

Teeltversnelling Phalaenopsis door klimaat optimalisatie

Tom Dueck, Patricia de Boer & Filip van Noort





WAGENINGEN **UR**

For quality of life

Teeltversnelling Phalaenopsis door klimaat optimalisatie

Tom Dueck, Patricia de Boer & Filip van Noort

© 2010 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 : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 48 60 01
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Materiaal & Methoden	7
2.1 Plantmateriaal en teelt	7
2.1.1 Plantmateriaal	7
2.1.2 Teeltcondities	8
2.2 Behandelingen	8
2.3 Metingen	9
2.3.1 Klimaatregistratie	9
2.3.2 Bladafplitsing en bladontwikkeling	9
2.3.3 Fotosynthese en CO ₂ -opname	9
2.3.4 Malaat	10
2.3.5 SPAD-meting	10
2.3.6 Destructieve oogst	10
2.3.7 Statistiek	10
3 Resultaten & Discussie	11
3.1 Kasklimaat	11
3.1.1 Gerealiseerde kasklimaat	11
3.1.2 Realisatie van de lichtsom	12
3.1.3 Microklimaat: effect van RV en lichtsom	12
3.1.4 Microklimaat: effect van kasluchttemperatuur	14
3.2 Groei en ontwikkeling	15
3.2.1 Effect van de luchtvochtigheid op groei	15
3.2.2 Effecten van licht op groei en ontwikkeling	16
3.2.3 Effecten van temperatuur op groei en ontwikkeling	17
3.2.4 SPAD-metingen	18
3.2.5 Bladgroei	19
3.2.6 Sturing van bladvorm door de behandelingen	21
3.2.7 Destructieve oogst	22
3.2.8 Voortakken	23
3.3 Bladtemperatuur	25
3.4 CO ₂ -opname profielen	26
3.4.1 Invloed van relatieve luchtvochtigheid	26
3.4.2 Invloed van de lichtsom	26
3.4.3 Opname patronen bij verschillende lichtintensiteiten	28
3.5 Malaat	29
4 Conclusies	31
5 Referenties	33

		pagina
Bijlage I.	Voedingsoplossingen	35
Bijlage II.	Layout draadloze sensoren	37
Bijlage III.	Relatie tussen nondestructieve metingen en gemeten bladoppervlak	39
Bijlage IV.	Effect van licht op microklimaat: temperatuur en RV	41
Bijlage V.	Effect van temperatuur op microklimaat: temperatuur en RV tussen het gewas	43
Bijlage VI.	Effect van temperatuur op groei en ontwikkeling	45
Bijlage VII.	Bladtemperatuur op 16 februari 2010	47
Bijlage VIII.	Effect van RV en licht op bladvorm	49

Voorwoord

De teelt van Phalaenopsis is gebaat bij constante groeicondities. In Nederland echter, wordt Phalaenopsis geteeld bij relatief lage lichtintensiteiten en tegelijkertijd vertonen de overige klimaatcondities zoals temperatuur en RV relatief veel variatie. Door Phalaenopsis te testen onder een aantal combinaties van licht, temperatuur en luchtvochtigheid kunnen de teeltcondities mogelijk geoptimaliseerd worden, waardoor de groei wordt verbeterd en de teeltduur verkort.

Op verzoek van de Landelijke Potorchideeën commissie en gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (project nr. 13815) heeft Wageningen UR Glastuinbouw het hieronder beschreven project uitgevoerd, dat zich richt op teeltversnelling van Phalaenopsis door klimaatoptimalisatie.

Het project is begeleid door de Phalaenopsistelers Ruud Moor en Rene Hendriks, samen met de teeltbegeleiders Peter Prins (Floricultura) en Menno Gobielje (IMAC). Hun beoordeling van de planten en adviezen met betrekking tot de groei en ontwikkeling, klimaatinstellingen en overige teeltmaatregelen zijn als zeer waardevol ervaren hebben bijgedragen aan de succesvolle uitvoering van het onderzoek. De planten gebruikt in dit onderzoek zijn geschonken door Anthura en Floricultura.

De auteurs zijn ook Peter Schrama en Hans Schuttler erkentelijk voor hun inzet gedurende het project.

Tom Dueck
Wageningen UR Glastuinbouw
juni 2010

Tijdens het verloop van het project is er een aantal voordrachten gehouden en publicaties verschenen over de resultaten van het project. Deze zijn:

Dueck, T.A. & F.R. van Noort, 2009.

Teeltversnelling Phalaenopsis door klimaatoptimalisatie. Gewasnieuws Potplanten – bloeiende planten 12 (4): 4.

Dueck, T.A., P.M. de Boer-Tersteeg & F.R. van Noort, 2010.

Resultaten onderzoek teeltversnelling door klimaatoptimalisatie. Gewasnieuws Potorchidee 13 (1). - p. 2.

Dueck, T.A., 2009.

Teeltversnelling door klimaatoptimalisatie. Lezing Landelijke dag Potorchidee, 6 november 2009, Bleiswijk.

Dueck, T.A., 2009.

Onderzoek naar teeltoptimalisatie: modellen en licht. Lezing Kennisdag Tuinbouw, 24 november 2009, Bleiswijk.

Dueck, T.A., 2010.

Teeltversnelling door klimaatoptimalisatie. Lezing Landelijke dag Potorchidee, 12 februari 2010

Samenvatting

De Phalaenopsissteelt in Nederland wordt gekenmerkt door een relatief lage lichtsom, een temperatuur van 28°C en een lage, wisselende relatieve luchtvochtigheid. Om de variatie in deze klimaatcondities te verminderen, wordt er bij de Phalaenopsissteelt in Nederland relatief veel geschermd, omdat teveel variatie wordt gezien als een oorzaak van groeivertraging en een verhoogde gevoeligheid voor ziektes en plagen.

Door Phalaenopsis te telen onder een aantal verschillende licht- en klimaatcondities werd onderzocht of de teeltcondities geoptimaliseerd konden worden, en daardoor de groei verbeterd en de teeltduur verkort konden worden. In het hieronder beschreven experiment wordt het effect van meer licht, beheersing van de luchtvochtigheid en afstemming van de temperatuur op het lichtniveau tijdens de opkweek van Phalaenopsis onderzocht. Vier cultivars met verschillende eigenschappen werden gebruikt in het experiment. De opkweek duurde van eind juli 2009 tot eind februari 2010.

Gebleken is dat meer licht in combinatie met een hoge RV de groei van Phalaenopsis bevordert. Alle cultivars in dit experiment hadden duidelijk voordeel bij meer licht, al dan niet in combinatie met een hogere kaslucht temperatuur. Bij alle cultivars werd meer biomassa (droge stof) geproduceerd bij een hogere lichtsom, waarbij de snelgroeïende cultivars het beste groeiden onder een lichtsom van 5 in het begin tot 6 mol dag⁻¹ op het eind van de opkweek. De hogere droge stof productie bij deze cultivars kwam tot uiting in een snellere bladafplitsing en grotere bladoppervlak. Bij de traag groeiende cultivars Golden Treasure en Las Palmas, leek er een optimum bij 4 mol per dag te zijn, en dit resulteerde vooral in een snellere bladafplitsing, en minder in het bladoppervlak.

De opname van CO₂ gedurende een etmaal werd gemeten op White Moon, één van de snelgroeïende cultivars. Met een toenemende lichtsom werd meer CO₂ opgenomen, en de hoeveelheid CO₂ die werd opgenomen, werd sterk beïnvloed door de lichtsom. Bij 3 mol dag⁻¹ werd gedurende de nacht ca. 2,5 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ opgenomen, en bij 4 en 5 mol dag⁻¹ behandelingen werd resp. 5 en 6 μmol m⁻² s⁻¹ opgenomen. Er werd dus meer CO₂ opgenomen wanneer de planten meer licht kregen. Dit suggereert dat de fotosynthese wel degelijk gestimuleerd kan worden door meer licht toe te laten, waardoor de groei ook toeneemt.

Een kanttekening hierbij is dat ook al wordt de assimilatie gestimuleerd door meer licht, het lijkt erop dat jonge planten gevoelig zijn voor té hoge lichtintensiteiten. Het verdient daarom aanbeveling om aan het begin van de opkweek met een lagere lichtintensiteit te beginnen, en pas na een aantal weken de lichtintensiteit op te voeren.

Optimalisatie van het klimaat leidde tot teeltversnelling in Phalaenopsis van 3 tot 6 weken. Een toename in lichtsom van 3 naar 5 mol dag⁻¹ resulteerde in gemiddeld 0,7 blad meer tijdens de opkweek bij de traag groeiende cultivars Las Palmas en Golden Treasure. De snel groeiende cultivars White Moon en Promise maakten iets minder bladeren aan, resp. 0,4 en 0,5 bladeren meer. Wanneer uitgegaan wordt van een aanmaak van ongeveer 1 nieuw blad per 6 weken, betekent dat een teeltversnelling van 3 tot 4 weken bij deze cultivars. Bij Las Palmas lijken de behandelingen met een lichtsom van 4 mol dag⁻¹ het beste te zijn, omdat er de hoogste bladafplitsing en bladoppervlak tijdens de opkweek werd gerealiseerd. Voor Golden Treasure, de andere traaggroeïende cultivar, nam het gemiddelde bladoppervlak af met toenemende licht, terwijl de bladafplitsing toenam, wat uiteindelijk resulteerde in een min of meer gelijk totaal bladoppervlak. Ook bij een hogere temperatuur werd een teeltversnelling van 6 weken gerealiseerd bij de snel groeiende cultivars White Moon en Promise tijdens de opkweek. Het effect van een hogere temperatuur op de bladafplitsing van de langzaam groeiende cultivars was ook positief, maar minder duidelijk.

1 Inleiding

Phalaenopsis wordt geteeld in zuid-oost Azië bij een hogere lichtintensiteit dan in Nederland, maar met een constante daglengte. De overige klimaatcondities zoals temperatuur en RV vertonen minder variatie dan in Nederland, waardoor het klimaat gekenmerkt wordt door een veel grotere regelmaat. Om de variatie van vooral licht en temperatuur te verminderen, wordt er bij de Phalaenopsisteelt in Nederland relatief veel geschermd, met name in de zomer. Teveel variatie in klimaat gedurende de teelt wordt gezien als oorzaak voor groeivertraging en de schade die dan kan ontstaan. Naast deze twee primaire factoren, speelt een lage luchtvochtigheid (hoog vochtdeficiet), al dan niet in een combinatie met té hoge temperaturen ook een belangrijke rol omdat het de huidmondjes opening remt en daarmee de fotosynthese (Dueck *et al.*, 2008a; Ichihashi *et al.*, 2008).

Licht is de belangrijkste groeibepalende factor, en de lichtniveau's in de Phalaenopsisteelt in Nederland worden vermoedelijk beperkt door schommelingen in temperatuur en RV in de kas, die onvoldoende onder controle gehouden kunnen worden (Dueck *et al.*, 2008b). Wanneer de overige klimaatomstandigheden gecontroleerd en constant gehouden kunnen worden, zou het mogelijk moeten zijn om meer licht in te Phalaenopsisteelt toe te laten. Een aantal projecten (Kas als Energiebron bij S. Huismans in Huissen, en Optimalisatie lichtomstandigheden Palmen) hebben laten zien dat er meer licht toegelaten kan worden mits dat in balans wordt gebracht met de kastemperatuur, vochtdeficiet en CO₂-concentratie.

Hierdoor is gebleken dat bij een hogere RV (lagere vochtdeficiet), maar vooral bij een constantere RV en temperatuur, een snellere bladafplitsing en snellere groei gerealiseerd kan worden. Verder lijkt in de zomer de verhouding tussen aanmaak en verbruik van assimilaten (sink-source verhouding) in onbalans, maar ook in de winter is het onduidelijk of wel de juiste sink-source balans aanwezig is (in opkweek is men de laatste jaren teruggegaan in lichthoeveelheid bij bijbelichten).

Door Phalaenopsis te telen onder een aantal verschillende licht- en klimaatcondities kunnen de teeltcondities geoptimaliseerd worden, sink-source verhouding in balans gehouden worden en de groei verbeterd, waardoor de teeltduur mogelijk verkort wordt. In het hieronder beschreven experiment wordt het effect van meer licht, beheersing van (een hogere) luchtvochtigheid en afstemming van temperatuur op lichtniveau (afstemmen assimilatenaanmaak en assimilatengebruik) tijdens de opkweek van Phalaenopsis onderzocht. Hiermee wordt antwoord gegeven op de vraag 'Wat is de ideale licht-klimaatcombinatie voor mijn gewas?' Daarmee wordt:

- vastgesteld of een optimalisatie van licht- en klimaatomstandigheden kan leiden tot teeltduurverkorting van Phalaenopsis.
- vastgesteld of het mogelijk is meer licht toe te laten bij de opkweek van Phalaenopsis om teeltversnelling te bereiken en of er gelijktijdig een hogere temperatuur en/of luchtvochtigheid moet worden gehandhaafd.
- vastgesteld wat de effecten zijn van meer licht en een hogere RV op de CO₂-opname en fotosynthesesnelheid.

Er worden 4 cultivars met verschillende eigenschappen in het experiment gebruikt. De resultaten van het experiment zullen later in een vervolgproject gekoppeld worden aan deze eigenschappen om te komen tot een aantal regels voor het optimale telen van verschillende typen Phalaenopsis.

