeten volgens Chen & Lin (2004). Op 2 momenten van de teelt (start van het experiment en op het moment van het wijder zetten van de planten) is naast de lengte- en breedtemeting van de bladeren ook het bladoppervlak gemeten met een bladoppervlaktemeter. De relatie is vastgesteld tussen lengte x breedte van een blad en het bladoppervlak in cm<sup>2</sup>. Deze relatie is gebruikt om uit de 2-wekelijkse metingen het bladoppervlak te berekenen.

Om te bepalen of het meten van bladeren de groei beïnvloedt zijn controlemetingen uitgevoerd. Van 10 planten van White Moon is alleen bij de start van teelt de lengte en breedte van bladeren gemeten en aan het einde van de opkweekperiode bij de behandeling 12/12 uur dag/nacht cyclus zonder CO<sub>2</sub>-toediening. Totale lengtegroei en breedtegroei van deze 10 planten is vergeleken met de metingen van 10 planten die 2-wekelijks zijn gemeten.

### 2.3.2 Malaat

Na 24 weken opkweek zijn malaatconcentraties gemeten in het jongst volgroeide blad van Pink Twilight opgekweekt bij een 6/6 uur dag/nacht cyclus en een 12/12 uur dag/nacht cyclus zonder CO<sub>2</sub>-toediening. Op 7 tijdstippen van de dag zijn 3 bladponsjes met een diameter van 14 mm per plant genomen van in totaal 3 planten per tijdstip. De tijdstippen voor de planten in de klimaatkamer met een 12/12 dag/nacht cyclus waren: net voor het licht werd, 1 uur, 2 uur, 4 uur, 8 uur en 12 uur na starten van de lichtperiode en 1 uur na starten donkerperiode. De tijdstippen bij de behandeling met een 6/6 dag/nacht cyclus waren: net voor het licht werd, 1 uur, 2 uur, 3 uur, 4 uur en 6 uur na starten van de lichtperiode en 1 uur na starten donkerperiode. Bladponsjes werden direct ingevroren in vloeibare stikstof en werden vervolgens bevroren gemalen. Monsters zijn opgezuiverd en vervolgens gederiviseerd. Scheiding vond plaats met behulp van een gaschromatograaf gekoppeld aan een massaspectrometer (LECO) voor kwantificering.

### 2.3.3 Bloei

Elf weken na het starten van de bloei-inductie is het aantal bloemtakken per plant van alle planten (randplanten uitgezonderd) geteld. Aan het einde van het experiment na een teeltperiode van 48 weken is het aantal bloemtakken per plant, lengte van de bloemtak tot eerste bloem, totale lengte bloemtak, totaal aantal knoppen per tak, aantal zijtakken per tak gemeten.

### 2.3.4 Destructieve oogst

Op 4 momenten tijdens de teelt zijn planten destructief geoogst. De eerste oogst was bij het starten van het experiment, de tweede bij het wijder zetten van de planten tijdens de opkweek, de derde oogst was aan het einde van de opkweekfase en de laatste oogst was aan het einde van de teelt.

Bij de eerste 2 destructieve oogsten zijn lengte en breedte van de bladeren, bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van bladeren en wortels gemeten.

Bij de destructieve oogsten na opkweekperiode en aan het einde van de teelt is van 6 planten per cultivar per behandeling het versgewicht en drooggewicht van blad, bloemtakken en wortels gemeten.

### 2.3.5 Statistiek

Tijdens de opkweekperiode stonden de planten in 4 verschillende klimaatkamers met elk een andere teeltregime. In elke klimaatkamer stonden 4 verschillende cultivars. Ondanks dat er in elke klimaatkamer 108 planten werden geteeld van 1 cultivar had het experiment geen herhalingen omdat 1 behandeling gekoppeld was aan 1 klimaatkamer. In deze opkweekfase kan niet getoetst worden of eventuele gemeten verschillen significant verschillend zijn. Er zijn wel gemiddelde waarden berekend met de standaardfout, waarbij de standaardfout de variatie aangeeft rond het gemiddelde.

In de afkweekfase is 1 lichtregime vervallen, waardoor het experiment wel in 2 herhalingen kon worden uitgevoerd. Alle behandelingen stonden verdeeld over 2 klimaatkamers. In elke klimaatkamer stonden 4 cultivars en planten afkomstig uit 2 verschillende klimaatkamers waar ze waren opgekweekt met of zonder CO<sub>2</sub>-dosering. Data zijn getoetst met een ANOVA (destructieve oogst), REML (waarnemingen) en IRREML (meertakkers) met software-programma Genstat versie 11.1.





## 3 Resultaten en Discussie

### 3.1 Algemeen

De Phalaenopsisplanten konden goed geteeld worden onder TL verlichting. De planten hadden een normale morfologie en groeisnelheid. Alleen Pink Twilight had wat roder blad dan in de praktijk.

Het goed opdrogen van de bark in de potten na het broezen was anders dan in de praktijk omdat verwarming in de klimaatkamers plaats vond via de lucht en niet via buizen onder de kweektafels zoals in de praktijk het geval is. Om de potten beter te laten drogen zijn halverwege de opkweekfase de platen waarop de potten (op verhoogde rekken) stonden vervangen door gaas voor een betere luchtcirculatie.

De overgang van de opkweekfase naar de bloei-inductiefase heeft tot licht/koudeschade geleid. Temperatuurverlaging bij de overgang vond plaats binnen enkele uren. Tegelijkertijd werd de lichtintensiteit verhoogd en de plantdichtheid verlaagd. Na enkele dagen waren er op sommige planten lichte vlekken op het blad te zien, met name bij White Moon en Pink Twilight. In de weken daarna hebben veel van deze planten zich redelijk hersteld, maar een aantal heeft necrotische plekken op het blad gehouden.

Na een teeltduur van 48 weken is het experiment beëindigd. Op dat moment waren niet alle cultivars in een veilig stadium. Bij White Moon waren gemiddeld 5 bloemknoppen open, bij Brussels waren alle knoppen nog gesloten. Bij Pink Twilight en Sacramento hadden enkele planten 1 open bloem. Bij het beoordelen van de planten is besloten om alle bloemknoppen te tellen en niet het aantal bloemknoppen groter dan 5 mm zoals voor de veiling zou worden gedaan.

De destructieve oogst is 1 week later uitgevoerd dan het tellen en meten van bloemtakken en knoppen (na een teeltduur van 49 weken).

### 3.2 Klimaat

De setpoints konden goed gerealiseerd worden zonder grote schommelingen (Tabel 2). Schommelingen waren er bijvoorbeeld tijdens een watergift; de RV steeg enkele procenten. In de klimaatkamers zonder CO<sub>2</sub>-toediening varieerde de CO<sub>2</sub>-concentratie afhankelijk van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de buitenlucht en steeg als er in de klimaatkamer mensen aanwezig waren. Een voorbeeld van het gerealiseerde klimaat is gegeven in Bijlage II.

Tabel 2. Gerealiseerd klimaat tijdens de verschillende fases van de teelt in de 4 klimaatkamers met en zonder 1000 ppm CO<sub>2</sub>-dosering (gemiddelde waarden met standaarddeviatie).

| Teeltfase | Klimaatkamer | Licht/donker | CO <sub>2</sub> -dosering | Temperatuur (°C) | RV (%)     | CO <sub>2</sub> (ppm) | Lichtsom* (mol/m <sup>2</sup> /dag) |
|-----------|--------------|--------------|---------------------------|------------------|------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Opkweek   | 1            | 6/6          | -                         | 28.0 ± 0.4       | 70.1 ± 1.8 | 457 ± 36              | 3.1 en 3.9 (6 w)                    |
|           | 2            | 12/12        | -                         | 28.0 ± 0.2       | 69.9 ± 1.8 | 433 ± 37              | 3.1 en 3.9 (6 w)                    |
|           | 3            | 6/6          | +                         | 28.0 ± 0.3       | 70.0 ± 1.4 | 1010 ± 16             | 3.1 en 3.9 (6 w)                    |
|           | 4            | 12/12        | +                         | 28.0 ± 0.3       | 70.0 ± 1.1 | 1001 ± 16             | 3.1 en 3.9 (6 w)                    |
| Koeling   | 1            | 12/12        | -                         | 18.5 ± 0.6       | 75.8 ± 5.0 | 438 ± 29              | 6                                   |
|           | 2            | 12/12        | -                         | 18.5 ± 0.6       | 73.5 ± 2.4 | 427 ± 25              | 6                                   |
|           | 3            | 12/12        | +                         | 18.5 ± 0.6       | 73.5 ± 2.4 | 1006 ± 43             | 6                                   |
|           | 4            | 12/12        | +                         | 18.5 ± 0.7       | 73.8 ± 2.8 | 996 ± 48              | 6                                   |
| Afkweek   | 1            | 12/12        | -                         | 20.0 ± 1.2       | 70.1 ± 1.7 | 450 ± 28              | 6                                   |
|           | 2            | 12/12        | -                         | 20.0 ± 1.1       | 70.0 ± 0.5 | 429 ± 29              | 6                                   |
|           | 3            | 12/12        | +                         | 20.0 ± 1.2       | 70.0 ± 1.0 | 1007 ± 11             | 6                                   |
|           | 4            | 12/12        | +                         | 20.0 ± 1.1       | 70.0 ± 0.5 | 998 ± 7               | 6                                   |

\* De laatste 6 weken van de opkweekfase is de lichtintensiteit en daarmee de lichtsom per dag verhoogd. De lichtintensiteiten op het gewas bedroegen tijdens de eerste 24 weken van de opkweek 72 μmol PAR/m<sup>2</sup>/s en de laatste 6 weken 90 μmol/m<sup>2</sup>/s. De lichtintensiteit tijdens koeling en afkweek was 139 μmol PAR/m<sup>2</sup>/s.

### 3.3 Resultaten opkweek

Op foto 1 is te zien hoe de planten in de klimaatkamer warengelapst direct na levering. Op foto 2 zijn de planten te zien na 30 weken opkweek.

Tijdens opkweek zijn geen voortakken ontstaan.



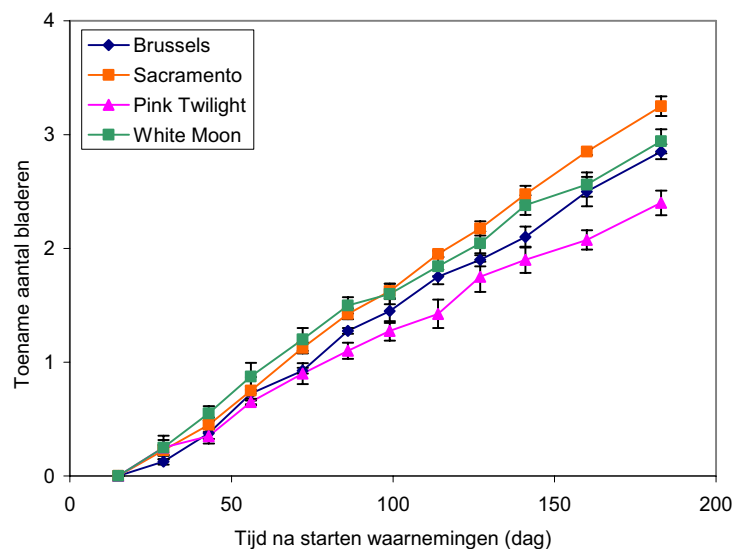
Foto 1. Vier Phalaenopsis cultivars in 1 klimaatkamer direct na levering.



Foto 2. Vier Phalaenopsis cultivars in 1 klimaatkamer na 30 weken opkweek

### 3.3.1 Bladafplitsing en bladoppervlakte

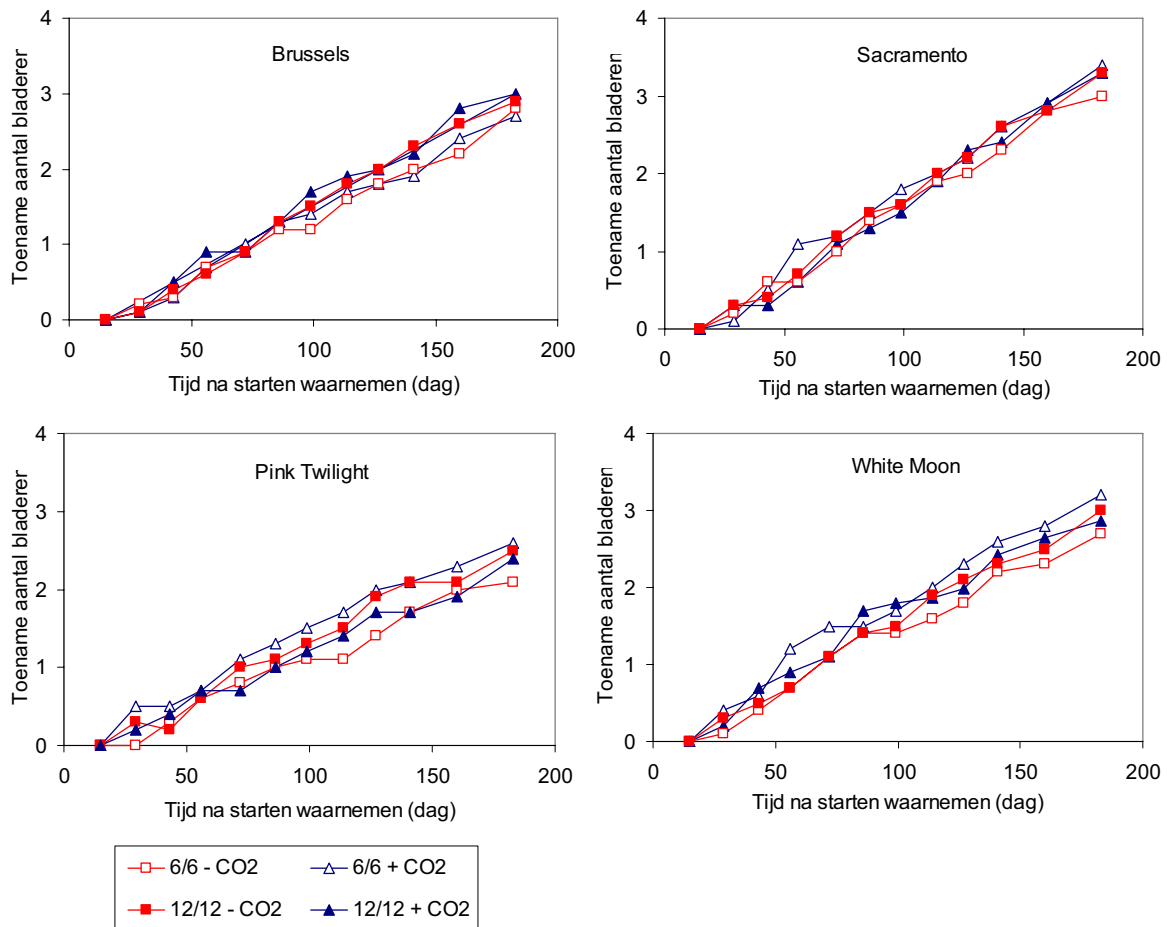
Er zijn verschillen in de snelheid van bladafplitsing waargenomen tussen de 4 cultivars (Figuur 1). Als de snelheid van bladafplitsing per cultivar wordt gemiddeld over alle behandelingen, dan blijkt dat de bladafplitsing het snelst is bij Sacramento, gevolgd door White Moon en Brussels en de bladafplitsingssnelheid is het laagst bij Pink Twilight. De kwekers typeerden bij de Anthuracultivars Sacramento als een 'snel groeiende' cultivar en Brussels als een 'langzaam groeiende'. Bij Floricultura werd White Moon de 'snel groeiende' cultivar genoemd en Pink Twilight de 'langzaam groeiende' cultivar. Dit houdt duidelijk verband met de bladafplitsingssnelheid.



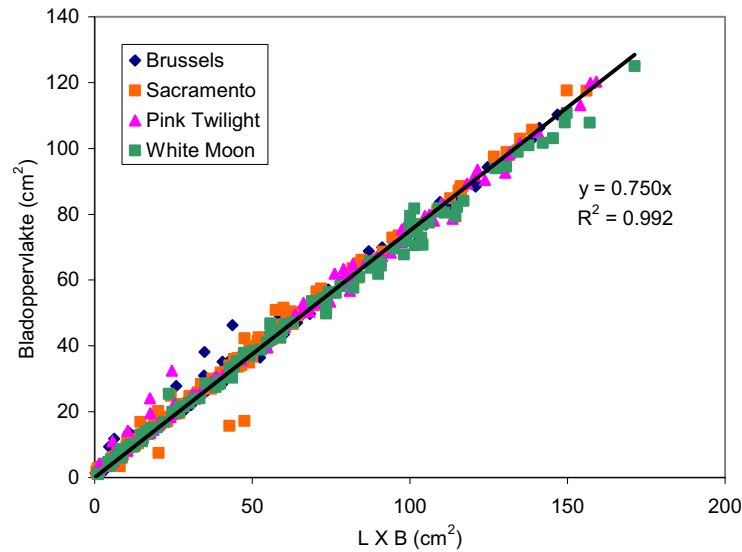
Figuur 1. Gemiddelde toename in aantal bladeren per cultivar (alle behandelingen gemiddeld) ( $n=40$  met standaardfout).

Wanneer gekeken wordt naar een behandelingseffect op de bladafsplittingsnelheid dan is er bij alle 4 cultivars weinig verschil in het verloop van de bladafsplitsing bij de 4 verschillende behandelingen. Brussels lijkt gevoeliger voor de behandelingen dan de overige cultivars (Figuur 2). De bladafsplitsing bij Brussels verloopt het traagst bij beide 6/6 dag/nacht behandelingen en wordt nauwelijks beïnvloedt door CO<sub>2</sub>. Sacramento vertoont geen behandelingseffecten op bladafsplitsing, terwijl Pink Twilight en White Moon de snelste bladafsplitsing laten zien bij 6/6 + CO<sub>2</sub> en het langzaamst bij 6/6 - CO<sub>2</sub>.

In alle gevallen ligt het verloop van bladafsplitsing bij de verschillende behandelingen gedurende de opkweek niet ver uit elkaar.



Figuur 2. Het toename in aantal bladeren van 4 *Phalaenopsis* cultivars gedurende 30 weken opkweek bij een 6/6 en 12/12 dag/nacht cyclus, met en zonder CO<sub>2</sub>-dosering (n=10).



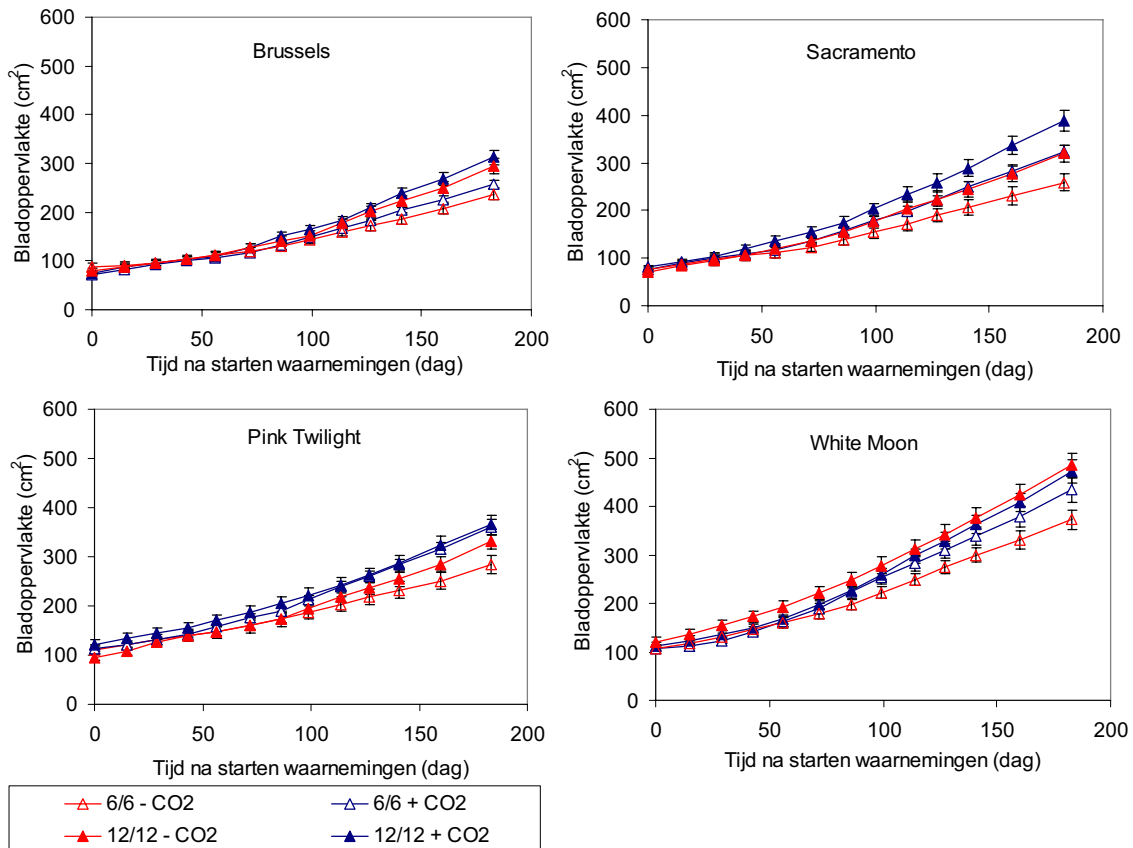
*Figuur 3. Relatie tussen de lengte x breedte van bladeren van 4 Phalaenopsis cultivars en het gemeten bladoppervlak (destructief).*

Elke 2 weken is de lengte en breedte van de bladeren van 10 planten per cultivar per behandeling gemeten. Bij White Moon is gecontroleerd of deze handeling effect heeft gehad op de groei: de lengtetoeename en breedtetoeename van bladeren die 2 keer gemeten zijn en bladeren die 13 keer gemeten zijn was gelijk. De waarnemingsplanten zijn dus representatief voor alle planten in de klimaatkamers (data niet gepresenteerd).

Op 2 momenten is een destructieve oogst uitgevoerd waarbij van alle bladeren de lengte, breedte en de bladoppervlakte is gemeten. Er is een lineaire relatie tussen de gemeten bladoppervlakte en 'lengte x breedte' van het blad. Dit komt zeer goed overeen met de relatie gevonden door Chen & Lin (2004). Deze relatie was gelijk voor alle 4 cultivars en alle 4 behandelingen (Figuur 3). Met deze relatie is de bladoppervlakte tijdens de opkweekfase van Phalaenopsis berekend, zoals weergegeven in Figuur 4.

Bij alle cultivars is de bladoppervlakte aan het einde van de opkweekfase bij de behandeling 6/6 – CO<sub>2</sub> het kleinst (Figuur 4). Bij Brussels en White Moon is de bladoppervlakte bij beide 12/12 behandelingen hoger dan bij de 6/6 behandelingen. Daar lijkt een langere dag/nacht cyclus een beter effect te hebben op de bladoppervlakte dan de kortere dag/nacht cyclus. Bij alle cultivars, behalve bij White Moon waar de verschillen heel klein waren, is het effect van CO<sub>2</sub>-dosering positief voor wat betreft de bladoppervlakte.

Omdat de bladafplitsing (aantal bladeren) niet duidelijk verschilde tussen de behandelingen (Figuur 2), wordt het kleinere bladoppervlak blijkbaar veroorzaakt door een geringere strekking van de bladeren bij de 6/6 dag/nacht cyclus.