2 Materiaal & Methoden

2.1 Plantmateriaal en teelt

2.1.1 Plantmateriaal

De proef werd uitgevoerd met 4 cultivars die 4 verschillende morfologische planttypen (fenotypen) van Phalaenopsis vertegenwoordigen. Tijdens een discussie met de leden van de Landelijke PotorchideeCie is er gekozen voor de volgende indeling en 4 cultivars:

- Trage groei, gele bloem Golden Treasure
- Trage groeisnelheid, minder licht Las Palmas
- Lange blad, snelle groei White Moon
- Compacte plant, snelle groei Promise

Phalaenopsisplanten geleverd door Anthura en Floricultura, werden opgepot door Optiflor in week 31 van 2009 in potten met een diameter van 11,5 cm gevuld met bark substraat.

Planten werden direct na levering in 6 geconditioneerde kassen van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk geplaatst met een plantdichtheid van 76 planten per m². In elke kas stonden 216 planten per cultivar in een blok, in totaal 864 planten per kas. De buitenste rijen planten dienden als randplanten en werden niet gebruikt voor metingen.



Start van het experiment.

De planten kregen ongeveer 2 keer per week voedingsoplossing door ze van boven te broezen. Na het broezen was de bark in de potten voldoende nat en overtollige voedingsoplossing kon weggelopen. Door per watering de hoeveelheid voedingsoplossing per behandeling aan te passen aan de behoefte, werd het vochtgehalte in de potten bij alle behandelingen zoveel mogelijk gelijk gehouden.

De samenstelling van de voedingsoplossing is per groeifase aangepast (Bijlage I). Vanaf de start is gedurende 6 weken recept 1 gegeven, van week 7 tot 22 recept 2, en daarna is tot het einde van de opkweekperiode recept 3 gegeven.

2.1.2 Teeltcondities

De planten werden geteeld in geconditioneerde kascompartimenten bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. De licht- en temperatuurbehandelingen t.o.v. de referentie werden ingesteld zoals in het behandelingstabel is weergegeven. Elke lichtbehandeling werd geregeld middels schermen en bijbelichten met SON-T lampen, om zodoende tot een constante lichtsom per dag te komen. Bij veel zon instraling werd geschermd en bij te weinig licht werd bijbelicht tot een maximum lichtintensiteit.

Bij alle behandelingen werd verneveling toepast om het vochtdeficiet van de lucht constant en voldoende laag te houden. Een laag vochtdeficiet van 6 g/m^3 , ofwel een hoge luchtvochtigheid werd gehandhaafd om de huidmondjes open te houden voor een optimale opname van CO_2 en minerale voeding. CO_2 werd continu toegediend t.b.v. de jongere (C3) en oudere bladeren. Als het vochtdeficiet hoger werd, werd dit op peil gehouden door verneveling. Beoogd werd een RV in de controle te hebben van ca. 60%, en een RV in de overige behandelingen te handhaven van 80%, maar niet hoger te laten worden dan 85%, om de risico voor ziektes klein te houden.

Eind juli bij het inzetten van het experiment werd er gestart met een plantdichtheid van 76 planten m^2 waarbij de potten tegen elkaar zijn geschoven. Na 19 weken is er op 8 december de plantdichtheid aangepast tot 54 planten m^2 .

2.2 Behandelingen

Er werden 6 behandelingen ingezet (Tabel 1), met een referentie behandeling waarbij het licht, luchtvochtigheid en temperatuur op gelijke waarden werden ingesteld als in de praktijk gebruikelijk is. De lichtbehandelingen werden ingezet met oplopende lichtsommen van 3, 4 en 5 $\text{mol m}^2 \text{ dag}^{-1}$ bij het begin van het experiment.

Tabel 1. *Overzicht met kasklimaat setpoints van Phalaenopsis gedurende de opkweek van 30 weken.*

Behandeling	Lichtsom ($\text{mol m}^2 \text{ dag}^{-1}$)	Temperatuur ($^{\circ}\text{C}$)	RV (%)	VPD (g m^{-3})
1 (praktijk)	3	28	60	10
2	3	28	80	6
3	4	28	80	6
4	4	31	80	6
5	5	31	80	6
6	5	28	80	6

De lichtintensiteiten werden verhoogd gedurende de opkweek (Tabel 2). De RV in de behandelingen werd hoger ingesteld dan in de controle (die de praktijk moet benaderen), op ca. 80% RV. De temperatuur werd op 28°C en 31°C ingesteld zoals in Tabel 1 wordt weergegeven.

Tabel 2. *Het verloop van de lichtsom en de gebruikte lichtintensiteiten gedurende de opkweek van Phalaenopsis.*

Teelt periode	Datum	Lichtsom ($\text{mol m}^2 \text{ dag}^{-1}$)	Lamplichtintensiteit ($\mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$)
wk 0 tot 16	28 juli – 20 nov	3	60-80
wk 17 tot 22	20 nov – 30 dec	3,5	80-100
wk 23 tot 30	30 dec – 26 febr	4	100-130

Het voorbeeld in Tabel 2 is dat van 3 mol m⁻² dag⁻¹; bij 4 resp. 5 mol werd het lichtintensiteit ook verhoogd met telkens 0,5 mol m⁻² dag⁻¹ in dezelfde periodes, en daarbij zijn de lamplichtintensiteiten hoger aangepast.

2.3 Metingen

2.3.1 Klimaatregistratie

Kasklimaat

De setpoints en het gerealiseerde klimaat in de kassen werd elke 5 minuten geregistreerd met de Hoogendoorn klimaatcomputer. Daarbij werd de kasluchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, vochtdeficiet, CO₂-concentratie, globale straling en het PAR licht in de kas gemeten en opgeslagen.

Microklimaat

Het microklimaat werd gemonitord met draadloze sensoren, die op bladhoogte tussen de planten hingen in de 4 kwadranten van elke kas. In ieder kwadrant was één van de cultivars geplaatst, waardoor 2 sensoren hingen tussen de planten van elke cultivar, met nog één sensor naast de Hogendoorn 'box' dus 9 sensoren per compartiment. Waardes werden elke 5 min geregistreerd. Een schema van de positie van de sensoren wordt weergegeven in Bijlage II.

Metingen van het gewastemperatuur

Metingen van de bladtemperatuur werden op twee manieren uitgevoerd, momentane metingen met een portable IR meter en continu met een vaste IR camera.

Portable IR meter. De bladtemperatuur werd gemeten met een portable IR meter (Humiport 05 IR temperatuurmeter) op 1 december tussen 14.00 en 15.00 uur. Dit werd herhaald op 16 februari, tussen 11.00 en 12.00 uur. Er werd gemeten aan het (bijna volgroeide) blad tegenover het jonge blad. De meting werd altijd uitgevoerd tussen de nerf en de bladrand, op ³/₄ van de lengte van het blad. Er werden alleen bladeren gebruikt die niet werden beschaduwd door andere bladeren.

Vaste IR camera. De gewastemperatuur van de cultivar Las Palmas werd continu gemeten met infrarood camera's (infrarood pyrometer, model CT11, Heitronics). Met deze meters kan de temperatuur op afstand – dus zonder contact – worden gemeten. De pyrometers werden in januari geïnstalleerd in de compartimenten met behandelingen 1 (3 mol m⁻² dag⁻¹, 28°C en 60% RV), 2 (3 mol m⁻² dag⁻¹, 28°C en 80% RV) en 3 (4 mol m⁻² dag⁻¹, 28°C en 80% RV). De apparatuur is tot het einde van de opweekperiode in gebruik gebleven.

2.3.2 Bladafsplitsing en bladontwikkeling

Tijdens de opweekperiode is elke 6 weken aan 10 planten per cultivar per behandeling het aantal bladeren geteld en is elke 4 weken bij deze planten de lengte en de maximale breedte per blad gemeten volgens Chen & Lin (2004). Op 24 november is een destructieve oogst uitgevoerd, waarbij van 10 planten per cultivar naast de lengte en de breedte van de bladeren ook het bladoppervlak is gemeten met een bladoppervlaktemeter. De relatie is vastgesteld tussen lengte x breedte van een blad en het bladoppervlak (zie Bijlage III). De verkregen ijklijn kwam goed overeen met de relatie gevonden door Chen & Lin (2004) en is gebruikt om uit de 4-wekelijkse metingen het bladoppervlak te berekenen.

2.3.3 Fotosynthese en CO₂-opname

De metingen zijn uitgevoerd met een LiCor 6400, waarmee tegelijkertijd de CO₂-opname, verdamping en fluorescentieverloop kan worden gemeten. In het meetcuveet kunnen de lichtomstandigheden, de CO₂-concentratie,

de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid gevarieerd worden om daarmee de CO₂-opname van het blad te bepalen. De CO₂-opname wordt afgeleid uit het verschil in CO₂-concentratie in de luchtstroom bij de in- en uitgang van het meetcuvet.

2.3.4 Malaat

Na 27 weken opkweek (week 5, 2010) zijn malaatconcentraties gemeten in het jongst volgroeide blad van White Moon in alle behandelingen. 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 van monsternamen waren: ca. 1 uur voor het licht werd, 1 uur, 2 uur, 4 uur na starten van de lichtperiode en 2 uur, 1 uur en 1 uur na starten van de donkerperiode. Bladponsjes werden direct ingevroren in vloeibare stikstof en werden vervolgens bevroren gemalen. Monsters zijn gezuiverd en vervolgens gederiviseerd. Scheiding vond plaats met behulp van een gaschromatograaf gekoppeld aan een massaspectrometer (LECO) voor kwantificering.

2.3.5 SPAD-meting

Met een SPAD meter (Minolta SPAD-502) is de lichttransmissie door het blad bepaald, dit geeft een indruk van de hoeveelheid chlorofyl in het blad. De meting is uitgevoerd aan 20 planten per cultivar per behandeling. Hierbij is gemeten aan het (bijna volgroeide) blad tegenover het jongste blad. Er is alleen gemeten aan blad dat niet beschadwd werd door andere bladeren. De meting is altijd uitgevoerd op de plaats tussen de nerf en de bladrand, op driekwart van de lengte van het blad.

2.3.6 Destructieve oogst

Op 3 momenten tijdens de teelt zijn planten destructief geoogst. De eerste oogst was bij het starten van het experiment (data niet vermeld), de tweede in november en de derde oogst was aan het einde van de opkweekfase.

De destructieve oogst in november is uitgevoerd waarbij lengte, breedte en oppervlak van de bladeren is gemeten. Door de bladlengte vermenigvuldigd met de bladbreedte uit te zetten tegen de werkelijk gemeten bladoppervlak, ontstond er een relatie (voor de ijklijn zie Bijlage III) die gebruikt werd om tijdens de teelt de groeitoename niet destructief te 'meten' (zie paragraaf 2.3.2).

Bij de destructieve oogsten na de opkweekperiode is van 10 planten per cultivar per behandeling het vers- en drooggewicht van het blad gemeten.

2.3.7 Statistiek

Tijdens de opkweekperiode stonden de planten in 6 verschillende kassen met elk een andere teeltregime, zonder herhaling. In elke kas stonden 4 verschillende cultivars. Van de groeiparameters zijn er gemiddelde waarden berekend met de standaardfout, waarbij de standaardfout de variatie aangeeft rond het gemiddelde. Een variatie analyse is uitgevoerd over alle cultivars (met Genstat), voor de behandelingsfactoren licht, temperatuur en relatief luchtvochtigheid.

3 Resultaten & Discussie

3.1 Kasklimaat

3.1.1 Gerealiseerde kasklimaat

In Tabel 3 wordt de gerealiseerde lichtsom, gemiddelde etmaal temperatuur en RV van elke behandeling en bij toenemende lichtsommen en/of wijder zetten weergegeven.

Gedurende de eerste periode van 16 weken van de teelt werd een lichtsom van 3, 4 en 5 mol m² dag⁻¹ gehandhaafd. In de 17^e week is dat verhoogd met ongeveer 0,5 mol m² dag⁻¹ en in de 23^e week nogmaals met 0,5 mol m² dag⁻¹, tot lichtsommen van 4, 5 en 6 mol m² dag⁻¹. De ingestelde temperatuur setpoints werden goed gerealiseerd, alleen er zijn wat verschillen opgetreden tussen de realiseerde RV en RV setpoints. Bij het begin van het experiment was de RV setpoint in de referentieteelt 70%. Die is op 19 september lager bijgesteld door de teeltbegeleiding tot 60% om de RV dichterbij de praktijk te houden. Dat verklaart de gerealiseerde RV van 63,5%. Na het instellen van de RV van 60% werd de setpoint niet gehaald, maar bleef ongeveer 5% lager. De gerealiseerde RV in de overige behandelingen bleven ook 5% lager dan de ingestelde 80%, met uitzondering van de behandelingen met een temperatuur van 31°C, waar de beoogde RV wel werd gehaald. Waarschijnlijk komt dat doordat er op vochtdeficiet is gestuurd, en met een temperatuurverschil van 3°C kan de gemeten RV verschillend zijn.