Figuur 4. Berekende bladoppervlakte (cm<sup>2</sup>) per plant van 4 *Phalaenopsis* cultivars gedurende 30 weken opweek bij een 6/6 en 12/12 dag/nacht cyclus, met en zonder CO<sub>2</sub>-dosering (n=10 met standaardfout).

### 3.3.2 Biomassa

Aan het einde van de opweekperiode van 30 weken is een destructieve oogst uitgevoerd. Gemiddelde data van de 4 cultivars staan in Tabel 3; data van alle afzonderlijke cultivars staan in Bijlage III.

Tabel 3. Gemiddelde biomassa van blad en wortel (g drooggewicht) van 4 cultivars zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) na 30 weken opweek. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld met standaardfout (n=24).

| Plant  | CO <sub>2</sub> -dosering tijdens opweek | Lichtregime |             |
|--------|--|-------------|-------------|
|        |  | 6/6         | 12/12       |
| blad   | niet                                     | 3.22 ± 0.17 | 4.28 ± 0.20 |
|        | 1000 ppm                                 | 3.83 ± 0.20 | 4.16 ± 0.16 |
| wortel | niet                                     | 1.84 ± 0.09 | 2.89 ± 0.14 |
|        | 1000 ppm                                 | 2.78 ± 0.15 | 3.37 ± 0.20 |
| totaal | niet                                     | 5.06 ± 0.25 | 7.17 ± 0.32 |
|        | 1000 ppm                                 | 6.60 ± 0.32 | 7.52 ± 0.34 |

De biomassa van de onderzochte *Phalaenopsis* cultivars werd positief beïnvloed door zowel de behandeling met 1000 ppm CO<sub>2</sub> als door de 12/12 dag/nacht cyclus.

Toedienen van 1000 ppm CO<sub>2</sub> verhoogt de gemiddelde biomassa productie van de 4 cultivars bij beide dag/nacht regimes. CO<sub>2</sub> had het grootste effect bij de 6/6 cyclus (30% meer biomassa) en veel minder bij het lichtregime van 12/12 (5% meer), maar gezien de variatie tussen de planten is dit laatste niet significant verschillend. De vraag is waarom de invloed van CO<sub>2</sub>-toediening bij een 6/6 uur dag/nacht cyclus veel groter is dan bij een 12/12 uur dag/nacht cyclus. Onderzoek van Dueck & Meinen (2008) liet zien dat jong blad van White Moon C3 fotosynthese vertoont; dat betekent dat tijdens de lichtperiode CO<sub>2</sub> wordt opgenomen via de huidmondjes en direct wordt gebonden aan pyruvaat en wordt geassimileerd. Verhoging van CO<sub>2</sub> kan dit positief beïnvloeden als CO<sub>2</sub> de limiterende factor is voor fotosynthese. Mogelijk is de bijdrage van C3 fotosynthese aan de totale fotosynthese groter bij planten die bij een 6/6 dag/nacht cyclus worden geteeld dan bij planten die bij een 12/12 uur dag/nacht cyclus worden geteeld. Malaatbepalingen, beschreven in paragraaf 3.3.3, ondersteunen deze hypothese.

Bij alle 4 cultivars zijn de planten geteeld bij een 12/12 dag/nacht cyclus zwaarder dan planten geteeld bij een 6/6 dag/nacht cyclus (Tabel 3). Gemiddeld zijn de planten met een 12/12 dag/nacht cyclus zonder CO<sub>2</sub>-toediening 42% zwaarder en met 1000 ppm CO<sub>2</sub> 14% zwaarder. De hypothese dat een 6/6 uur dag/nacht cyclus de groei zou verbeteren geldt blijkbaar niet; de drogestofproductie is zelfs minder dan in de 12/12 dag/nacht cyclus behandelingen. De groeiachterstand van bij een 6/6 dag/nacht cyclus t.o.v. die bij een 12/12 cyclus is in overeenstemming met Kromwijk *et al.* (2005), die stelden vast dat langere dagen in de vegetatieve fase leidde tot een hogere bladafsplitsing snelheid, een hoger drogestof percentage, en uiteindelijk meer meertakkers (2 of 3 bloemstelen). Ook Inoue & Higuchi (1990) vonden dat bij korte daglengtes (4 en 8 uren) tijdens de bloei inductie, de ontwikkeling van de plant achterbleef. In bovenstaand onderzoek was er echter verschil aangebracht in daglengtes en daarmee ook in lichtsommen per etmaal. In dit experiment zijn de lichtsommen per etmaal gelijk bij de 6/6 dag/nacht cyclus en de 12/12 dag/nacht cyclus.

In dit experiment speelde de hele dag/nacht cyclus van 6/6 uur mogelijk een grotere rol en leidde tot een verstoring van de malaat synthese. In ieder geval werd de aanmaak van malaat sterk verstoord in deze behandeling.

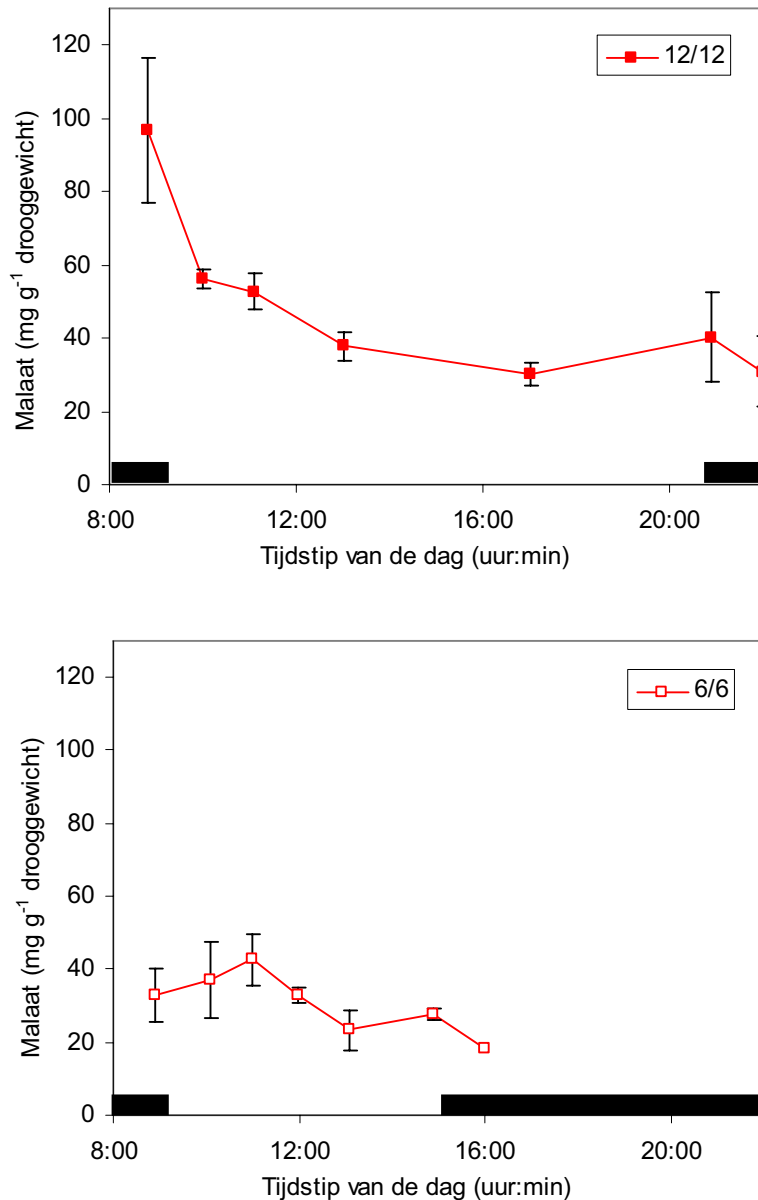
In overleg met de BCO is besloten om de 2 behandelingen met een 6/6 uur dag/nacht cyclus te beëindigen bij het einde van de opkweek, omdat dit voor telers geen perspectieven biedt.

### 3.3.3 Malaat

Op verschillende momenten op de dag zijn bladpunsjes genomen van het jongst volgroeide blad van Pink Twilight en is de malaatconcentratie gemeten. Monsters zijn genomen van planten in de 6/6 en 12/12 dag/nacht behandelingen, beide zonder CO<sub>2</sub>-dosering.

Bij de 12/12 dag/nacht cyclus is aan het einde van de donkerperiode de malaatconcentratie het hoogst en bedraagt 97 mg per g drooggewicht blad (Figuur 5). Als de lampen gaan branden daalt de malaatconcentratie na 1 uur naar 56 mg/g blad. Tijdens de lichtperiode daalt de malaatconcentratie nog verder en bereikt een waarde van 30 mg/g blad. Dit patroon is kenmerkend voor een CAM-mechanisme.

Bij de 6/6 dag/nacht cyclus behandeling zijn de malaatconcentraties aanzienlijk lager en vertonen niet het voor CAM planten verwachte patroon. De hoogst gemeten waarde is 43 mg/g blad. Aan het einde van de donkerperiode is de malaatconcentratie 33 mg/g blad; er vindt dus nauwelijks malaataanmaak plaats gedurende de nachtperiode. Blijkbaar is bij een 6/6 uur dag/nacht cyclus de malaatproductie verstoord (zie ook Schapendonk, 2005). Huidmondjes vertonen bij veel planten een 24 uur ritme. Als dat verstoord is bij de 6/6 behandeling, kunnen de huidmondjes daardoor dicht blijven en neemt de CO<sub>2</sub>-opname af. Een verhoging van de CO<sub>2</sub>-concentratie zou dan mogelijk meer effect hebben op de fotosynthese en groei.



*Figuur 5. Malaatconcentratie (mg/g drooggewicht, gemiddelde en standaardfout) in volgroeid blad van Pink Twilight opgekweekt bij 12/12 uur licht/donker (boven) en bij 6/6 uur licht/donker (onder). De zwarte balk geeft de donker periode weer (n=3).*

Maar in hoeverre is de groeiachterstand bij de 6/6 behandeling te wijten aan de verstoorde malaat synthese? Een fysiologisch verklaring wordt mogelijk aangegeven via het verloop van CO<sub>2</sub> binding in de vorm van appelzuur. Bij de 12/12 cyclus werd in het donker een hoog malaatgehalte gemeten in het blad, wat snel daalde na het aangaan van het licht. Dit is een voor CAM planten normaal patroon: CO<sub>2</sub>-opname 's nachts en fotosynthese overdag. Het is ook eerder gebleken dat een langere dag (b.v. 12/12 dag/nacht) tot een hogere CO<sub>2</sub>-opname leidt (Kajihara, 1993; Guo & Lee, 2006).

Bij de 6/6 dag/nachtcyclus, werd dit patroon echter niet gevonden. Er was eerder een vlak beeld in de tijd, waardoor het lijkt alsof CO<sub>2</sub> binding in het donker niet of nauwelijks plaats heeft gevonden. Het is gebleken dat het enkele uren duurt voordat de CO<sub>2</sub>-opname in het donker op gang komt (Guo & Lee, 2006; Dueck & Meinen, 2008). De huidmondjes gaan dan langzaam open waardoor CO<sub>2</sub> doseren alleen zinvol lijkt aan het einde van de donkerperiode.



Ook wanneer CO<sub>2</sub>-opname 's nachts belemmerd wordt, wordt de opname overdag verhoogd (Kano *et al.*, 1992). Daaruit zou geconcludeerd kunnen worden dat de CO<sub>2</sub>-opname bij planten met een 6/6 cyclus veel minder efficiënt dan was verondersteld. Ze nemen minder CO<sub>2</sub> op 's nachts (Guo & Lee, 2006), en meer CO<sub>2</sub> op overdag via de C3 metabolisme door jonge bladeren (Dueck & Meinen, 2008) en oudere bladeren (facultatief CAM).

### 3.4 Resultaten afkweek

#### 3.4.1 Bloei en kwaliteit

Zes weken na koeling startte de afkweek en bij alle cultivars waren op dat moment bloemtakken uitgelopen (foto 3).



Foto 3. Bloemtakken White Moon 6 weken na koelen.

Op het einde van het experiment waren bij White Moon knoppen open (foto 4).



Foto 4. *Alle proefplanten aan het einde van het experiment na een totale teeltduur van 48 weken (alle randplanten rondom een plot van de cultivars zijn op deze foto weggehaald).*

### 3.4.1.1 Bloemtakken

Op 2 momenten tijdens de afweek is het aantal bloemtakken van alle proefplanten geteld. De resultaten van de 2 momenten waren nagenoeg gelijk. In Tabel 4 staat het percentage meertakkers per behandeling en in Bijlage IV staat het percentage planten met 1 bloemtak, 2 bloemtakken of 3 bloemtakken bij de eindwaarnemingen (teeltduur 48 weken).

Er kwamen in het experiment geen planten voor die geen bloemtakken hadden. Bij Brussels hadden bijna alle planten meer dan 1 bloemtak. Er waren enkele planten met meer dan 2 bloemtakken; in totaal waren er 8 Brussels planten met 3 bloemtakken en 1 Sacramento en 1 White Moon. In Tabel 4 is het percentage meertakkers aangegeven bij de 4 behandelingen voor de 4 cultivars apart en gemiddeld.

Tabel 4. *Percentage planten met 2 of meer bloemtakken (meertakkers) zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) bij opkweek en/of afweek. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een cyclus van 12 uur licht en 12 uur donker.*

| Cultivar             | CO <sub>2</sub> tijdens opkweek | CO <sub>2</sub> tijdens afweek |          |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------|
|                      |                                 | Niet                           | 1000 ppm |
| Gemiddeld (n=127)    | niet                            | 67                             | 81       |
|                      | 1000 ppm                        | 69                             | 80       |
| Brussels (n=34)      | niet                            | 94                             | 100      |
|                      | 1000 ppm                        | 100                            | 97       |
| Pink Twilight (n=29) | niet                            | 45                             | 64       |
|                      | 1000 ppm                        | 32                             | 79       |
| Sacramento (n=30)    | niet                            | 67                             | 83       |
|                      | 1000 ppm                        | 80                             | 76       |
| White Moon (n=35)    | niet                            | 57                             | 77       |
|                      | 1000 ppm                        | 65                             | 69       |

Gemiddeld is het percentage meertakkers 66.7% als er geen CO<sub>2</sub> toegediend wordt tijdens de opkweek en de afkweek. Doseran van 1000 ppm CO<sub>2</sub> alleen tijdens de opkweek resulteert niet in een verhoging van het percentage meertakkers; deze bedraagt 68.8%. Wanneer extra CO<sub>2</sub> toegediend wordt alleen tijdens de afkweek wordt het percentage meertakkers aanzienlijk verhoogd met 14.6% (tot 81.3%). Maar als CO<sub>2</sub> ook toegediend wordt tijdens de opkweek, wordt er geen verdere verhoging van het percentage meertakkers gerealiseerd, 80.2% in totaal. Dit bevestigt het toegenomen percentage meertakkers van 12.4 % gevonden door Kromwijk *et al.* (2008) bij 1000 ppm CO<sub>2</sub>-toediening tijdens de koeling en afkweek.

Verhoging van het percentage meertakkers met 15% door CO<sub>2</sub> toe te dienen tijdens de afkweek geldt niet voor elke cultivar. Zoals te zien is in Tabel 4 produceert Brussels bijna altijd meertakkers; toedienen van CO<sub>2</sub> heeft hier geen toegevoegde waarde. Daarentegen heeft toediening van CO<sub>2</sub> in de afkweek een aanzienlijk effect bij de overige cultivars. CO<sub>2</sub> tijdens de afkweek verhoogt het percentage meertakkers bij Pink Twilight met 20%, bij Sacramento met 17% en bij White Moon met 20%.

Uit statistische analyse bleek dat de verhoging van het percentage meertakkers net niet significant was. Er was enige variatie tussen de cultivars, tussen de klimaatkamers en de planten vertoonden variatie. En dit gecombineerd met een geringe omvang van het aantal proefplanten leidde tot niet aantoonbare significante verschillen.

Het effect van 1000 ppm CO<sub>2</sub> in de afkweekfase is tweeledig: enerzijds worden meer bloemtakken per plant ontwikkeld (hoger percentage meertakkers) en anderzijds zijn de bloemtakken zwaarder. Ichihashi *et al.* (2008) vonden een hogere CO<sub>2</sub>-opname bij een hogere CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht. Zij vonden ook dat de CO<sub>2</sub> het beste werd opgenomen bij een laag vochtdeficiet, en de CO<sub>2</sub>-opname ging drastisch omlaag bij een hogere vochtdeficiet, wat ondersteund wordt door de metingen van Dueck & Meinen (2008).

Bij snij-Phalaenopsis werden zwaardere bloemtakken gevonden bij hogere CO<sub>2</sub>-concentraties (Endo & Ikusima, 1997) en ook dat planten met bloemtakken meer CO<sub>2</sub> opnemen dan planten zonder bloemtakken (Ota *et al.*, 1991). Bij Kataoka *et al.* (2004) is gevonden dat bloemtakken bij CO<sub>2</sub>-dosering 10 dagen sneller doorbreken (zie toegestuurde artikel over koolhydraten in het blad).

Dit onderzoek laat zien dat 1000 ppm CO<sub>2</sub> doseren tijdens bloei-inductie en afkweek leidt tot het uitlopen van meer bloemtakken per plant. Het uitlopen van bloemtakken is zichtbaar enkele weken na het starten van bloei-inductie. Het is een interessante vraag of het doseren van CO<sub>2</sub> gestopt had kunnen worden op het moment dat takken begonnen uit te lopen zonder nadelig effecten op het verder uitlopen en vertakken van de bloemtak en bloemtakgewicht.

Maar het effect van CO<sub>2</sub> tijdens de afkweek zou mogelijk ook anders tot stand kunnen komen. Door de bloei-inductie (koeling en meer licht geven) kunnen takken uitlopen mits er voldoende assimilaten zijn. Een verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht kan de fotosynthesesnelheid verhogen waardoor de 'source' toeneemt. Als er onvoldoende 'sinks' zijn (mogelijk tijdens opkweek?) heeft CO<sub>2</sub>-dosering geen effect op groei. Maar als bloemtakken kunnen uitlopen (hoge sinksterkte) leidt een verhoging van de 'source' wel tot effecten omdat er sinks zijn waar de assimilaten naar toe kunnen.

### 3.4.1.2 Bloemknoppen

Het aantal knoppen per plant bedraagt gemiddeld voor alle cultivars 15 tot 17 (Tabel 5). CO<sub>2</sub> toedienen in de afkweekfase resulteert in een significant verhoging van het gemiddelde aantal knoppen met iets meer dan 1 knop per plant. Maar uitgesplitst naar wel of geen CO<sub>2</sub>-toediening tijdens de opkweek leverde geen significante effecten meer op van CO<sub>2</sub>-toediening tijdens afkweek. Kromwijk *et al.* (2008) vonden geen significante toename van het aantal knoppen per plant door CO<sub>2</sub> tijdens afkweek te doseren.

Tabel 5. Gemiddeld aantal knoppen per plant zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) bij opkweek en/of afkweek. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een 12/12 uur dag/nacht cyclus. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld (n=127).

| Cultivar  | CO <sub>2</sub> tijdens opkweek | CO <sub>2</sub> tijdens afkweek |          |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
|           |                                 | Niet                            | 1000 ppm |
| gemiddeld | niet                            | 15.1                            | 16.1     |
|           | 1000 ppm                        | 15.5                            | 16.8     |

Het aantal knoppen per plant zoals weergegeven in Tabel 5 wordt beïnvloed door het aantal bloemtakken per plant. In Bijlage V is het aantal knoppen per tak aangegeven en onderverdeeld in planten met 1 bloemtak en planten met 2 bloemtakken. Gemiddeld heeft een plant met 1 bloemtak 1.8 meer knoppen per bloemtak dan een plant met 2 bloemtakken.

### 3.4.1.3 Vertakkingen

Het aantal zijtakken per bloemtak was erg laag in vergelijking met de praktijk en bedroeg gemiddeld minder dan 1 per plant. Mogelijk zouden er meer vertakkingen ontwikkeld zijn bij een iets hogere temperatuur tijdens van afkweek.

Brussels had de meeste vertakkingen, gevolgd door Pink Twilight. Bij Sacramento en White Moon zijn nauwelijks vertakkingen waargenomen. Het aantal vertakkingen werd niet beïnvloed door CO<sub>2</sub>-toediening (Tabel 6). Er was geen verschil in het aantal vertakkingen bij planten met 1 bloemtak of planten met 2 bloemtakken (data niet gepresenteerd). Ook Kromwijk *et al.* (2008) vonden geen significante toename van het aantal vertakkingen per plant door CO<sub>2</sub> tijdens de afkweek te doseren.

Tabel 6. Gemiddeld aantal vertakkingen per plant zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) bij opkweek en/of afkweek. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een 12/12 dag/nacht cyclus. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld (n=127).

| Cultivar  | CO <sub>2</sub> tijdens opkweek | CO <sub>2</sub> tijdens afkweek |          |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
|           |                                 | Niet                            | 1000 ppm |
| gemiddeld | niet                            | 0.43                            | 0.41     |
|           | 1000 ppm                        | 0.33                            | 0.33     |

### 3.4.1.4 Taklengte

Bloemtakken waren gemiddeld het langst (44.9 cm) als zowel tijdens opkweek en afkweek 1000 ppm CO<sub>2</sub> werd gedoseerd (Tabel 7). De bloemtak tot aan de eerste bloem was dan gemiddeld 2 cm langer, maar dit was niet significant. Kromwijk *et al.* (2008) vonden een significante toename van de taklengte van 1.7 cm door CO<sub>2</sub> tijdens afkweek te doseren.

Tabel 7. Gemiddelde taklengte per plant (cm) zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) bij opkweek en/of afkweek. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een 12/12 dag/nacht cyclus. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld (n=127).

| Cultivar  | CO <sub>2</sub> tijdens opkweek | CO <sub>2</sub> tijdens afkweek |          |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
|           |                                 | Niet                            | 1000 ppm |
| Gemiddeld | Niet                            | 42.1                            | 42.7     |
|           | 1000 ppm                        | 42.7                            | 44.9     |

### 3.4.2 Biomassa

Op het einde van het experiment zijn er 6 planten per cultivar per behandeling destructief gemeten. Het blad, bloemtak en wortel zijn afzonderlijk gemeten en de biomassa is bepaald. Als er alleen in de afkweekfase 1000 ppm CO<sub>2</sub> werd gedoseerd, waren de planten gemiddeld 6% zwaarder en de bloemtakken alleen waren al 11% zwaarder (Tabel 8). Dit wordt o.a. veroorzaakt door hoger percentage meertakkers wanneer CO<sub>2</sub> gedoseerd werd in de afkweekfase. Maar ook als alleen de gewichten van 2-takkers worden meegenomen in deze vergelijking, zijn de bloemtakken 11% zwaarder (Tabel 9). Na statistische analyse bleek alleen de toename van het gewicht van de bloemtakken significant hoger te zijn na CO<sub>2</sub>-toediening tijdens afkweek.