Tabel 3. *Gerealiseerde lichtsom (mol m² dag⁻¹) en gemiddelde etmaal temperatuur (°C) en RV (%) gedurende de opkweek van Phalaenopsis.*

Behandeling (kas nr.)	Instellingen			Periode (wk na start)	Realisatie		
	Lichtsom (mol m ² d ⁻¹)	Temp. (°C)	RV (%)		Lichtsom (mol m ² d ⁻¹)	Etmaal Temp. (°C)	RV (%)
1 (1.01)	3	28	60	0-16	3,0	28,1	63,5
				17-22	3,6	28,0	56,1
				23-30	4,1	28,0	55,8
2 (1.02)	3	28	80	0-16	3,0	28,1	79,0
				17-22	3,6	28,0	77,5
				23-30	4,0	28,0	75,3
3 (1.03)	4	28	80	0-16	3,9	28,1	78,6
				17-22	4,6	28,0	77,3
				23-30	5,0	28,0	75,5
4 (1.10)	4	31	80	0-16	3,8	31,1	80,0
				17-22	4,6	31,0	75,4
				23-30	5,0	31,0	72,3
5 (1.11)	5	31	80	0-16	4,9	31,0	80,0
				17-22	5,7	31,0	80,2
				23-30	6,0	31,0	80,3
6 (1.12)	5	28	80	0-16	4,9	28,1	78,0
				17-22	5,6	28,0	76,7
				23-30	6,0	28,0	74,3

3.1.2 Realisatie van de lichtsom

De gewenste lichtsom werd gerealiseerd door gebruik te maken van een combinatie van natuurlijk daglicht en belichting met SON-T lampen. Er werd geschermd wanneer het natuurlijk lichtniveau op een bepaald moment tijdens de dag té hoog werd. Naarmate de gewenste lichtsom hoger was, werd er later geschermd. Bij té weinig licht werd er bijbelicht met SON-T lampen om de gewenste lichtsom te bereiken. In Figuur 1 is te zien hoe de lichtsom tijdens de dag oploopt totdat het gewenste niveau werd bereikt. Op het moment dat dit het geval was, werden de lampen uitgeschakeld en liep de lichtsom niet verder op. Het aantal lampen per compartiment werd afgestemd op de gewenste lichtsom en de hoeveelheid daglicht, zodat in maximaal 14 uur de gewenste lichtsom gerealiseerd kon worden. Door middel van schermen en belichten werd de daglengte beïnvloedt omdat de doelstelling was een bepaalde lichtsom te bereiken. Er is getracht verschillen in daglengte zo klein mogelijk te houden, maar dat is niet altijd gelukt zoals te zien is in Figuur 1. Dat betekent dat de behandelingen verschilden niet alleen de lichtsom, maar dat de daglengte ook weleens korter of langer werd. Of dit een invloed gehad heeft gehad op de groei en ontwikkeling van Phalaenopsis in dit experiment is onduidelijk, temeer omdat een verschil in daglengte bij de behandelingen niet structureel was. Kajihara (1993) beweerde dat de groei wel gestimuleerd kon worden door een (structureel) langere daglengte, waarschijnlijk doordat meer CO₂ opgenomen kon worden.



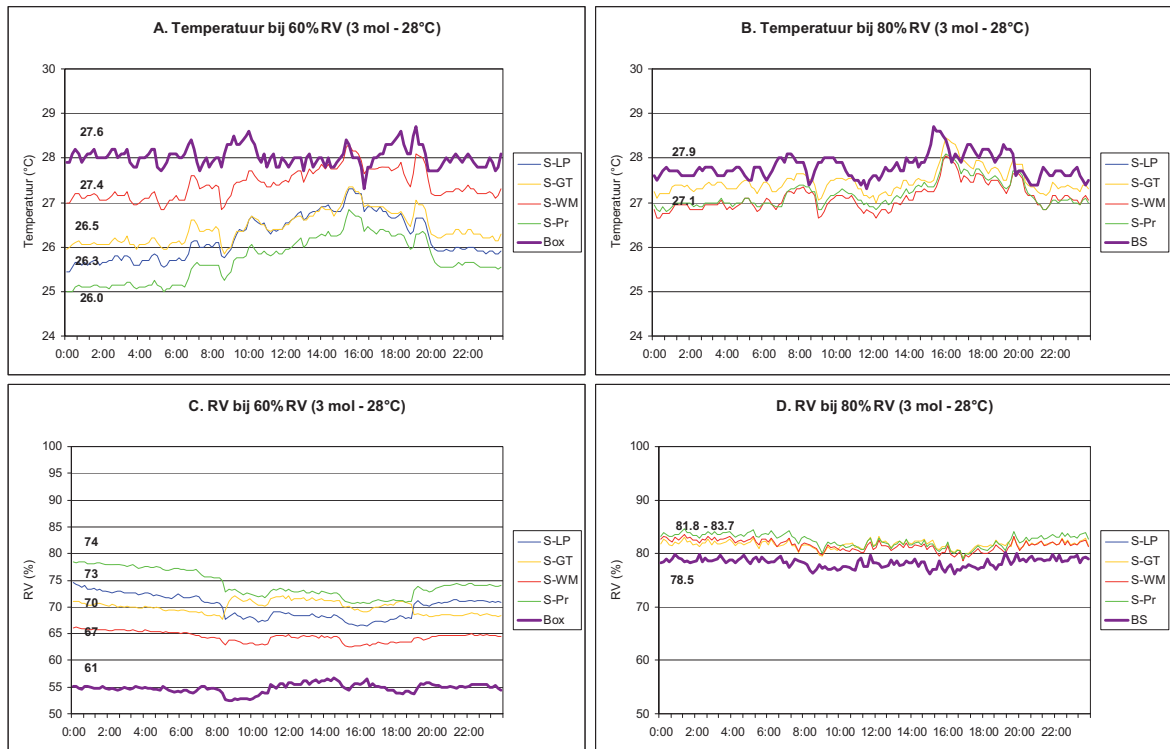
Figuur 1. Weergave van het verloop van de lichtsom over 3 dagen tijdens het experiment.

3.1.3 Microklimaat: effect van RV en lichtsom

Figuur 2 geeft de temperatuur aan (A en B) en RV (C en D) bij de meetbox en tussen het gewas (microklimaat) bij een RV van 60% (referentieteeft, links) en 80% (rechts).

In de referentieteeft was de temperatuur in het gewas, vooral 's nachts, 0-3°C lager dan de temperatuur bij de meetbox die hing net boven het gewas, en het verschil varieert sterk per cultivar. De gemiddelde temperatuur in de maand oktober bijvoorbeeld, was 27,6°C bij de meetbox, en lager in het gewas, bij White Moon 27,4°C, bij Golden Treasure 26,5°C, bij Las Palmas 26,3°C en bij Promise was het 26°C.

Ook de RV bij de meetbox en in het gewas verschilde sterk per cultivar (Figuur 2C en D). Bijvoorbeeld, in de maand oktober was de gemeten RV bij de meetbox 61%, en liep op bij de verschillende cultivars, van 67% bij White Moon, tot 70% bij Golden Treasure, 73% bij Las Palmas en 74% bij Promise. Op de voorbeeldag in Figuur 2 (20 oktober, 2009), was de RV in de kas kennelijk ongeveer 5% lager dan de maandgemiddelde (55% t.o. de maandgemiddelde van 61%).



Figuur 2. Effect van een verhoogde RV setpoint op het microklimaat: op de temperatuur (A en B) en op de RV (C en D) tussen het gewas op 20 oktober 2009. De donkere lijn geeft de temperatuur en RV bij de meetbox weer, en de overige lijnen het microklimaat tussen de 4 cultivars. De cijfers geven gemiddeld etmaal temperatuur en RV aan voor de hele maand.

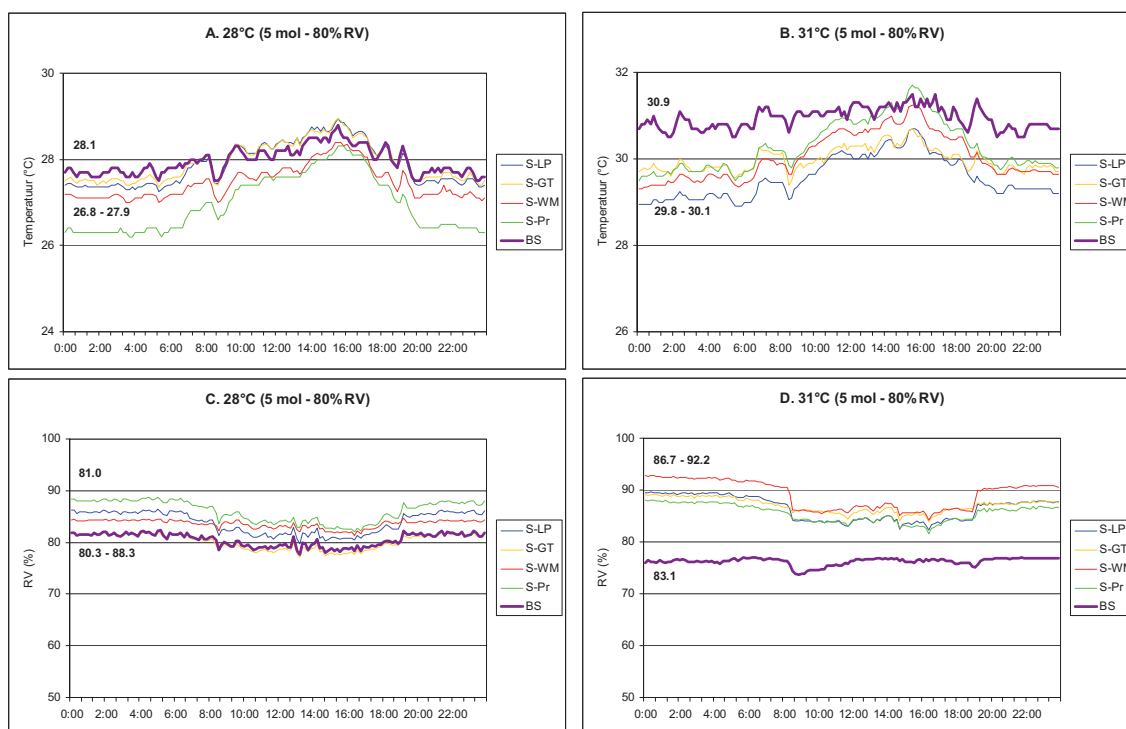
Blijkbaar is het microklimaat in het gewas tussen de verschillende cultivars in één kas veel gelijkmatiger wanneer de RV hoog en constant wordt gehouden. De temperatuur en RV in het gewas is zeer vergelijkbaar met het kasklimaat gemeten bij de meetbox, en is daardoor beter te sturen. Bij een hogere RV setpoint van 80%, zijn de verschillen in temperatuur en RV tussen het gewas en bij de meetbox veel kleiner en gelijkmatiger. Er is minder verschil in microklimaat tussen de cultivars. De gemiddelde temperatuur in oktober bij de meetbox was 27,9°C en dat van alle vier cultivars rond 27,1°C. De RV bij de meetbox bedroeg 78,5% en bij de verschillende cultivars varieerde het van 81,8% tot 83,7%.

Het effect van een toenemende lichtsom op het microklimaat is te zien in Bijlage IV. Daarin vertoonde de temperatuur bij de meetbox een regelmatig beeld, en blijft vrij constant rond de 28°C. De temperatuur in het gewas vertoonde een dag/nacht beeld, met een verschil van 1-2°C t.o.v. de meetbox 's nachts, en nadert de 28°C overdag. De RV in het gewas tussen cultivars ligt dicht bij elkaar is ca. 5% hoger dan bij de meetbox.

3.1.4 Microklimaat: effect van kasluchttemperatuur

In Figuur 3 wordt de temperatuur (A en B) en RV (C en D) bij de box en tussen het gewas (microklimaat) weergegeven bij temperatuur setpoints van 28°C (links) en 31°C (rechts).

De gerealiseerde temperatuur en RV bij de box lagen erg dicht bij de resp. setpoints. De temperatuur tussen de bladeren van de 4 cultivars was iets lager dan de setpoint; bij de setpoint van 28°C was verschilde het per cultivar van 26,8 tot 27,9°C, en bij de setpoint van 31°C verschilde het per cultivar van 29,8 tot 30,1°C. In beide behandelingen was het effect van daglicht zichtbaar met verhoogde temperaturen in de middaguren.

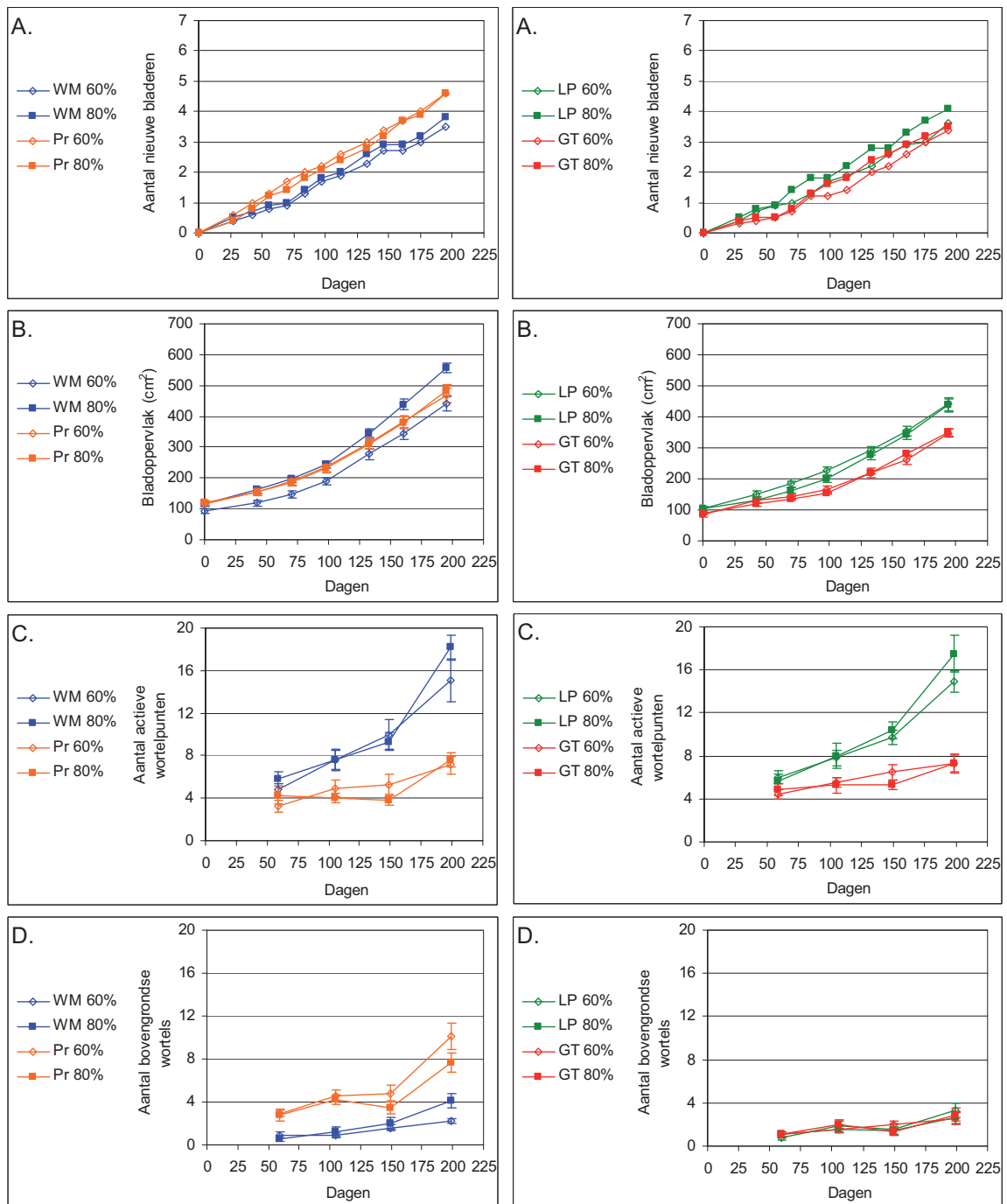


Figuur 3. Effect van een verhoogde temperatuur setpoint op de microklimaat: op de temperatuur (A en B) en op de RV (C en D) tussen het gewas op 20 oktober 2009. De donker lijn geeft de temperatuur en RV bij de meetbox weer, en de overige lijnen het microklimaat tussen de 4 cultivars. De cijfers geven gemiddeld etmaal temperatuur en RV aan voor de hele maand.