Tabel 8. Gemiddelde biomassa van blad, bloemtak, wortel en hele plant (g drooggewicht) van 4 cultivars, zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) bij opkweek en/of afkweek. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een 12/12 dag/nacht cyclus gedurende 48 weken. De gemeten planten waren een combinatie van 1-takkers en 2-takkers in de verhouding zoals in de proef is waargenomen. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld (n= 24).

| Plant    | CO <sub>2</sub> tijdens opkweek | CO <sub>2</sub> tijdens afkweek |              |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
|          |                                 | Niet                            | 1000 ppm     |
| Blad     | niet                            | 6.17 ± 0.31                     | 6.23 ± 0.23  |
|          | 1000 ppm                        | 6.14 ± 0.26                     | 6.41 ± 0.22  |
| Wortel   | niet                            | 5.27 ± 0.34                     | 5.74 ± 0.29  |
|          | 1000 ppm                        | 5.71 ± 0.27                     | 6.34 ± 0.26  |
| Bloemtak | niet                            | 2.98 ± 0.24                     | 3.30 ± 0.24  |
|          | 1000 ppm                        | 3.15 ± 0.22                     | 3.75 ± 0.23  |
| Totaal   | niet                            | 14.42 ± 0.83                    | 15.27 ± 0.70 |
|          | 1000 ppm                        | 15.01 ± 0.69                    | 16.50 ± 0.65 |

*Tabel 9. Gemiddelde biomassa van blad, bloemtak, wortel en hele plant (g DW) van 4 cultivars, zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) bij opkweek en/of afkweek van alleen 2-takkers. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een 12/12 dag/nacht cyclus gedurende 48 weken. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld (n=73).*

| Plant    | CO <sub>2</sub> tijdens opkweek | CO <sub>2</sub> tijdens afkweek |              |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
|          |                                 | Niet                            | 1000 ppm     |
| Blad     | niet                            | 6.37 ± 0.37                     | 6.45 ± 0.20  |
|          | 1000 ppm                        | 6.29 ± 0.34                     | 6.54 ± 0.24  |
| Wortel   | niet                            | 5.43 ± 0.43                     | 6.01 ± 0.30  |
|          | 1000 ppm                        | 5.89 ± 0.36                     | 6.41 ± 0.26  |
| Bloemtak | niet                            | 3.22 ± 0.30                     | 3.57 ± 0.24  |
|          | 1000 ppm                        | 3.42 ± 0.28                     | 3.82 ± 0.23  |
| Totaal   | niet                            | 15.01 ± 1.02                    | 16.03 ± 0.66 |
|          | 1000 ppm                        | 15.61 ± 0.89                    | 16.77 ± 0.66 |

Planten met 2 bloemtakken per plant hebben gemiddeld meer drogestof in blad, wortel en bloemtakken vergeleken met planten met 1 bloemtak. Het gewicht van één bloemtak is dus hoger bij een 1-takker dan het gewicht van één bloemtak bij een 2-takker (Tabel 10).

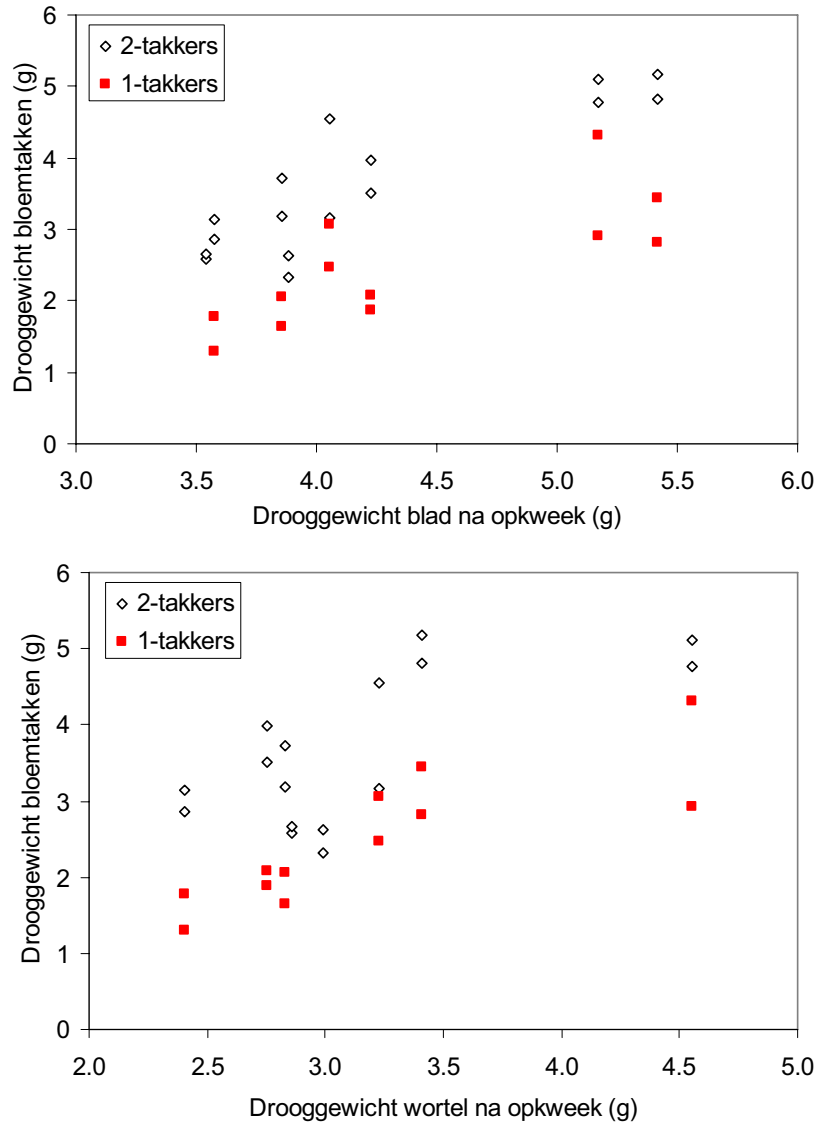
*Tabel 10. Gemiddelde biomassa van blad, bloemtak, wortel en hele plant (g drooggewicht) van 4 cultivars met 1 of met 2 bloemtakken. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een 12/12 dag/nacht cyclus gedurende 48 weken. Data van 4 cultivars zijn gemiddeld (n=23 en 73 voor resp. 1-takkers en 2-takkers).*

|          | 1-takker     | 2-takker     |
|----------|--------------|--------------|
| Blad     | 5.65 ± 0.26  | 6.42 ± 0.14  |
| Wortel   | 5.12 ± 0.28  | 5.96 ± 0.17  |
| Bloemtak | 2.57 ± 0.21  | 3.53 ± 0.13  |
| Totaal   | 13.35 ± 0.71 | 15.91 ± 0.40 |

### 3.4.3 Relatie biomassa en bloei

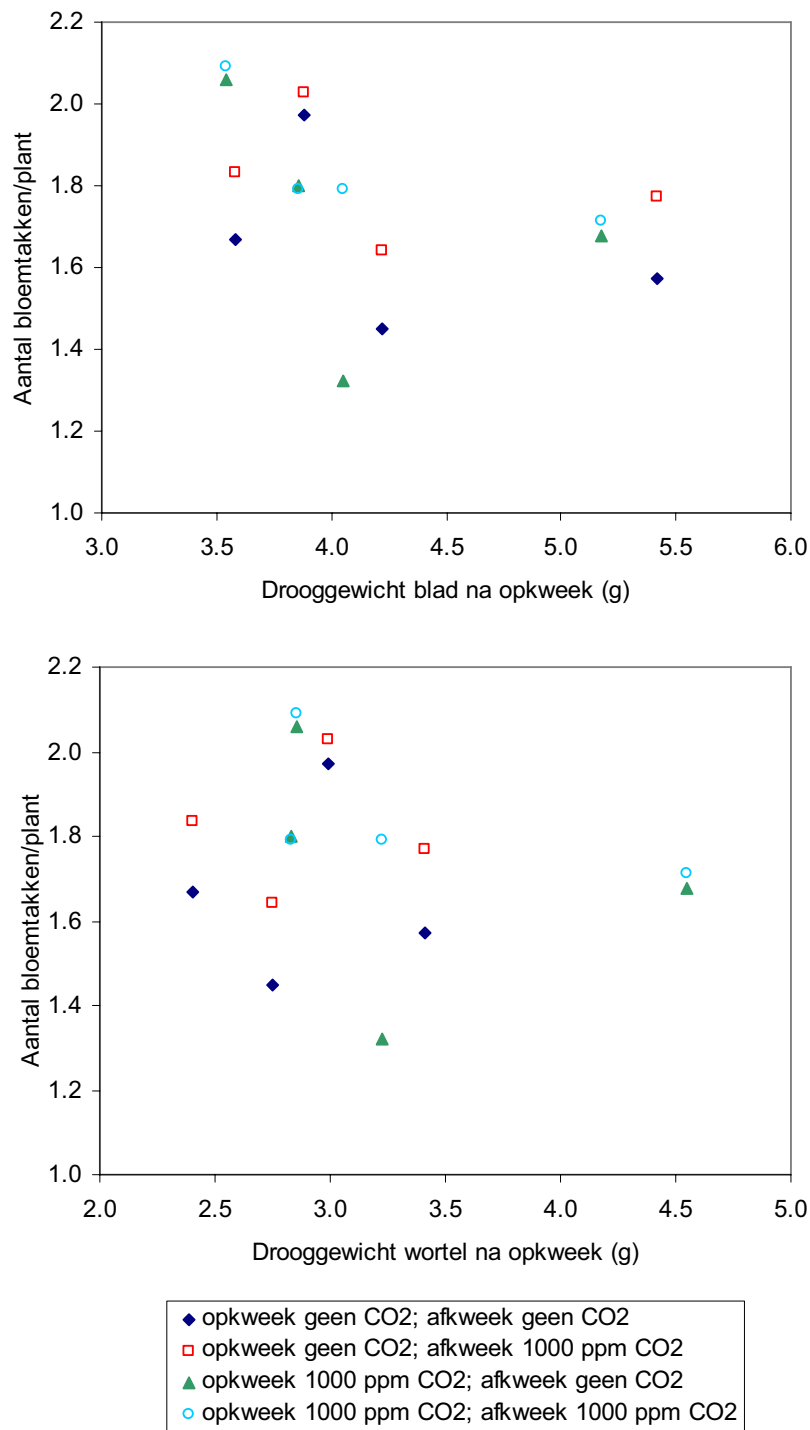
De bloemkwaliteit wordt bepaald door het aantal bloemtakken enerzijds en de grootte/zwaarte van de takken anderzijds. In de praktijk wordt naar grotere, zwaardere planten tegen het einde van de opkweekfase gestreefd, waarin verondersteld wordt dat dat resulteert in zwaardere en meer meertakkers. Om deze hypothese te toetsen, is het gewicht van bloemtakken uitgezet tegen het gewicht van het blad en het gewicht van de wortels bij het einde van de opkweek, uitgesplitst in 1-takkers en 2-takkers. Omdat het plantgewicht bij het einde van de opkweek verkregen is door destructieve metingen, bleven er een beperkt aantal planten waarmee het plantgewicht gerelateerd kon worden aan bloei-eigenschappen.

Het drooggewicht van de bloemtakken is uitgezet tegen de drooggewichten van blad en wortels aan het eind van de opkweek. In Figuur 6 is te zien dat een hoger blad- of wortelgewicht na 30 weken opkweek positief correleert met het bloemtakgewicht. Deze relatie, vooral die van 1-takkers lijkt beter op te gaan voor de wortel biomassa dan voor de blad biomassa. Dat betekent dus dat zwaardere planten na de opkweek ook zwaardere bloemtakken zullen produceren. Dat geldt zowel voor 1-takkers als voor 2-takkers.



*Figuur 6. Relatie tussen het bloemtak(ken)gewicht en het drooggewicht van de spruit en van de wortel aan het eind van de opkweek onderverdeeld in planten met 2 bloemtakken en met 1 bloemtak (n=6 bij data opkweek; n varieert tussen 1 en 6 bij data afkweek).*

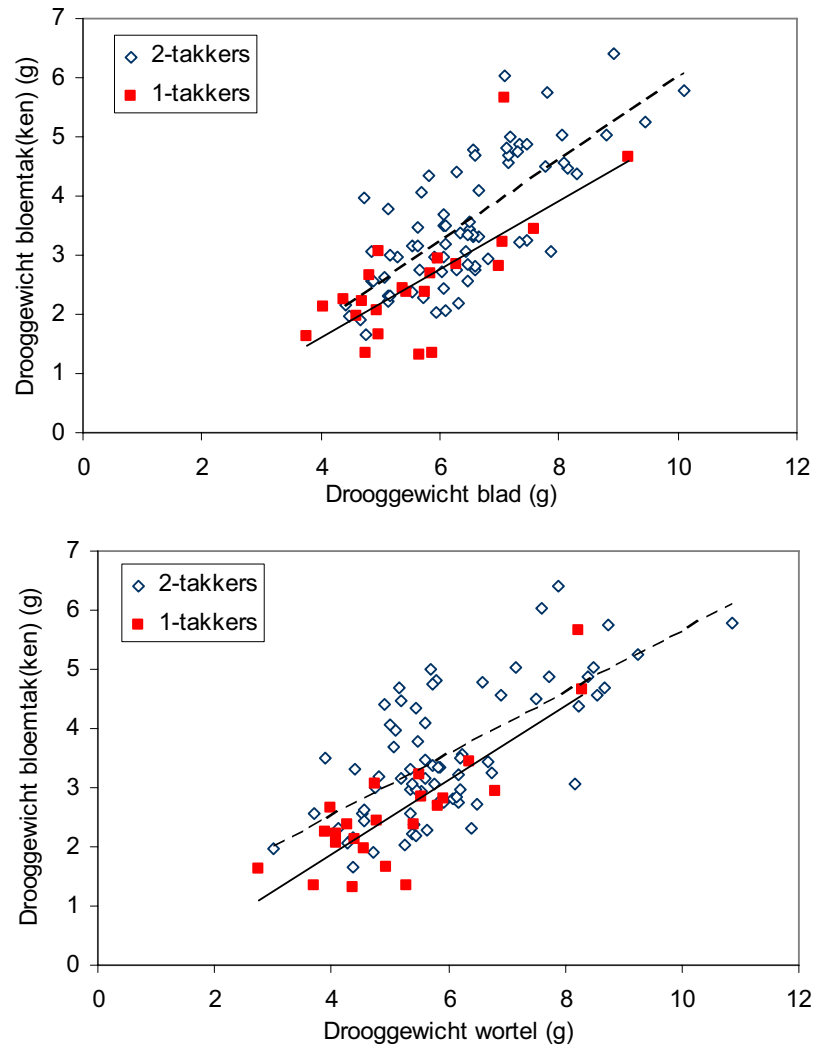
Vervolgens is in Figuur 7 het gemiddeld **aantal** bloemtakken dat per plant voor alle cultivars is geproduceerd uitgezet tegen het drooggewicht van blad en van de wortels aan het eind van de opkweek. De 4 verschillende symbolen geven de 4 behandelingen aan. Er blijkt geen relatie te zijn tussen het gewicht van bladeren of wortels na de opkweek en het aantal bloemtakken per plant. Het gewicht van de plant na de opkweek had in dit experiment dus geen voorspellende waarde voor het aantal bloemtakken dat na de afkweek verschijnt. Het streven naar zware planten na de opkweek is dus wel gunstig voor het gewicht van de bloemtakken, maar niet voor het aantal bloemtakken dat per plant verschijnt.



*Figuur 7. Relatie tussen het aantal bloemtakken per plant en het drooggewicht van de spruit en van de wortel na opkweek bij 4 verschillende behandelingen. Elk symbool komt 4 keer voor; wat correspondeert met de 4 cultivars (n=6 bij data opkweek; n=28-35 bij data afkweek).*

In de koeling en afkweekfase is de plant biomassa duidelijk toegenomen, de bladeren met ongeveer 60% en de wortels met ongeveer 100% (vergelijk Tabel 3 en 8). Zowel bij 1-takkers als 2-takkers is er een positief verband te zien, zowel tussen gewicht van de bloemtakken enerzijds, en blad en wortelgewicht anderzijds (Figuur 8). Zwaardere planten hebben dus ook zwaardere bloemtakken.





*Figuur 8. Relatie tussen het drooggewicht van bloemtakken van 1-takkers en 2-takkers en het drooggewicht van blad en wortel gemeten aan het einde van het experiment. De gestippelde lijn is de relatie voor de 2-takkers, en de doorgetrokken lijn voor de 1-takkers.*

In Tabel 10 en Figuur 8 is ook duidelijk te zien dat 2-takkers gemiddeld zwaarder zijn dan planten met 1 bloemtak. Toch is de range waartussen de blad- en wortelgewichten liggen van 1-takkers en 2-takkers niet erg verschillend. Dat betekent dat er op basis van blad- of wortelgewicht na afweke geen relatie is met het aantal bloemtakken dat is uitgelopen bij deze 4 cultivars, en een voorspelling naar de productie van meertakkers op basis van het plant biomassa, gemeten zowel vóór als na de afwekefase, is niet mogelijk.



## 4 Conclusies

### *Opkweekfase:*

1. Een verkorte dag/nacht cyclus van 6/6 uur leidt niet tot verhoging van de groei (snelheid) bij Phalaenopsis. Zowel het bladoppervlak per plant als de biomassa bleef achter t.o.v. een 12/12 cyclus.
2. CO<sub>2</sub> doseren tijdens opkweek geeft grotere planten op eind van opkweekfase en leidt tot zwaardere bloemtakken.
3. CO<sub>2</sub> doseren tijdens opkweek heeft weinig tot geen effect op het percentage meertakkers.
4. Het drooggewicht van blad en/of wortels van Phalaenopsis aan het einde van de opkweekperiode correleert positief met het bloemtakgewicht na afkweek. Er is echter geen verband gevonden met het aantal bloemtakken per plant.

### *Afkweekfase:*

5. Doseren van CO<sub>2</sub> tijdens de koeling en afkweek leidt tot 15% meer meertakkers (verhoogde bloemkwaliteit). CO<sub>2</sub> doseren tijdens de koeling en afkweek leidt tot meer meertakkers (verhoogde bloemkwaliteit), en CO<sub>2</sub> doseren tijdens de opkweek heeft weinig tot geen effect bij toediening.
6. CO<sub>2</sub> doseren tijdens afkweek geeft significant zwaardere bloemtakken.
7. CO<sub>2</sub> doseren tijdens de afkweekfase verhoogt het aantal bloemknoppen met 1 knop per plant en heeft geen invloed op het aantal vertakkingen. De takken zijn gemiddeld 2 cm langer, maar dat is niet significant.



## 5 Referenties

- Chenm, C. & R.S. Lin, 2004.  
Nondestructive estimation of dry weight and leaf area of Phalaenopsis leaves. *Appl. Engineering Agric.* 20:297-303.
- Dueck, T. & E. Meinen, 2008.  
CO<sub>2</sub>-opname bij Phalaenopsis. Rapport 191. WUR Glastuinbouw, Wageningen
- Endo, M. & I. Ikusima, 1997.  
Effect of CO<sub>2</sub> enrichment on yield and preservability of cut flowers in Phalaenopsis. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 66:169-174.
- Guo, W.-J. & N. Lee, 2006.  
Effect of leaf and plant age, and day/night temperature on net CO<sub>2</sub> uptake in Phalaenopsis amabilis var. formosa. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131:320-326.
- Ichihashi, S., T. Higuchi, H. Shibayama, Y. Tesima, Y. Nishiwaki & K. Ota, 2008.  
Aspects of CO<sub>2</sub> uptake in the Crassulacean acid metabolism orchid Phalaenopsis. *Acta Hort.* 766: 245-256.
- Inoue, Y. & H. Higuchi, 1990.  
The year-round production system in Phalaenopsis by means of "Hybrid Plant Factorail System". *Proc. NIOS, Nagoya, Japan.*
- Kajihara, S. & M. Aoyama, 1993.  
Effects of temperature and day-length on the growth of Phalaenopsis nursery plants. *J. Jpn. Hort. Sci.* 62: 56-57.
- Kano, A., M. Naitou, & K. Ookawa, 1992.  
Effects of temperature and light intensity on CO<sub>2</sub> absorption by Phalaenopsis. *Abstract Jpn. Soc. High Tech. Agric.* 87-88.
- Kataoka, K., K. Sumitomo, T. Fudano & K. Kawase, 2004.  
Changes in sugar content of Phalaenopsis leaves before floral transition. *Sci. Hort.* 102: 121-132.
- Kluge, M. & I.P. Ting, 1978.  
*Crassulacean Acid Metabolism. Analysis of an Ecological Adaptation.* Springer-Verlag, Berlin.
- Kromwijk, A., N. Van Mourik, H. Schüttler, P. Van Os, R. Werwijn & A. Schapendonk, 2005.  
Daglengthe en lichtintensiteit bij Phalaenopsis. PPO Rapport 41717008 en 417170169, WUR Glastuinbouw, Wageningen.
- Kromwijk, A. 2008.  
Effect dag/nachttemperatuur tijdens opkweek en effect CO<sub>2</sub> tijdens afkweek van Phalaenopsis. Nota 540 Wageningen UR Glastuinbouw.
- Ota, K., K. Morioka & Y. Yamamoto, 1991.  
Effects of leaf age, inflorescence, temperature, light intensity and moisture conditions on CAM photosynthesis in Phalaenopsis. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 60: 125-132.
- Schapendonk, A.H.C.M., 2005.  
Belichting Phalaenopsis. *Plant Dynamics*, Wageningen.
- Warmenhoven, M.G., N. Marissen & J.A.M. Kromwijk, 2003.  
Invloed van licht en CO<sub>2</sub> bij Phalaenopsis. PPO Rapport GT133017, Naaldwijk.



# Bijlage I.

## Voedingsoplossing

Recept 1: start – week 14.