Verschillen per cultivar voor wat betreft de gerealiseerde RV lijken klein te zijn in Figuur 3 (C en D), maar de etmaal gemiddelden per cultivar over de hele maand oktober varieerden van 80,3% tot 88,3% bij 28°C en van 86,7 tot 92,2% RV bij een temperatuur van 31°C. De temperatuur in het gewas (microklimaat) als gevolg van een hoge temperatuursetpoint (31°C) varieert meer tussen cultivars bij een lichtsom van 5 mol dag⁻¹ (Figuur 3) dan bij een lichtsom van 4 mol dag⁻¹ (Bijlage V).

3.2 Groei en ontwikkeling

3.2.1 Effect van de luchtvochtigheid op groei



Figuur 4. Effect van 60% en 80% RV bij 3 mol lichtsom en 28°C op de bladafplitsing (A), bladoppervlakt (B), en het aantal actieve wortels (C) en bovengrondse wortels (D) van de cultivars White Moon en Promise (links) en Las Palmas en Golden Treasure (rechts) tijdens het experiment.

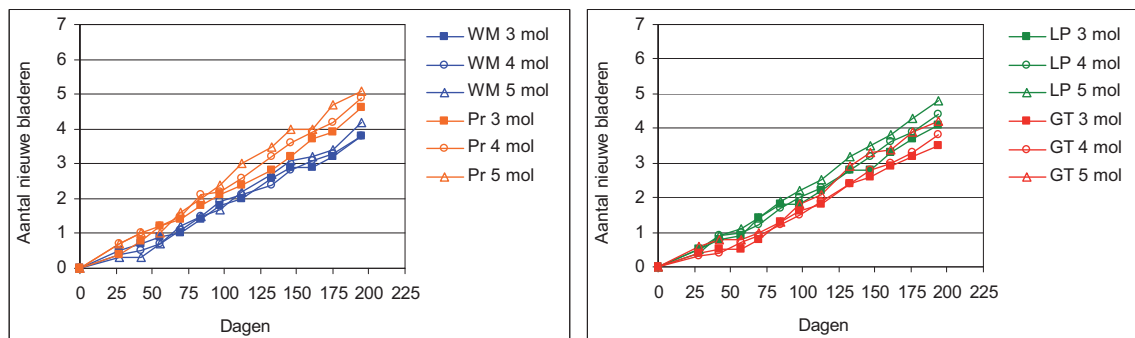
Het effect van een verhoging van de RV in de kaslucht op de groei van Phalaenopsis is in Figuur 4 weergegeven. Het effect van een lage RV (60%) zoals in de praktijk het geval is, is niet groot, zowel bij Golden Treasure en White Moon waarin het minste aantal nieuwe bladeren werden gevormd in de opkweek, als bij Promise met de meeste nieuwe

bladeren. Bij Las Palmas werd er wel een effect van de RV op de bladafplitsing waargenomen; bij 80% en bij 60% RV werd er resp. 4,1 en 3,5 nieuwe bladeren gevormd tijdens het experiment. Een hoge luchtvochtigheid in de kas had alleen een effect bij White Moon, waarbij de bladoppervlak werd verhoogd met ruim 20% t.o.v. die bij een lagere RV zoals in de praktijk.

Door de hogere RV werd het aantal actieve wortelpuntjes bij White Moon en Las Palmas verhoogd, terwijl het geen effect had op Promise en Golden Treasure. Er was geen effect van de RV op het aantal wortels dat buiten de pot uitgroeide bij de trager groeiende cultivars, terwijl bij White Moon, en in mindere mate ook bij Promise, leken er meer wortels buiten de pot te groeien. Dit suggereert dat Promise baat heeft bij een hogere RV in de kaslucht.

3.2.2 Effecten van licht op groei en ontwikkeling

Figuur 5 en Tabel 4 vertonen enige overlap voor wat de bladafplitsing betreft. Bij een toename in lichtsom van 3 naar 5 mol dag⁻¹ maakte Las Palmas en Golden Treasure gemiddeld 0,7 blad meer aan tijdens de opkweek; dit was iets meer dan de overige cultivars die 0,5 (Promise) en 0,4 (White Moon) meer blad aanmaakten. In het algemeen wordt uitgegaan van een aanmaak van ongeveer 1 blad per 6 weken, en dat betekent dat er een teeltversnelling van 3 tot 4 weken werd gerealiseerd bij deze cultivars.



Figuur 5. Effect van een toenemende lichtsom op de bladafplitsing (aantal) van de 4 cultivars tijdens de opkweek.

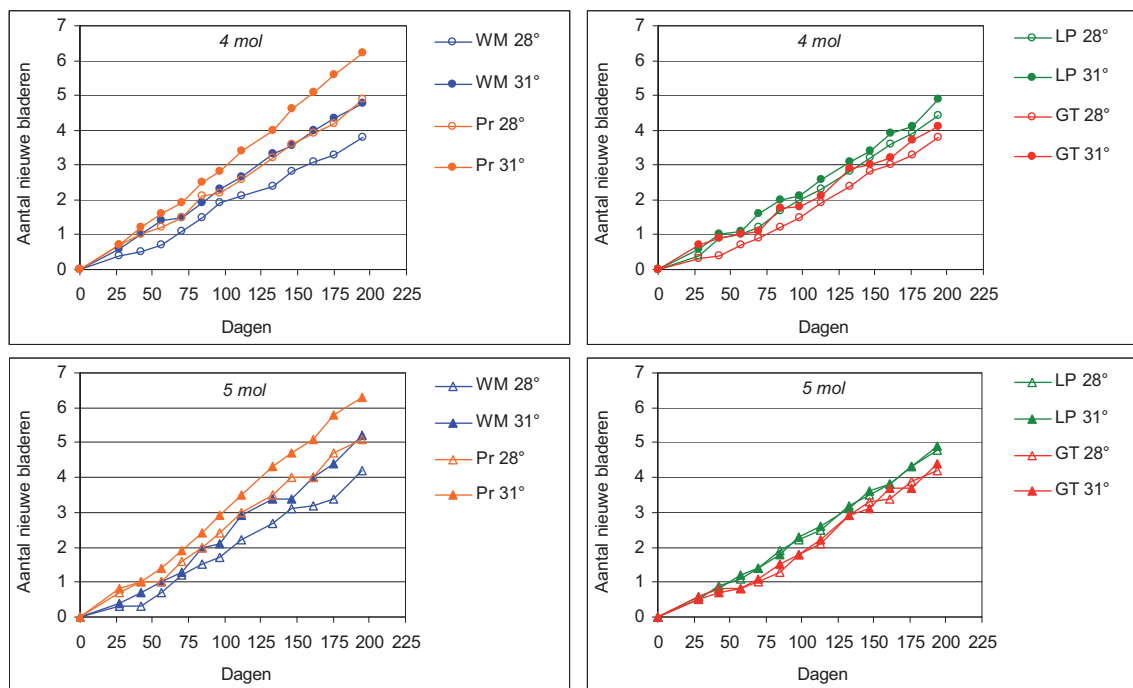
Op het eind van de opkweek vertoonden alle cultivars op White Moon na, een tendens naar een groter bladoppervlak met een toenemende lichtsom. Voor Golden Treasure en Las Palmas lijkt er een optimum op te treden voor wat betreft het bladoppervlak; bij 4 mol lichtsom werd het grootste bladoppervlak geproduceerd. Voor wat betreft de ontwikkeling van de wortels, was er geen tendens te zien.

Tabel 4. Effect van toenemende lichtsom op het bladoppervlak (cm²), het aantal actieve wortelpunten en het aantal bovengrondse wortelpuntjes (gemiddelde ± SE) van de 4 cultivars tijdens de opkweek.

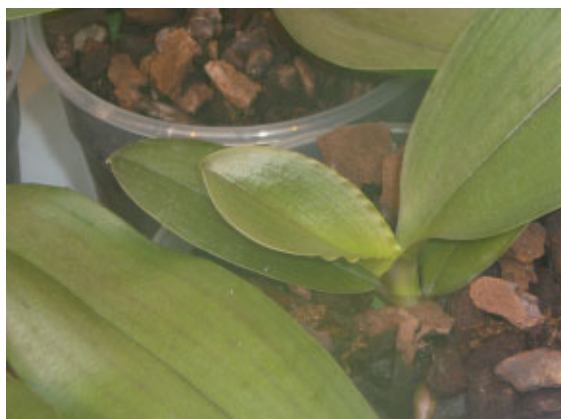
Parameter	Lichtsom (mol d ⁻¹)	White Moon	Promise	Las Palmas	Golden Treasure
Bladafsplitsing	3	3,8	4,6	4,1	3,5
	4	3,8	4,9	4,4	3,8
	5	4,2	5,1	4,8	4,2
Bladoppervlak (cm ²)	3	557 ± 15	484 ± 17	437 ± 20	351 ± 12
	4	530 ± 27	526 ± 20	482 ± 22	373 ± 17
	5	597 ± 15	558 ± 21	452 ± 21	331 ± 22
Actieve wortelpuntjes	3	18,2 ± 1,2	7,6 ± 0,7	17,5 ± 1,7	7,3 ± 0,9
	4	13,2 ± 1,0	6,2 ± 0,6	14,2 ± 1,4	7,3 ± 0,7
	5	17,6 ± 1,4	10,0 ± 1,0	16,8 ± 1,8	8,5 ± 1,4
Bovengrondse wortels	3	4,1 ± 0,7	7,7 ± 0,9	2,7 ± 0,6	2,9 ± 0,6
	4	4,1 ± 0,4	12,8 ± 1,9	4,3 ± 0,8	2,3 ± 0,5
	5	6,8 ± 1,3	9,6 ± 0,8	5,9 ± 0,6	2,6 ± 0,7

3.2.3 Effecten van temperatuur op groei en ontwikkeling

Het effect van een hogere temperatuur op de bladafsplitsing wordt weergegeven in Figuur 6 en Bijlage VI. Bij de snellere groeiende soorten White Moon en Promise wordt 1 blad meer gevormd tijdens de opkweek bij een setpoint van 31°C, en al heeft een verhoogde temperatuur een positief effect bij de langzamer groeiender cultivars, is het veel minder duidelijk. Wanneer uitgegaan wordt van een aanmaak van ongeveer 1 blad per 6 weken betekent dat deze hogere temperatuur tot een teeltversnelling van 6 weken kan leiden. Mogelijk wordt het kleine temperatuur effect op de groei bij deze cultivars gemaskeerd door een andere (onbekende) factor. In het algemeen wordt meer bladoppervlak gevormd onder hogere temperaturen (Kajihara *et al.*, 1992), een effect dat tot uiting komt in bladlengte.



Figuur 6. Effect van verhoogd temperatuur (31°C) bij een lichtsom van 4 en 5 mol dag⁻¹ op de bladafplitsing (aantal) van de 4 cultivars tijdens de opkweek.



Gekrulde bladrand geeft snelle groei aan.



Non-destructieve metingen.

3.2.4 SPAD-metingen

De SPAD-metingen zijn maar één keer uitgevoerd, bij een relatief jong gewas. SPAD-metingen zijn gebaseerd op lichttransmissie door het blad, en mogelijk werden de bladeren van Phalaenopsis later in de teelt té dik om voldoende licht door het blad door te laten dringen voor een betrouwbare meting. Wat er zien valt in Tabel 5 is dat de bladkleur niet erg veel verschilt tussen cultivars. In alle gevallen, behalve in White Moon, heeft de hoogste lichtsom een duidelijk lagere SPAD waarde, wat wil zeggen dat bij 5 mol licht dag⁻¹ de bladeren van Promise, Las Palmas en van Golden Treasure lichter van kleur waren, met een mogelijk wat lager stikstof gehalte.