| <b>GEWAS:</b> Phalaenopsis               | Standaard |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
|--|-----------|--------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----|--|------|--|-----|--|-----|--|-----|--|
| <b>FASE:</b> Opbouw W 0-6                |           |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>DATUM:</b> 05-dec-06                  |           |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| bak grootte (m <sup>3</sup> ) 1,0        |           |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Meststof                                 | g/l       | /100.000 l   | NO <sub>3</sub> | NH <sub>4</sub> | Ureum      | P          | K          | Ca         | Mg         | S          | EC          | B           | Cu         | Fe          | Mn         | Mo         | Zn         |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>Scotts Peters</b>                     |           |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 20 20 20                                 | 0,30      | 30,0         | 1,29            | 0,84            | 2,16       | 0,85       | 1,27       |            |            |            | 0,27        | 5,56        | 0,71       | 5,67        | 3,28       | 0,31       | 0,69       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 27 15 12                                 | 0,30      | 30,0         | 0,77            | 0,64            | 4,37       | 0,64       | 0,76       |            |            |            | 0,18        | 8,33        | 3,31       | 7,09        | 3,83       | 0,03       | 3,21       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 21 7 21                                  | 0,25      | 25,0         | 1,13            | 0,25            | 2,38       | 0,25       | 1,11       |            | 0,19       | 0,48       | 0,20        | 4,63        | 0,59       | 4,72        | 2,73       | 0,26       | 0,57       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 6 18 36                                  | 0,00      | 0,0          | 0,00            | 0,00            | 0,00       | 0,00       | 0,00       |            | 0,00       | 0,00       | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 0,00       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 10 52 10                                 | 0,00      | 0,0          | 0,00            | 0,00            | 0,00       | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 0,00       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 20 5 30                                  | 0,00      | 0,0          | 0,00            | 0,00            | 0,00       | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 0,00       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>Overige Meststoffen</b>               |           |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalsalpeter                              | 0,00      | 0,0          | 0,00            |                 |            |            | 0,00       |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalkalpeter                              | 0,25      | 25,0         | 2,57            | 0,20            |            |            |            | 1,16       |            |            | 0,31        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Bitterzout                               | 0,10      | 10,0         |                 |                 |            |            |            |            | 0,41       | 0,40       | 0,09        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalibicarbonaat                          | 0,00      | 0,0          |                 |                 |            |            | 0,00       |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalsulfaat                               | 0,00      | 0,0          |                 |                 |            |            | 0,00       |            |            | 0,00       | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| CALCAL Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 0,00      | 0,0          | 0,00            |                 |            |            |            | 0,00       |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Ammoniumnitraat                          | 0,00      | 0,0          | 0,00            | 0,00            |            |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Ureum WG 46%                             | 0,00      | 0,0          |                 |                 | 0,00       |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Ureum VLB 18,5%                          | 0,00      | 0,0          |                 |                 | 0,00       |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>          | 0,00      | 0,0          |                 |                 |            | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Yzerchelaat 6%                           | 0,005     | 0,5          |                 |                 |            |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            | 5,38        |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>Totaal bakvulling:</b>                |           | <b>120,5</b> | <b>5,8</b>      | <b>1,9</b>      | <b>8,9</b> | <b>1,7</b> | <b>3,2</b> | <b>1,2</b> | <b>0,6</b> | <b>0,9</b> | <b>1,05</b> | <b>18,5</b> | <b>4,6</b> | <b>22,9</b> | <b>9,8</b> | <b>0,6</b> | <b>4,5</b> |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Bij EC=                                  | 1,0       |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| % Ureum:                                 | 54%       |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| N:                                       | 5,3       |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
|  |           | 15,7         |                 | 1,6             |            | 3,0        |            | 1,1        |            | 0,6        |             | 0,8         |            | 1,0         |            | 17,6       |            | 4,4 |  | 21,7 |  | 9,3 |  | 0,6 |  | 4,2 |  |
|  |           | 5,5          |                 | 1,8             |            | 8,4        |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
|  |           | N            |                 | P               |            | K          |            | Ca         |            | Mg         |             | S           |            | EC          |            | B          |            | Cu  |  | Fe   |  | Mn  |  | Mo  |  | Zn  |  |

|        |                |
|--------|----------------|
| GEWAS: | Phalaenopsis   |
| FASE:  | Opkweek W 7-22 |
| DATUM: | 05-dec-06      |

Standaard




bak grootte (m<sup>2</sup>) 1,0

| Meststof                                 | g/l   | /100.000 l | NO <sub>3</sub> | NH <sub>4</sub> | Ureum | P    | K    | Ca   | Mg   | S    | EC   | B     | Cu   | Fe    | Mn   | Mo   | Zn   |
|--|-------|------------|-----------------|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| <b>Scotts Peters</b>                     |       |            |                 |                 |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |      |      |
| 20 20 20                                 | 0,60  | 60,0       | 2,57            | 1,67            | 4,33  | 1,70 | 2,55 |      |      |      | 0,54 | 11,11 | 1,42 | 11,34 | 6,56 | 0,63 | 1,38 |
| 27 15 12                                 | 0,00  | 0,0        | 0,00            | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,00 |      |      |      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21 7 21                                  | 0,25  | 25,0       | 1,13            | 0,25            | 2,38  | 0,25 | 1,11 |      | 0,19 | 0,48 | 0,20 | 4,63  | 0,59 | 4,72  | 2,73 | 0,26 | 0,57 |
| 6 18 36                                  | 0,00  | 0,0        | 0,00            | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,00 |      | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 52 10                                 | 0,00  | 0,0        | 0,00            | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,00 |      |      |      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 20 5 30                                  | 0,00  | 0,0        | 0,00            | 0,00            | 0,00  | 0,00 | 0,00 |      |      |      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <b>Overige Meststoffen</b>               |       |            |                 |                 |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |      |      |
| Kalispeter                               | 0,00  | 0,0        | 0,00            |                 |       |      | 0,00 |      |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| Kalkspeter                               | 0,25  | 25,0       | 2,57            | 0,20            |       |      |      | 1,16 |      |      | 0,31 |       |      |       |      |      |      |
| Bitterzout                               | 0,10  | 10,0       |                 |                 |       |      |      |      | 0,41 | 0,40 | 0,09 |       |      |       |      |      |      |
| Kalbicarbonaat                           | 0,00  | 0,0        |                 |                 |       |      | 0,00 |      |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| Kalifosfaat                              | 0,00  | 0,0        |                 |                 |       |      | 0,00 |      |      | 0,00 | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| CALCAL Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 0,00  | 0,0        | 0,00            |                 |       |      |      | 0,00 |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| Ammoniumnitraat                          | 0,00  | 0,0        | 0,00            | 0,00            |       |      |      |      |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| Ureum WG 46%                             | 0,00  | 0,0        |                 |                 | 0,00  |      |      |      |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| Ureum VLB 18,5%                          | 0,00  | 0,0        |                 |                 | 0,00  |      |      |      |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>          | 0,00  | 0,0        |                 |                 |       | 0,00 | 0,00 |      |      |      | 0,00 |       |      |       |      |      |      |
| Yzerchelaat 6%                           | 0,005 | 0,5        |                 |                 |       |      |      |      |      |      | 0,00 |       |      | 5,38  |      |      |      |
| <b>Totaal bakvulling:</b>                |       | 120,5      | 6,3             | 2,1             | 6,7   | 2,0  | 3,7  | 1,2  | 0,6  | 0,9  | 1,14 | 15,7  | 2,0  | 21,4  | 9,3  | 0,9  | 1,9  |
| Bij EC=                                  | 1,0   |            |                 |                 |       |      |      |      |      |      | 1,0  | 13,8  | 1,8  | 18,7  | 8,1  | 0,8  | 1,7  |
| % Ureum:                                 | 44%   |            |                 |                 |       |      |      |      |      |      | 1,0  | 13,8  | 1,8  | 18,7  | 8,1  | 0,8  | 1,7  |
| N:                                       | 4,1   |            |                 |                 |       |      |      |      |      |      | 1,0  | 13,8  | 1,8  | 18,7  | 8,1  | 0,8  | 1,7  |
|  |       |            | 13,2            |                 |       | 1,7  | 3,2  | 1,0  | 0,5  | 0,8  | 1,0  | 13,8  | 1,8  | 18,7  | 8,1  | 0,8  | 1,7  |
|  |       |            | 5,5             | 1,9             | 5,9   |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |      |      |
|  |       |            | N               |                 |       | P    | K    | Ca   | Mg   | S    | EC   | B     | Cu   | Fe    | Mn   | Mo   | Zn   |



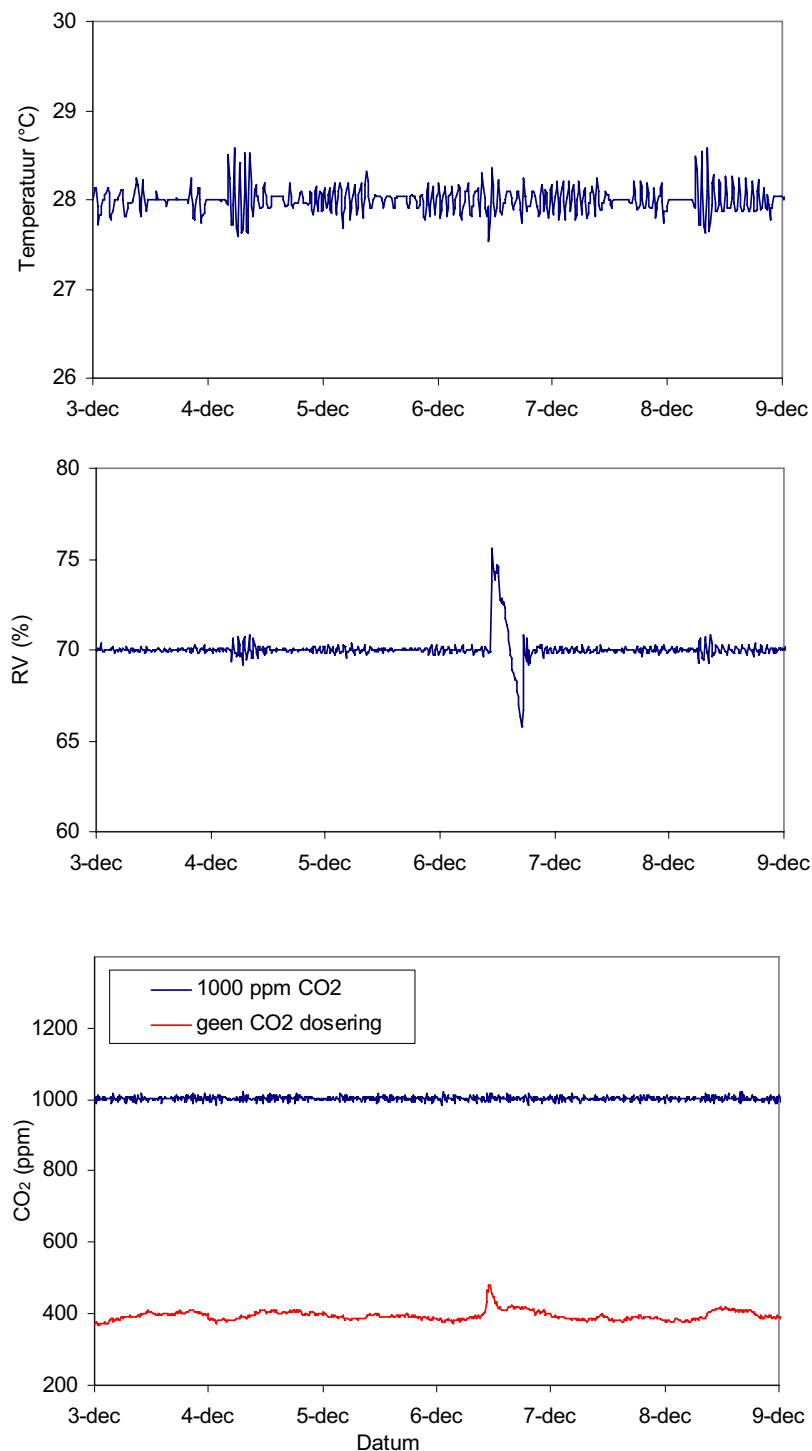
Recept 3: week 31 – week 48 (afkweek)