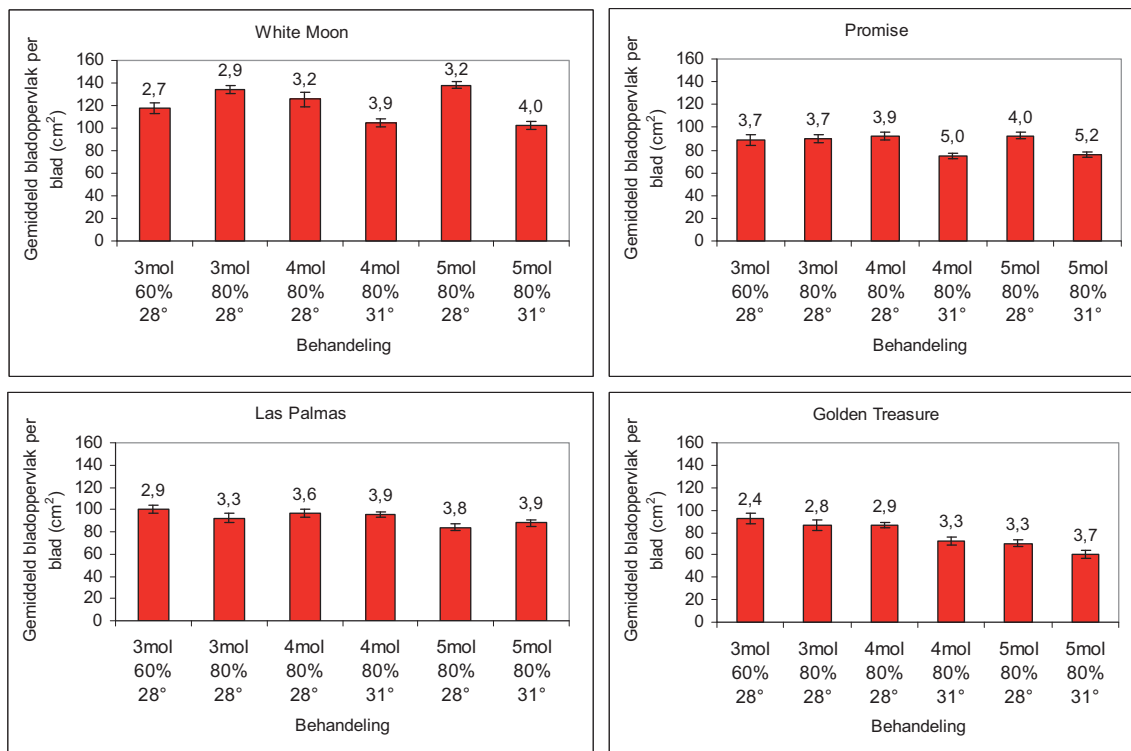
Tabel 5. SPAD metingen van 4 cultivars van *Phalaenopsis* in oktober 2009.

Behandeling	Gemiddelde SPAD waarde				Gemid. per behandeling
	White Moon	Promise	Las Palmas	Golden Treasure	
1 3mol/60%/28°	54,4	57,3	58,0	56,7	56,6
2 3mol/80%/28°	55,9	60,3	57,4	54,7	57,1
3 4mol/80%/28°	50,6	65,0	58,2	53,1	56,7
4 4mol/80%/31°	53,3	54,2	60,1	57,2	56,2
5 5mol/80%/31°	54,4	48,9	54,2	48,1	49,8
6 5mol/80%/28°	48,3	52,8	52,9	47,8	50,5
Gemiddelde per cultivar	51,8	56,4	56,8	52,9	54,5

3.2.5 Bladgroei

Het gemiddelde bladoppervlak per blad (Figuur 7, rode balk), het aantal bladeren (Figuur 7, cijfer boven de balk) alsook het gemiddelde bladoppervlak per plant (Figuur 8) dat tijdens de opkweek werd gevormd geeft het effect van de verschillende behandelingen weer. Bij alle cultivars werden er meer bladeren gevormd tijdens de opkweek met een toenemende lichtsom, met de grootste winst bij de tragere groeiende cultivars Las Palmas en Golden Treasure, waar meer licht resulteerde in gemiddeld een halve blad meer (Figuur 7). In Figuur 4 lijkt de RV weinig effect te hebben op het aantal tijdens de proef gevormde bladeren bij Golden Treasure, terwijl in Figuur 7 is er gemiddeld een half blad meer. Dat komt doordat er bij 60% RV in de laatste weken nog veel nieuwe bladeren zijn bijgekomen.

Ook bij deze twee traag groeiende cultivars werden er meer bladeren gevormd wanneer de RV werd verhoogd van 60% naar 80%, ook bijna een halve blad meer. Kubota *et al.* (1992) daarentegen, beweerde dat er weliswaar met meer licht een grotere bladoppervlak gerealiseerd kon worden, maar dat het geen invloed zou hebben op de bladafsplitsing. In Figuur 7 echter, is duidelijk te zien dat bij alle cultivars, er meer bladeren zijn gevormd bij een hogere lichtsom tijdens het experiment, en dat in ieder geval voor de snelgroeiende cultivars White Moon en Promise, het gemiddelde bladoppervlak ook groter werd (Figuur 8).



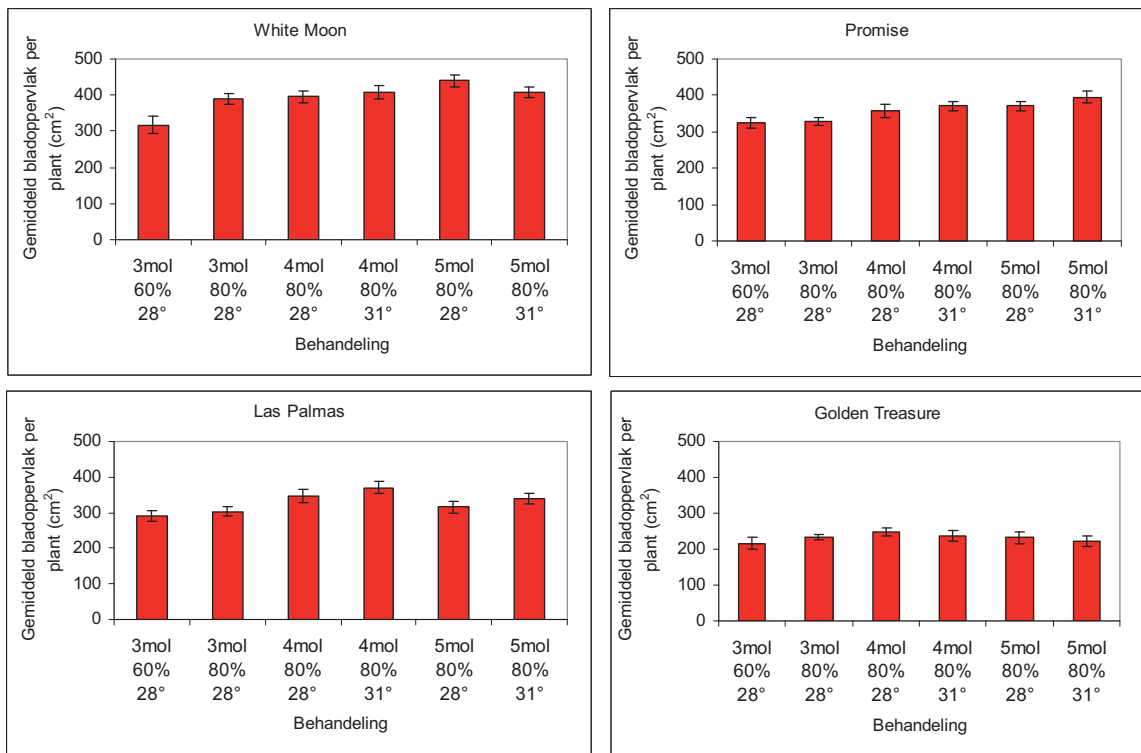
Figuur 7. Effect van alle behandelingen op het gemiddelde bladoppervlak (cm²) per blad (rode balk), en het aantal tijdens het experiment nieuw gevormde bladeren (cijfer) van de 4 cultivars tijdens de opkweek. n=10.

De variantie analyse over alle cultivars laat zien dat het aantal bladeren significant toeneemt ($P < 0,001$) o.i.v. een hogere temperatuur, zowel bij een lichtsom van 4 als bij 5 mol dag⁻¹. Onder invloed van een toenemende lichtsom nam het aantal bladeren (bladafsplitsing) toe ($P < 0,05$).

Bij de snelgroeiende cultivars White Moon en Promise werden er meer, maar kleinere bladeren gevormd bij 31°C, zonder negatieve gevolgen voor het totale bladoppervlak (Figuur 8). Dit zou een positieve gevolg kunnen hebben voor de teelt omdat er zonder een vermindering van het totale bladoppervlak, er meer bladeren, en dus meer mogelijkheden (bladoksels) zijn voor het aanleg van bloemtakken. Op een aantal momenten tijdens de teelt leken de ontwikkelende bladeren nog niet uitgegroeid te zijn terwijl er al een nieuwe blad werd gevormd.

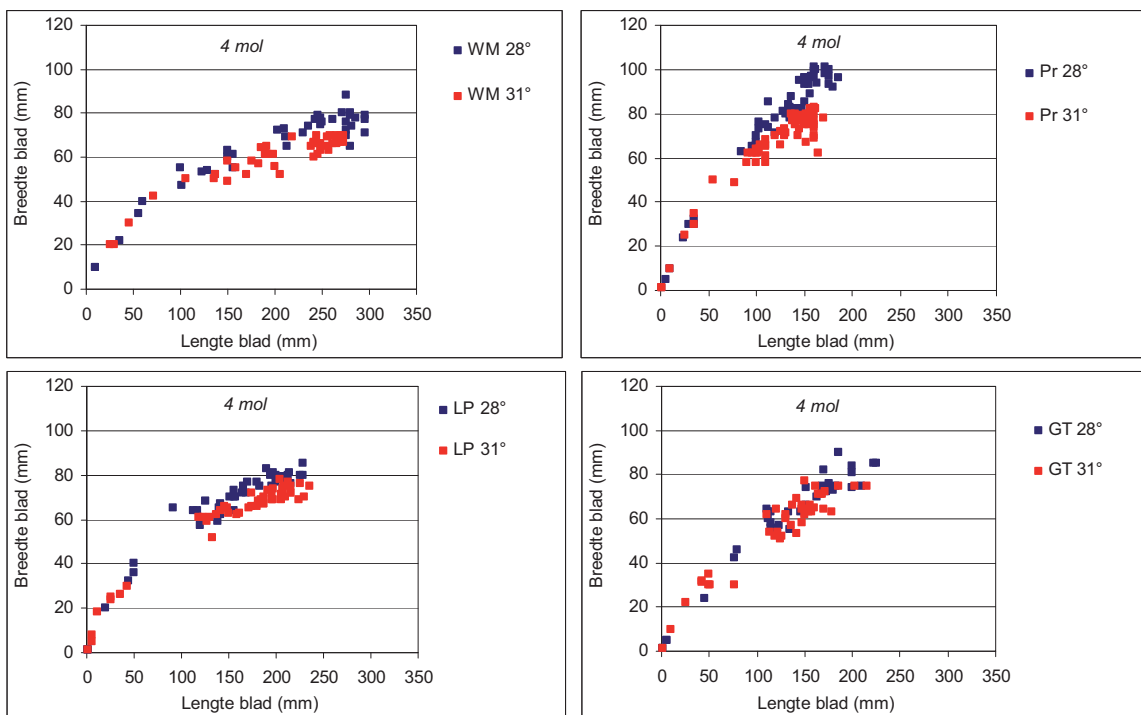
Bij Las Palmas lijken de behandelingen met een lichtsom van 4 mol dag⁻¹ het beste te zijn, omdat er de hoogste bladafsplitsing en bladoppervlak werd gerealiseerd. Een lichtsom van 5 mol dag⁻¹ resulteerde ook in een hoge bladafsplitsing, maar in minder bladoppervlak, waardoor deze lichtsom minder voordeel lijkt te bieden. Voor Golden Treasure, de ander traaggroeiende cultivar, nam het gemiddelde bladoppervlak af met toenemende licht, terwijl de bladafsplitsing toenam, wat uiteindelijk resulteerde in een min of meer gelijk totaal bladoppervlak.

De beide snelgroeiende soorten White Moon en Promise hebben duidelijk een voordeel bij meer licht, al dan niet in combinatie met een hogere kaslucht temperatuur op zowel bladafsplitsing als bladoppervlak.



Figuur 8. Effect van alle behandelingen op het totale bladoppervlak (cm²) per plant (gemiddelde \pm SE) van de bladeren die gevormd werden door de 4 cultivars tijdens de opkweek. $n=10$.

3.2.6 Sturing van bladvorm door de behandelingen



Figuur 9. Effect van temperatuur (28° en 31°C) bij 4 mol licht dag⁻¹ en 80% RV op de lengte en breedte van de bladeren van de 4 cultivars tijdens de opkweek. $n=10$.

Gedurende het experiment is door de teeltbegeleiders gesteld dat de bladvorm mogelijk gestuurd wordt door de gegeven behandelingen. Daartoe zijn de lengte/breedte metingen tegen elkaar uitgezet (Figuur 9 en Bijlage VIII). De effecten van RV en toenemende licht hebben nauwelijks effect op de lengte:breedte verhouding, maar de temperatuur heeft dat wel. In Figuur 9 wordt de lengte en breedte van alle bladeren in week 28 weergegeven (alleen bladeren die tijdens de proef zijn gevormd zijn meegenomen). Daarin is te zien dat de temperatuur op deze cultivars, met uitzondering van Golden Treasure, tot een relatief breder blad leidt, in tegenstelling tot bevindingen van Kajihara *et al.* (1992). Hiermee kan de bladmorphologie gestuurd worden.

3.2.7 Destructieve oogst

Tabel 6. Effecten van het kasklimaat op de totale bladafplitsing, bladoppervlak, vers- en drooggewicht, en het aantal actieve wortels op het einde van de opkweek.

Cultivar	Behandeling	Blad-afplitsing (aantal)	Bladoppervlak (cm ²)	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Wortels (aantal)
White Moon	1 3mol/60%/28°	3,5	441 ± 25	90,6 ± 5,7	4,8 ± 0,3	15,1 ± 2,0
	2 3mol/80%/28°	3,8	557 ± 15	114,0 ± 13,1	5,1 ± 0,7	18,2 ± 1,2
	3 4mol/80%/28°	3,8	530 ± 27	118,3 ± 9,0	5,0 ± 0,4	13,2 ± 1,0
	4 4mol/80%/31°	4,8	554 ± 28	127,8 ± 6,0	6,3 ± 0,3	13,2 ± 1,1
	5 5mol/80%/31°	5,2	578 ± 22	135,4 ± 5,7	7,1 ± 0,3	17,7 ± 0,9
	6 5mol/80%/28°	4,2	597 ± 15	144,3 ± 10,3	6,9 ± 0,6	17,6 ± 1,4
Promise	1 3mol/60%/28°	4,6	469 ± 23	94,0 ± 5,8	4,6 ± 0,3	7,1 ± 0,9
	2 3mol/80%/28°	4,6	484 ± 17	93,5 ± 6,3	4,0 ± 0,3	7,6 ± 0,7
	3 4mol/80%/28°	4,9	526 ± 20	114,9 ± 5,8	5,1 ± 0,3	6,2 ± 0,6
	4 4mol/80%/31°	6,2	565 ± 17	111,8 ± 2,8	5,2 ± 0,1	5,6 ± 0,9
	5 5mol/80%/31°	6,3	597 ± 21	120,4 ± 3,8	6,0 ± 0,2	7,4 ± 0,8
	6 5mol/80%/28°	5,1	558 ± 21	122,9 ± 4,9	5,7 ± 0,3	10,0 ± 1,0
Las Palmas	1 3mol/60%/28°	3,6	441 ± 21	90,6 ± 5,2	5,0 ± 0,3	14,9 ± 1,0
	2 3mol/80%/28°	4,1	437 ± 20	82,4 ± 8,4	3,9 ± 0,5	17,5 ± 1,7
	3 4mol/80%/28°	4,4	482 ± 22	96,8 ± 8,9	4,5 ± 0,5	14,2 ± 1,4
	4 4mol/80%/31°	4,9	522 ± 17	113,6 ± 4,8	5,9 ± 0,2	14,8 ± 1,7
	5 5mol/80%/31°	4,9	471 ± 16	101,5 ± 3,9	5,5 ± 0,2	15,6 ± 1,0
	6 5mol/80%/28°	4,8	452 ± 21	91,7 ± 5,7	4,9 ± 0,3	16,8 ± 1,8
Golden Treasure	1 3mol/60%/28°	3,4	348 ± 15	55,5 ± 2,6	3,8 ± 0,2	7,3 ± 0,7
	2 3mol/80%/28°	3,5	351 ± 12	56,0 ± 4,5	3,5 ± 0,3	7,3 ± 0,9
	3 4mol/80%/28°	3,8	373 ± 17	64,4 ± 3,5	4,2 ± 0,3	7,3 ± 0,7
	4 4mol/80%/31°	4,1	359 ± 22	58,6 ± 3,8	4,1 ± 0,3	8,1 ± 1,0
	5 5mol/80%/31°	4,4	328 ± 23	56,8 ± 4,6	4,2 ± 0,3	7,8 ± 1,0
	6 5mol/80%/28°	4,2	331 ± 22	64,2 ± 2,0	4,4 ± 0,1	8,5 ± 1,4

Op het eind van de opkweek zijn aan 10 planten per cultivar per behandeling destructieve metingen uitgevoerd. Een hogere RV heeft in het algemeen een positief effect vooral op bladafplitsing van Las Palmas (Tabel 6), en voor wat betreft het oppervlak, alleen een positief effect bij White Moon.

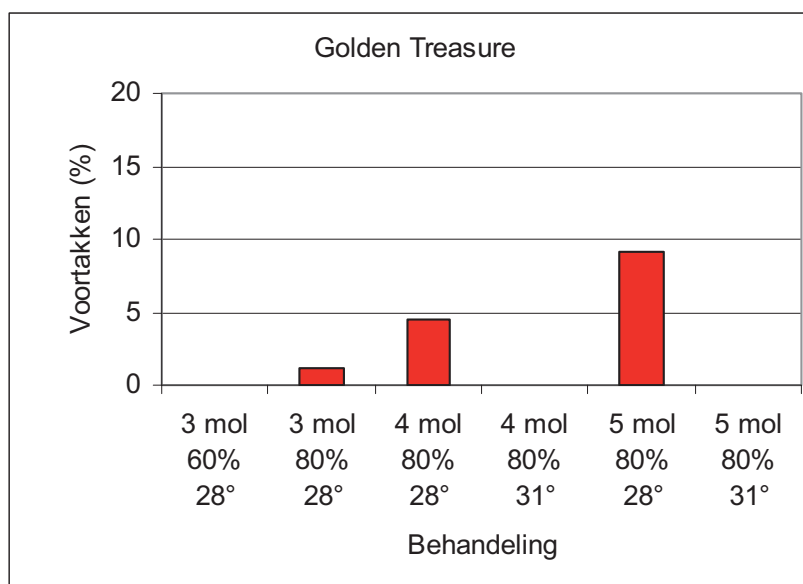
Meer licht heeft een significant effect op de biomassa, zowel het versgewicht ($P < 0,05$) als de droge stof productie ($P < 0,01$), met een toename van 1,8 g per plant tussen 3 en 5 mol dag⁻¹ bij de snelgroeiende cultivars White Moon

en Promise. Bij deze cultivars was de toename in biomassa een gevolg van zowel een hogere bladafplitsing als bladoppervlak en bladdikte.

Bij de twee langzaamgroeiende cultivars Las Palmas en Golden Treasure was de toename van de biomassa iets minder, 1 g per plant met toenemende licht, en hier werd de meest geproduceerd bij een lichtsom van 4 mol dag⁻¹. De meer productie aan biomassa bij deze cultivars blijkt een gevolg te zijn van het maken van meer en mogelijk dikkere bladeren. Het beeld van de droge stof productie bij de destructief metingen op het eind van de opkweek werd bevestigd door de toename alleen al tijdens de opkweek (Figuren 7 en 8).

3.2.8 Voortakken

Alleen bij Golden Treasure zijn voortakken gevormd tijdens de opkweek. Voortakken kwamen niet veel voor, alleen in toenemende mate met toenemende licht, bij 28°C en een RV van 80%. In de behandelingen met 31°C, en in de referentie werden geen voortakken gevormd. In het algemeen komen voortakken minder, of niet voor bij hogere temperaturen, en hierin lijkt Golden Treasure het meest temperatuur-gevoelige cultivar te zijn.



Figuur 10. Het voorkomen van voortakken (%) bij de cultivar Golden Treasure bij alle behandelingen.

Beoordeling cultivars door de Nederlandse tuinders

Op 12 februari, 2 weken voor het eind van de opkweek, is het experiment bezocht door de Nederlandse Phalaenopsis tuinders. Dit gebeurde in het kader van een middag georganiseerd door de Landelijke Potorchideen commissie, die het experiment aan haar leden wilde laten presenteren.

Daarbij hebben de onderzoekers de 4 cultivars blind laten beoordelen. Zes planten per cultivar per behandeling zijn op karren in willekeurig volgorde in de corridor gezet. De tuinders zijn gevraagd een volgorde aan te brengen in de groei en kwaliteit van elke cultivar en pas daarnaar zijn de behandelingen waaruit de planten kwamen bekend gemaakt.

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen van de tuinders weergegeven, waarbij de hoogste getal (in rood) geeft het beste groep of behandeling aan.

Partij	Behandeling	Score			
		Golden Treasure	Las Palmas	White Moon	Promise
1	5 mol/ 31°C /80%	1,7	2,0	2,8	2,1
2	3 mol/28°C/80%	2,3	2,1	1,6	2,3
3	5 mol/28°C/80%	2,2	2,4	2,1	2,7
4	4 mol/28°C/80%	2,1	1,9	1,5	2,3
5	3 mol/28°C/ 60%	1,9	2,1	1,2	1,6
6	4 mol/ 31°C /80%	1,4	2,1	1,9	1,7

Hieruit blijkt dat de tuinders 3 van de 4 cultivars het beste vonden groeien bij een lichtsom beginnend bij 5 mol dag⁻¹ en een RV van 80%. Daarvan vonden ze White Moon het beste doen bij 31°C. Golden Treasure was het beste volgens de tuinders bij 3 mol dag⁻¹. De snelgroeiende cultivars White Moon en Promise waren veruit het minst bij de behandeling zoals in de praktijk, 3 mol dag⁻¹ licht, 28°C en een RV van 60%.



Beoordeling van de cultivars.

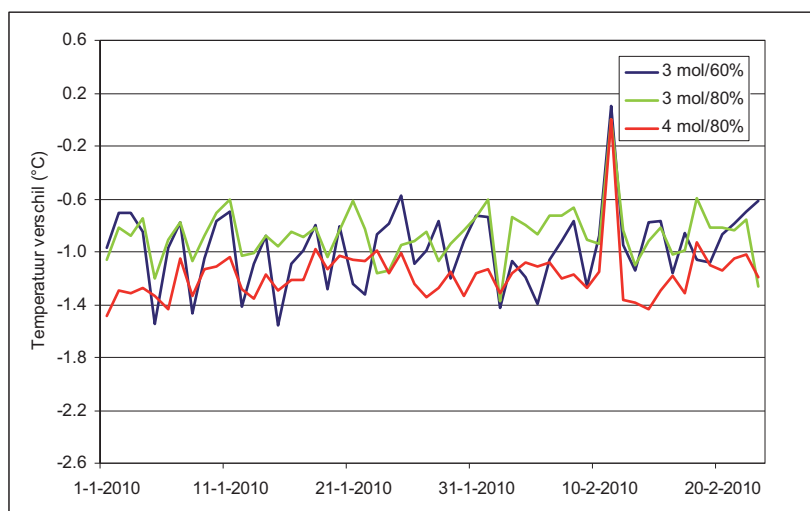
3.3 Bladtemperatuur

Metingen van de bladtemperatuur zijn op twee manieren uitgevoerd, momentane metingen met een 'hand-held' meter, en continue metingen met een vaste IR camera. Op 1 december zijn de momentane metingen uitgevoerd (Tabel 7). De bladtemperatuur van de twee snelgroeiende cultivars waren in bijna alle behandelingen hoger t.o.v. de kasluchttemperatuur dan die van beide langzaam groeiende cultivars. De kasluchttemperatuur was zeer constant en bedroeg gemiddeld 27,9-28,0°C, waarbij de bladtemperatuur van White Moon en Promise in die behandelingen 0,8 tot 1,8°C lager was dan de kasluchttemperatuur, en bij Las Palmas en Golden Treasure 1,5 tot 2,1°C lager.

Uitzonderingen hierop waren de planten in de behandelingen met de hoogste lichtsom, 5 mol dag⁻¹. Daarbij was er relatief weinig verschil te zien in bladtemperatuur tussen de snel- en langzaamgroeiende cultivars. Opmerkelijk was het verschil in bladtemperatuur bij Las Palmas en Golden Treasure tussen de behandelingen bij 4 en 5 mol licht dag⁻¹ bij 31°C en 80% RV. Door de hogere lichtsom werd het verschil tussen kas- en bladtemperatuur gehalveerd van 1,1 en 1,4°C tot 0,6°C (behandelingen 4 en 5). Waarom dit alleen bij de langzaam groeiende cultivars waar is genomen is onduidelijk.

Tabel 7. De bladtemperatuur (°C) en het verschil met de ruimtelijke temperatuur van alle 4 cultivars in alle behandelingen, gemeten op 1 december 2009. n=10.

Behandeling		Blad temperatuur (°C)				Kaslucht-temperatuur (°C)
		White Moon	Promise	Las Palmas	Golden Treasure	
1	3mol/60%/28°	27,1 (-0,8)	26,9 (-1,0)	26,4 (-1,5)	26,1 (-1,8)	27,9
2	3mol/80%/28°	26,6 (-1,4)	26,5 (-1,5)	26,3 (-1,7)	26,3 (-1,7)	28,0
3	4mol/80%/28°	26,2 (-1,7)	26,1 (-1,8)	25,8 (-2,1)	25,9 (-2,0)	27,9
4	4mol/80%/31°	30,4 (-0,5)	30,5 (-0,4)	29,5 (-1,4)	29,8 (-1,1)	30,9
5	5mol/80%/31°	30,4 (-0,5)	30,3 (-0,6)	30,3 (-0,6)	30,3 (-0,6)	30,9
6	5mol/80%/28°	26,5 (-1,5)	26,5 (-1,5)	27,0 (-1,0)	27,1 (-0,9)	28,0



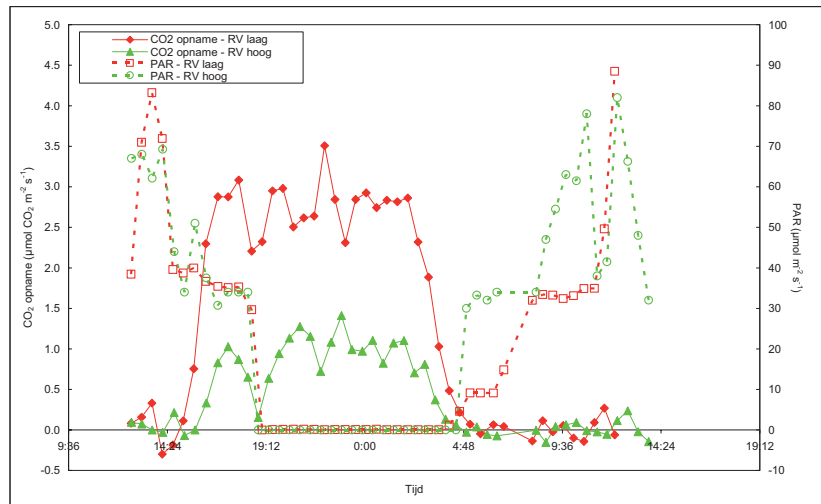
Figuur 11. Bladtemperatuur metingen (°C) van Las Palmas gedurende de maanden januari en februari.