| <b>GEWAS:</b> Phalaenopsis               | Standaard   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
|--|---|--------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----|--|------|--|-----|--|-----|--|-----|--|
| <b>FASE:</b> Afkweek                     |  |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>DATUM:</b> 05-dec-06                  |   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| bak grootte (m <sup>2</sup> ) 1,0        |   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Meststof                                 | g/l   | /100.000 l   | NO <sub>3</sub> | NH <sub>4</sub> | Ureum      | P          | K          | Ca         | Mg         | S          | EC          | B           | Cu         | Fe          | Mn         | Mo         | Zn         |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>Scotts Peters</b>                     |   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 20 20 20                                 | 0,00  | 0,0          | 0,00            | 0,00            | 0,00       | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 0,00       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 27 15 12                                 | 0,25  | 25,0         | 0,64            | 0,54            | 3,64       | 0,53       | 0,64       |            |            |            | 0,15        | 6,94        | 2,76       | 5,91        | 3,19       | 0,03       | 2,68       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 21 7 21                                  | 0,25  | 25,0         | 1,13            | 0,25            | 2,38       | 0,25       | 1,11       |            | 0,19       | 0,48       | 0,20        | 4,63        | 0,59       | 4,72        | 2,73       | 0,26       | 0,57       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 6 18 36                                  | 0,35  | 35,0         | 1,50            | 0,00            | 0,00       | 0,89       | 2,68       |            | 0,26       | 0,77       | 0,39        | 6,48        | 0,83       | 13,78       | 3,83       | 0,36       | 0,80       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 10 52 10                                 | 0,00  | 0,0          | 0,00            | 0,00            | 0,00       | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 0,00       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| 20 5 30                                  | 0,00  | 0,0          | 0,00            | 0,00            | 0,00       | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00       | 0,00       |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>Overige Meststoffen</b>               |   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalispeter                               | 0,00  | 0,0          | 0,00            |                 |            |            | 0,00       |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalkspeter                               | 0,30  | 30,0         | 3,09            | 0,24            |            |            |            | 1,39       |            |            | 0,37        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Bitterzout                               | 0,05  | 5,0          |                 |                 |            |            |            |            | 0,20       | 0,20       | 0,05        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalibicarbonaat                          | 0,00  | 0,0          |                 |                 |            | 0,00       |            |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Kalifulfaat                              | 0,00  | 0,0          |                 |                 |            | 0,00       |            |            |            | 0,00       | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| CALCAL Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 0,00  | 0,0          | 0,00            |                 |            |            |            | 0,00       |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Ammoniumnitraat                          | 0,00  | 0,0          | 0,00            | 0,00            |            |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Ureum WG 46%                             | 0,00  | 0,0          |                 |                 | 0,00       |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Ureum VLB 18,5%                          | 0,00  | 0,0          |                 |                 | 0,00       |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>          | 0,00  | 0,0          |                 |                 |            | 0,00       | 0,00       |            |            |            | 0,00        |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Zerchelaat 6%                            | 0,000   | 0,0          |                 |                 |            |            |            |            |            |            | 0,00        |             |            | 0,00        |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| <b>Totaal bakvulling:</b>                |   | <b>120,0</b> | <b>6,4</b>      | <b>1,0</b>      | <b>6,0</b> | <b>1,7</b> | <b>4,4</b> | <b>1,4</b> | <b>0,7</b> | <b>1,5</b> | <b>1,15</b> | <b>18,1</b> | <b>4,2</b> | <b>24,4</b> | <b>9,7</b> | <b>0,7</b> | <b>4,1</b> |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| Bij EC=                                  | 1,0   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| % Ureum:                                 | 45%   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
| N:                                       | 3,0   |              |                 |                 |            |            |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
|  |   | 11,6         |                 | 1,5             |            | 3,8        |            | 1,2        |            | 0,6        |             | 1,3         |            | 1,0         |            | 15,6       |            | 3,6 |  | 21,2 |  | 8,4 |  | 0,6 |  | 3,5 |  |
|  |   | 5,5          |                 | 0,9             |            | 5,2        |            |            |            |            |             |             |            |             |            |            |            |     |  |      |  |     |  |     |  |     |  |
|  |   | N            |                 | P               |            | K          |            | Ca         |            | Mg         |             | S           |            | EC          |            | B          |            | Cu  |  | Fe   |  | Mn  |  | Mo  |  | Zn  |  |



## Bijlage II.

### Voorbeeld gerealiseerd klimaat



*Figuur. Gerealiseerd klimaat van 3 t/m 9 december 2007 in een klimaatkamer. Op 6 december is een watergift te zien (variatie RV en stijging CO<sub>2</sub> door aanwezigheid van een persoon in de klimaatkamer).*



## Bijlage III.

### Biomassa van 4 Phalaenopsis cultivars bij einde opkweekfase (30 weken)

Drooggewichten (g), droge stofpercentages (ds) en standaardfout van plant, spruit en wortels van 4 Phalaenopsis cultivars na 30 weken opkweek bij 4 teeltregimes (n=6).

| Cv            | behandeling             | DW<br>plant (g) | se   | DW<br>spruit<br>(g) | se   | DW<br>wortel (g) | se   | ds<br>plant<br>(%) | se   | ds<br>spruit<br>(%) | se   |
|---------------|-------------------------|-----------------|------|---------------------|------|------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|
| Brussels      | 6/6 + CO <sub>2</sub>   | 6.29            | 0.50 | 3.36                | 0.22 | 2.94             | 0.31 | 6.82               | 0.24 | 5.55                | 0.05 |
|               | 12/12 + CO <sub>2</sub> | 6.40            | 0.34 | 3.54                | 0.20 | 2.86             | 0.18 | 6.11               | 0.12 | 5.12                | 0.07 |
|               | 6/6 - CO <sub>2</sub>   | 4.01            | 0.36 | 2.45                | 0.20 | 1.56             | 0.16 | 6.67               | 0.13 | 6.09                | 0.11 |
|               | 12/12 - CO <sub>2</sub> | 6.88            | 0.42 | 3.88                | 0.20 | 2.99             | 0.22 | 6.33               | 0.13 | 5.46                | 0.14 |
| Pink Twilight | 6/6 + CO <sub>2</sub>   | 6.28            | 0.67 | 3.74                | 0.39 | 2.54             | 0.28 | 5.64               | 0.10 | 4.93                | 0.05 |
|               | 12/12 + CO <sub>2</sub> | 7.28            | 0.43 | 4.05                | 0.28 | 3.23             | 0.16 | 5.94               | 0.09 | 5.03                | 0.07 |
|               | 6/6 - CO <sub>2</sub>   | 5.06            | 0.37 | 3.23                | 0.24 | 1.83             | 0.13 | 6.21               | 0.11 | 5.61                | 0.06 |
|               | 12/12 - CO <sub>2</sub> | 6.98            | 0.28 | 4.23                | 0.19 | 2.75             | 0.10 | 6.16               | 0.13 | 5.43                | 0.08 |
| Sacramento    | 6/6 + CO <sub>2</sub>   | 5.87            | 0.44 | 3.33                | 0.18 | 2.54             | 0.26 | 6.46               | 0.22 | 5.45                | 0.11 |
|               | 12/12 + CO <sub>2</sub> | 6.68            | 0.39 | 3.85                | 0.16 | 2.83             | 0.24 | 5.87               | 0.06 | 5.12                | 0.09 |
|               | 6/6 - CO <sub>2</sub>   | 4.75            | 0.41 | 3.06                | 0.24 | 1.69             | 0.18 | 6.53               | 0.07 | 6.06                | 0.07 |
|               | 12/12 - CO <sub>2</sub> | 5.98            | 0.24 | 3.58                | 0.12 | 2.40             | 0.14 | 6.17               | 0.06 | 5.53                | 0.06 |
| White Moon    | 6/6 + CO <sub>2</sub>   | 7.97            | 0.71 | 4.88                | 0.40 | 3.09             | 0.32 | 5.60               | 0.07 | 5.00                | 0.09 |
|               | 12/12 + CO <sub>2</sub> | 9.72            | 0.59 | 5.17                | 0.18 | 4.55             | 0.45 | 5.82               | 0.22 | 5.01                | 0.12 |
|               | 6/6 - CO <sub>2</sub>   | 6.43            | 0.34 | 4.14                | 0.24 | 2.29             | 0.13 | 5.71               | 0.12 | 5.27                | 0.07 |
|               | 12/12 - CO <sub>2</sub> | 8.83            | 0.84 | 5.42                | 0.47 | 3.41             | 0.40 | 5.77               | 0.18 | 5.22                | 0.14 |



## Bijlage IV.

### Percentage 1, 2 en 3-takkers per behandeling

Percentage Phalaenopsis planten met 1, 2 of 3 bloemtakken zonder en met CO<sub>2</sub>-dosering (1000 ppm) tijdens opweek en/of afweek. Planten zijn allemaal opgekweekt bij een lichtregime van 12 uur licht en 12 uur donker (n=34, 29, 30 en 35 voor respectievelijk Brussels, Pink Twilight, Sacramento en White Moon).

| Cultivar      | CO <sub>2</sub> in opweek | CO <sub>2</sub> in afweek | % 1-tak | % 2-tak | % 3-tak | Gem. aantal<br>bloemtakken/plant |
|---------------|---------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|----------------------------------|
| gemiddeld     | niet                      | niet                      | 33      | 66      | 1       | 1,67                             |
|               | niet                      | 1000 ppm                  | 19      | 80      | 1       | 1,82                             |
|               | 1000 ppm                  | niet                      | 31      | 67      | 2       | 1,71                             |
|               | 1000 ppm                  | 1000 ppm                  | 20      | 75      | 5       | 1,85                             |
| Brussels      | niet                      | niet                      | 6       | 91      | 3       | 1,97                             |
|               | niet                      | 1000 ppm                  | 0       | 97      | 3       | 2,03                             |
|               | 1000 ppm                  | niet                      | 0       | 94      | 6       | 2,06                             |
|               | 1000 ppm                  | 1000 ppm                  | 3       | 85      | 12      | 2,09                             |
| Pink Twilight | niet                      | niet                      | 55      | 45      | 0       | 1,45                             |
|               | niet                      | 1000 ppm                  | 36      | 64      | 0       | 1,64                             |
|               | 1000 ppm                  | niet                      | 68      | 32      | 0       | 1,32                             |
|               | 1000 ppm                  | 1000 ppm                  | 21      | 79      | 0       | 1,79                             |
| Sacramento    | niet                      | niet                      | 33      | 67      | 0       | 1,67                             |
|               | niet                      | 1000 ppm                  | 17      | 83      | 0       | 1,83                             |
|               | 1000 ppm                  | niet                      | 20      | 80      | 0       | 1,80                             |
|               | 1000 ppm                  | 1000 ppm                  | 24      | 73      | 3       | 1,79                             |
| White Moon    | niet                      | niet                      | 43      | 57      | 0       | 1,57                             |
|               | niet                      | 1000 ppm                  | 23      | 77      | 0       | 1,77                             |
|               | 1000 ppm                  | niet                      | 35      | 65      | 0       | 1,65                             |
|               | 1000 ppm                  | 1000 ppm                  | 31      | 66      | 3       | 1,72                             |





## Bijlage V.

### Gemiddeld aantal bloemknoppen per bloemtak bij 1-takkers en 2-takkers

Gemiddeld aantal knoppen per tak bij 1-takkers en 2-takkers (n=34, 29, 30 en 35 voor respectievelijk Brussels, Pink Twilight, Sacramento en White Moon).

| Cultivar      | CO <sub>2</sub> opkweek | CO <sub>2</sub> afkweek | 1-tak | 2-tak |
|---------------|-------------------------|-------------------------|-------|-------|
| gemiddeld     | niet                    | niet                    | 11.1  | 8.6   |
|               | niet                    | 1000 ppm                | 10.0  | 8.7   |
|               | 1000 ppm                | niet                    | 10.5  | 8.8   |
|               | 1000 ppm                | 1000 ppm                | 10.7  | 9.1   |
| Brussels      | niet                    | niet                    | 6.5   | 7.5   |
|               | niet                    | 1000 ppm                | *     | 7.2   |
|               | 1000 ppm                | niet                    | *     | 7.2   |
|               | 1000 ppm                | 1000 ppm                | 7.0   | 7.1   |
| Pink Twilight | niet                    | niet                    | 9.0   | 8.6   |
|               | niet                    | 1000 ppm                | 7.0   | 7.3   |
|               | 1000 ppm                | niet                    | 9.7   | 7.5   |
|               | 1000 ppm                | 1000 ppm                | 10.0  | 8.0   |
| Sacramento    | niet                    | niet                    | 10.0  | 7.6   |
|               | niet                    | 1000 ppm                | 10.2  | 8.4   |
|               | 1000 ppm                | niet                    | 8.8   | 8.0   |
|               | 1000 ppm                | 1000 ppm                | 8.6   | 9.2   |
| White Moon    | niet                    | niet                    | 14.8  | 11.1  |
|               | niet                    | 1000 ppm                | 13.6  | 11.8  |
|               | 1000 ppm                | niet                    | 12.8  | 12.3  |
|               | 1000 ppm                | 1000 ppm                | 13.0  | 12.2  |

\* *geen planten met 1 bloemtak.*