Vervolgens zijn in 3 behandelingen, de referentie (3 mol licht dag⁻¹, 28°C en 60% RV), bij 3 en bij 4 mol licht dag⁻¹ (28°C en 80% RV) infrarood camera's ingezet bij Las Palmas die continue metingen (5 min waardes) uitvoerden tussen 1 januari en 24 februari. Terwijl de kasluchttemperatuur zeer constant was (28 ± 0,15°C), werd een

gemiddelde bladtemperatuur van 27,2 tot 27,4°C bij Las Palmas gemeten, 0,6 tot 0,8°C lager dan de kasluchttemperatuur (Figuur 11). Daarbij was de bladtemperatuur van Las Palmas bij 3 mol dag⁻¹ lichtsom en 80% RV gemiddeld 0,2°C hoger dan beide andere behandelingen.

3.4 CO₂-opname profielen

3.4.1 Invloed van relatieve luchtvochtigheid



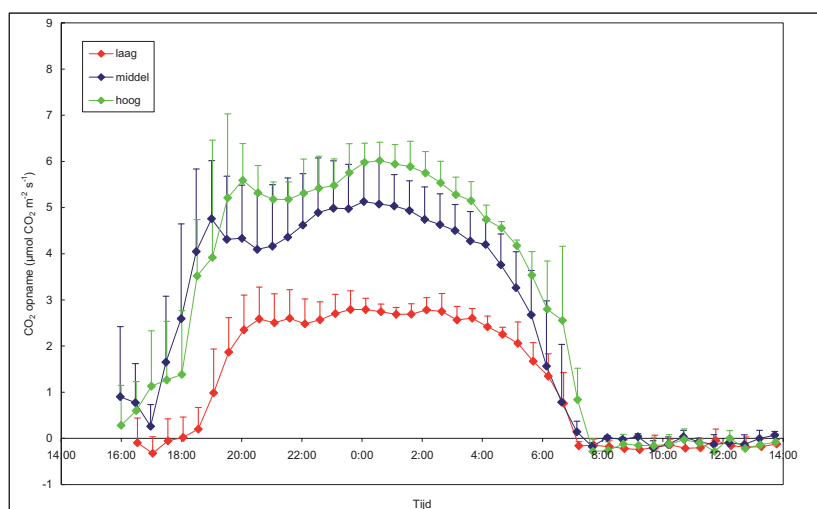
Figuur 12. CO₂-opname profiel (getrokken lijnen) en lichtintensiteit (gestippelde lijnen) van White Moon bij een lage (60%) RV (rode lijn) en hoge (80%) RV (groene lijn). n=3.

Eind januari zijn CO₂-opname profielen gemaakt van White Moon bij een lage en bij een hoge relatieve luchtvochtigheid (Figuur 12). Alle metingen zijn uitgevoerd aan volgroeide bladeren van White Moon, bladeren die helemaal of facultatief CAM zouden moeten zijn (Dueck & Meinen, 2008). Het licht in beide behandelingen is uitgegaan om 19 uur en ging weer aan om 4 uur zoals weergegeven met de gestippelde lijnen. De lichtintensiteit daalde van ongeveer 85 tot 40 μmol m⁻² s⁻¹ rond 16 uur, een tijdstip dat de gewenste lichtsom kennelijk was bereikt. Tegelijkertijd is de CO₂-opname begonnen en steeg sterk naar 2,5 tot 3 μmol m⁻² s⁻¹. Op het moment dat het donker werd, was het maximale CO₂-opname niveau al bereikt. Dat niveau werd gehandhaafd tot 2 uur 's nachts, waarna het begon sterk te dalen. Bij dezelfde lichtsom en temperatuur werd er bijna 3 keer zoveel CO₂ opgenomen bij een RV van 60% dan bij 80%. Dit lijkt niet logisch omdat bij een lagere RV, de huidmondjes eerder gesloten worden en langer dicht blijven, waardoor de opname van CO₂ sterk geremd wordt. In het onderzoek door Ota *et al.* (1991) werd ook minder CO₂ opgenomen bij een tekort aan watergift, wat ook leidt tot het sluiten van de huidmondjes. Ook Ischihashi *et al.* (2008), in een studie naar het gedrag van huidmondjes in *Phalaenopsis*, vond dat de RV een zeer belangrijke factor was voor de opname van CO₂ en dat bij een hogere RV de CO₂-opname toenam.

3.4.2 Invloed van de lichtsom

De hoeveelheid CO₂ die werd opgenomen door volgroeide bladeren van White Moon werd sterk beïnvloedt door de gegeven lichtsom (Figuur 13). Bij de laagste lichtsom, beginnend bij 3 mol dag⁻¹ werd gedurende de nacht ca. 2,5 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ opgenomen, en bij 4 en 5 mol dag⁻¹ behandelingen werd veel meer CO₂ opgenomen, resp. 5 en 6 μmol m⁻² s⁻¹. Om 's nachts meer CO₂ op te kunnen nemen is een grotere pyruvaat pool in het blad nodig, en blijktbaar wordt dat aangemaakt bij een hogere lichtsom. Het is al langer bekend dat er meer CO₂ 's nachts wordt opgenomen wanneer de plant meer licht overdag ontvangt (Kluge & Ting, 1978; Kano *et al.*, 1992). Volgens Lin & Hsu (2004) is de fotosynthetisch capaciteit genetisch bepaald, maar kan de fotosynthese wel degelijk verhoogd worden met meer

licht, waardoor de groei ook toeneemt. Met meer licht wordt de fotosynthese, zetmeel gehalte en het aantal bloemen per plant verhoogd (Lin & Hsu, 2004).



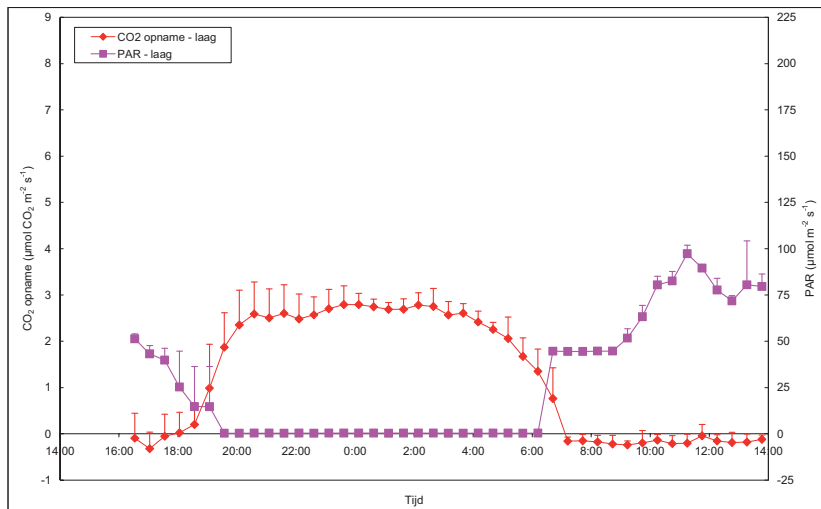
Figuur 13. CO_2 -opname profiel van White Moon bij een lichtsom van 3, 4 en 5 mol dag⁻¹. Error bars geven de standaard deviatie aan. n=3.

Er wordt dus meer CO_2 opgenomen als de planten meer licht krijgen, waarbij de volgroeide bladeren meer CO_2 opnemen in de nacht en jonge bladeren meer CO_2 opnemen overdag (Ota *et al.*, 1991; Guo & Lee, 2006). Volgens deze auteurs, nemen jonge en oudere bladeren evenveel CO_2 op, en de totale opname is afhankelijk van het bladoppervlak. De fotosynthetische efficiëntie in kleinere planten (met kleinere bladeren) blijkt meer gevoelig te zijn voor lichtintensiteit (Guo & Lee, 2006), wat suggereert dat aan het begin van de opkweek met een lagere lichtintensiteit begonnen kan worden, maar dat na een aantal weken de lichtintensiteit sneller opgevoerd kan worden.

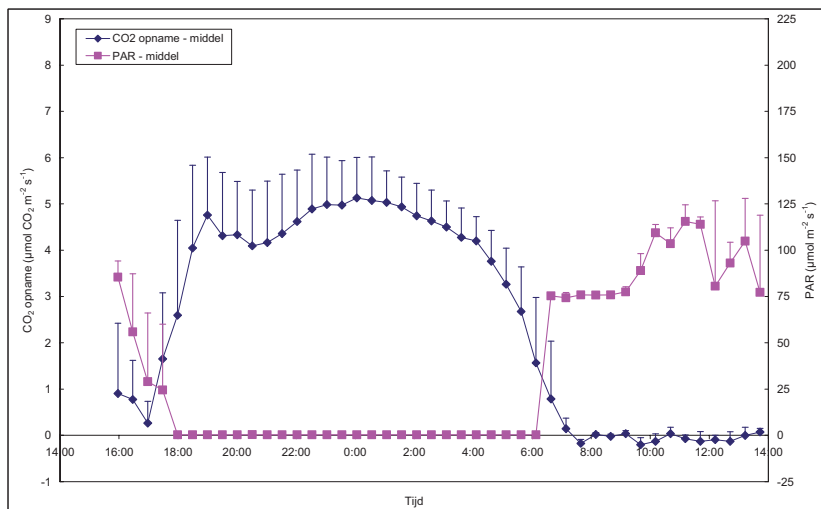
Een grotere mate van CO_2 -opname heeft geresulteerd in een grotere bladoppervlak (Figuur 7) en meer droge stof bij toenemende licht, met veruit de grootste toename bij 5 mol dag⁻¹. Bij deze behandeling met de hoogste lichtsom werden de bladeren groter, maar vooral veel dikker t.o.v. de behandeling van 4 mol licht per dag. Meer CO_2 moet leiden tot meer (vegetatieve) groei. Dat kwam niet helemaal tot uiting bij de 4 mol behandeling, maar mogelijk zal het leiden tot een verbeterde bloei en kwaliteit.

3.4.3 Opname patronen bij verschillende lichtintensiteiten

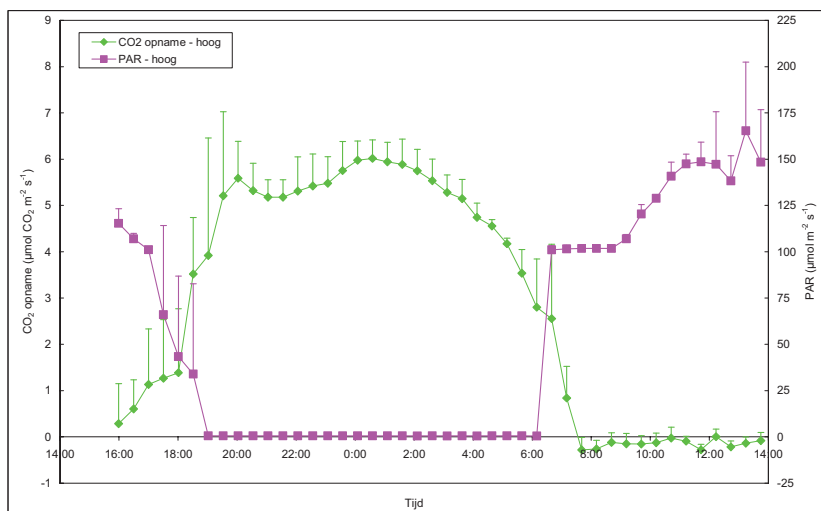
A. 3 mol licht



B. 4 mol licht



C. 5 mol licht



Figuur 14. CO_2 opname profiel van White Moon tijdens een etmaal bij toenemende licht (A: 3 mol dag⁻¹; B: 4 mol dag⁻¹; C: 5 mol dag⁻¹). De paarse lijn geeft de lichtintensiteit ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) weer en de overige kleuren de opname van CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). $n=3$.

Dezelfde CO₂-opname profielen uit Figuur 13 worden afzonderlijk weergegeven in Figuur 14, nu met de bijbehorende lichtintensiteit (dit geeft de dag en nacht weer). Bij de laagste lichtsom (Figuur 14A) begint de opname van CO₂ al toe te nemen om ca. 18 uur, vóór het eind van de dag bij een lichtintensiteit van 25 μmol m⁻² s⁻¹. De maximale opname vindt blijkbaar plaats als het blad 1-2 uur in het donker is, iets eerder dan Guo & Lee (2006), die een maximale opname vonden na 3-4 uur in het donker.

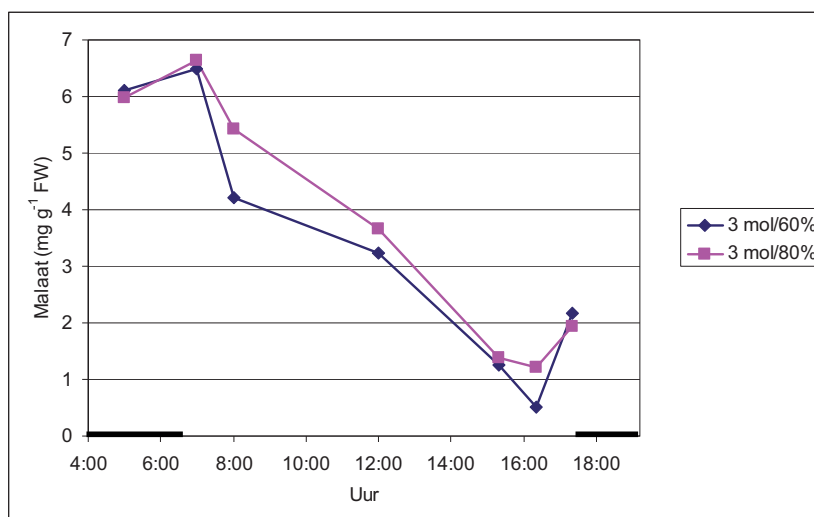
Nog voordat de lampen aangaan in de morgen (6 uur) is de opname van CO₂ aan het dalen vanaf ca. 4 uur en stopt het pas om 7 uur bij een lichtintensiteit van 50 μmol m⁻² s⁻¹. Het feit dat de opname van CO₂ al afneemt in het donker kan betekenen dat de pyruvaat pool verzadigd en te klein is meer CO₂ op te kunnen nemen.

Bij de hogere lichtsommen, 4 en 5 mol dag⁻¹ begint de CO₂-opname al eerder af te nemen voordat het licht aangaat (6 uur). Ongeveer 2-3 uur voordat de lampen aangaan daalt de CO₂-opname totdat het helemaal stopt bijna 2 uur na licht aan (Figuur 14B en C). Dat betekent dat ook bij de hogere lichtsommen CO₂ in het licht wordt opgenomen, en vermoedelijk gebonden aan rubisco voor de C3 vastlegging van CO₂.

Een verschil in het begin van het opname profiel tussen de behandelingen 4 en 5 mol dag⁻¹ lichtsommen werd geconstateerd. De opname van CO₂ bij 4 mol dag⁻¹ begon al bij dalende lichtintensiteit aan het eind van de dag net zoals bij de laagste lichtsom (Figuur 14A). Bij een lichtsom van 5 mol dag⁻¹ (Figuur 14C), begon de CO₂-opname 3 uur voor de nacht, bij een lichtintensiteit van ongeveer 100 μmol m⁻² s⁻¹. Ook hier wordt veel CO₂ opgenomen in het licht, een indicatie dat deze bladeren een facultatief CAM fysiologie hebben, en het CO₂ deels via de C3 route assimileren.

3.5 Malaat

In januari 2010 zijn bladponsjes genomen van White Moon, om de malaatgehalten te bepalen. De ponsjes zijn genomen in de laatste fase van de opkweek, waarbij de lichtintensiteiten maximaal waren, t.w. 4, 5 en 6 mol dag⁻¹. De belichting op de dag van monsternamen ging aan om 6.30 uur en uit om 17.30 uur. Monsternamen begon één uur voor licht aan en eindigt nadat de belichting uitging.

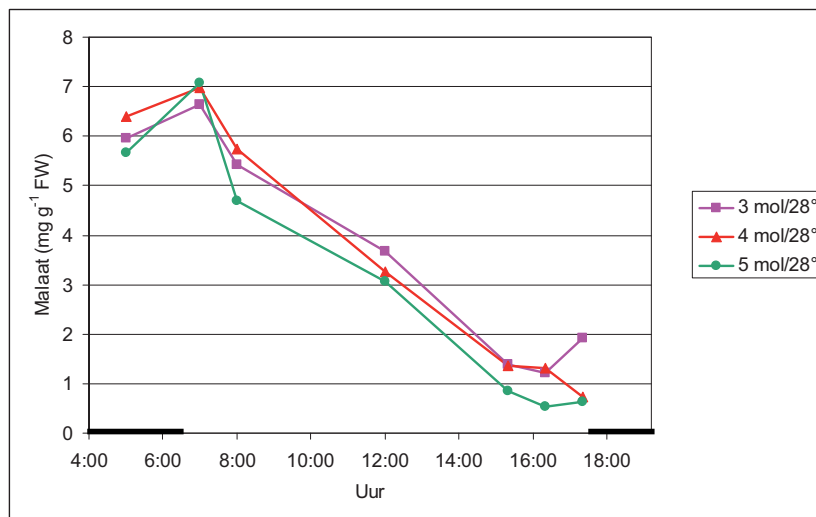


Figuur 15. Invloed van de RV (60% en 80%) bij een lichtsom van 3 mol dag⁻¹ op de vorming en afbraak van malaat in White Moon. De zwarte balk geeft de donker uren aan. n=3.

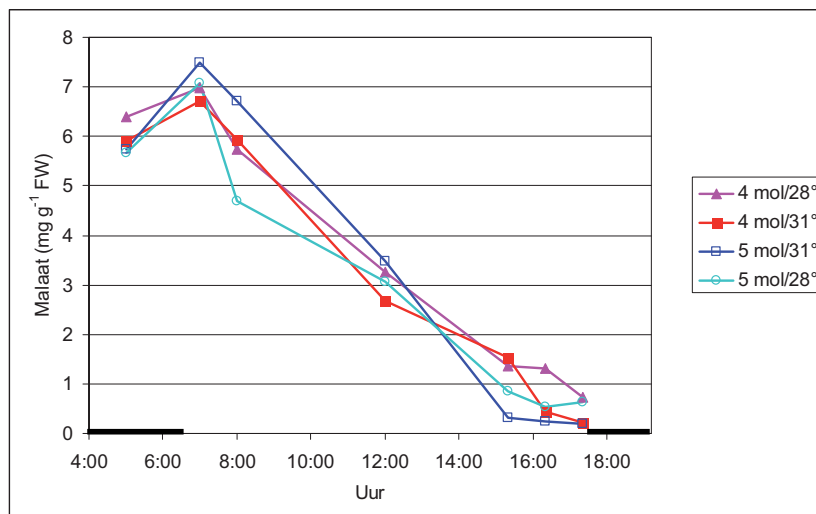
Het malaatgehalte in White Moon verschilde weinig tussen planten gekweekt bij een RV van 60% en 80% (Figuur 15). Het gehalte nam nog toe tot ongeveer 7 uur 's morgens en daalde dan sterk met de assimilatie van CO₂ in het fotosynthese proces. Al voordat het licht uitging om 17.30 uur, zijn de malaatgehalten weer toegenomen, vanaf

ongeveer 16.30 uur. Het feit dat er weinig verschil was tussen deze behandelingen impliceert een min of meer gelijke CO₂-opname, dus vermoedelijk weinig verschil in huidmondjes opening ondanks het verschil in RV.

In Figuur 16 wordt het effect van een toenemende lichtsom op de malaatgehalte weergegeven. In tegenstelling tot Kluge & Ting (1978) en Konow & Wang (2001), die een significante verhoging van de malaatgehalte vonden met toenemende licht, lijkt er weinig verschil te zijn in de malaatgehalte tussen de behandelingen in dit experiment; er is evenveel malaat gevormd tijdens de nacht bij alle lichtsommen. Het lijkt alsof de malaatgehalte het snelst afneemt in de hoogste lichtbehandeling. Dit duidt op een snellere ontbinding van malaat en assimilatie van CO₂ gedurende de dag.



Figuur 16. Invloed van een toenemende lichtsom van 3, 4 en 5 mol dag⁻¹ op de vorming en afbraak van malaat in White Moon. De zwarte balk geeft de donker uren aan. n=3.



Figuur 17. Invloed van een hogere temperatuur (31°C) bij een lichtsom van 4 en 5 mol dag⁻¹ op de vorming en afbraak van malaat in White Moon. De zwarte balk geeft de donker uren aan. n=3.

Ook bij het vergelijken van de malaatgehalte bij 28°C en 31°C is er weinig verschil te zien (Figuur 17). Figuur 17 suggereert dat er iets meer malaat wordt gemaakt en benut door Phalaenopsis bij de hoogste temperatuur, omdat er meer malaat blijkt te zijn eind van de nacht, en er minder malaat overblijft eind van de dag.

4 Conclusies

1. Meer licht in combinatie met een hoge RV bevordert de groei van Phalaenopsis

Alle cultivars in dit experiment hadden duidelijk voordeel bij meer licht, al dan niet in combinatie met een hogere kasluchttemperatuur. Bij alle cultivars werd meer biomassa (droge stof) geproduceerd bij een hogere lichtsom, waarbij de snelgroeiende cultivars het beste groeiden onder een lichtsom van 5 in het begin en 6 mol dag⁻¹ aan het einde van de opkweek. De droge stofproductie bij deze cultivars kwam tot uiting in een snellere bladafplitsing en grotere bladoppervlak. Bij de traag groeiende cultivars Golden Treasure en Las Palmas, leek er een optimum bij 4 mol per dag te zijn, waarbij een snellere bladafplitsing, maar minder bladoppervlak werd gerealiseerd.

Het microklimaat tussen de bladeren bij de verschillende cultivars was veel gelijkmatiger bij een constante RV van 80%. Bij een lage RV (60%) zoals in de praktijk het geval is, was de groei en ontwikkeling minder dan bij de hoge RV. Het effect van een hoge RV in de kas werkte positief op de groei van Phalaenopsis, vooral op de bladafplitsing van Las Palmas. Door de hogere RV werd ook het aantal actieve wortelpuntjes bij White Moon en Las Palmas verhoogd.

2. Klimaat optimalisatie leidt tot teeltversnelling in Phalaenopsis van 3 tot 6 weken

Een toename in lichtsom van 3 naar 5 mol dag⁻¹ resulteerde in gemiddeld 0,7 meer blad tijdens de opkweek bij de traag groeiende cultivars Las Palmas en Golden Treasure. De snel groeiende cultivars White Moon en Promise maakte iets minder bladeren, resp. 0,4 en 0,5 bladeren meer. Wanneer uitgegaan wordt van een aanmaak van ongeveer 1 nieuw blad per 6 weken, betekent dat een teeltversnelling van 3 tot 4 weken bij deze vier cultivars.

Bij Las Palmas lijken de behandelingen met een lichtsom van 4 mol dag⁻¹ het beste te zijn, omdat daar de hoogste bladafplitsing en bladoppervlak tijdens de opkweek werd gerealiseerd. Voor Golden Treasure, de andere traaggroeiende cultivar, nam het gemiddelde bladoppervlak af met toenemende licht, terwijl de bladafplitsing toenam, wat uiteindelijk resulteerde in een min of meer gelijk totaal bladoppervlak.

Bij een hogere temperatuur werd 1 blad meer gevormd bij de snellere groeiende cultivars White Moon en Promise tijdens de opkweek, wat betekent een teeltversnelling van 6 weken. Het effect van een hogere temperatuur op de bladafplitsing van de langzaam groeiende cultivars was ook positief, maar minder, ca. 0,2 tot 0,5 blad meer. Bij de snelgroeiende cultivars White Moon en Promise werden er dus meer, maar kleinere bladeren gevormd bij 31°C, zonder negatieve gevolgen voor het totale bladoppervlak, wat betekent meer mogelijkheden voor het aanleg van bloemtakken.

3. Snelgroeiende cultivars hebben een hogere bladtemperatuur dan de traag groeiende cultivars

De bladtemperatuur van de twee snelgroeiende cultivars was in bijna alle behandelingen hoger t.o.v. de kasluchttemperatuur dan die van beide langzaam groeiende cultivars. De kasluchttemperatuur was zeer constant gedurende de opkweek en de bladtemperatuur van White Moon en Promise was 0,8 tot 1,8°C lager dan de kasluchttemperatuur, en 1,5 tot 2,1°C lager bij Las Palmas en Golden Treasure. Dit suggereert dat de huidmondjes bij de traag groeiende cultivars meer open waren overdag waardoor ze meer konden verdampen en afkoelen.

4. Bij een hogere lichtsom wordt meer CO₂ opgenomen door Phalaenopsis

De hoeveelheid CO₂ die werd opgenomen door volgroeide bladeren van White Moon werd sterk beïnvloedt door de lichtsom: bij 3 mol dag⁻¹ werd ca. 2,5 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ opgenomen gedurende de nacht, en bij 4 en 5 mol dag⁻¹ werden resp. 5 en 6 μmol m⁻² s⁻¹ opgenomen. Er wordt dus meer CO₂ opgenomen als de planten meer licht krijgen, waarbij de volgroeide bladeren meer CO₂ opnemen in de nacht en jonge bladeren meer CO₂ opnemen overdag. Om 's nachts meer CO₂ op te kunnen nemen is een grotere pyruvaat pool in het blad nodig, en blijkbaar wordt dat aangemaakt bij een hogere lichtsom. Dit suggereert dat de fotosynthese wel degelijk gestimuleerd kan worden door meer licht toe te laten, waardoor de groei ook toeneemt. Gesuggereerd wordt dat aan het begin van de opkweek met een lagere lichtintensiteit begonnen kan worden, maar dat na een aantal weken de lichtintensiteit sneller opgevoerd kan worden.

5. Start de opkweek met een lagere lichtintensiteit, en voer het daarna pas op

Er wordt meer CO₂ opgenomen als de planten meer licht krijgen, maar het verloop van de groei in dit experiment suggereert dat de capaciteit ervoor onvoldoende aanwezig is bij het begin van de teelt. Daarnaast, omdat de fotosynthetische efficiëntie in kleinere planten meer gevoelig voor een hogere lichtintensiteit blijkt te zijn uit de literatuur, is het aan te bevelen dat er aan het begin van de opkweek met een lagere lichtintensiteit begonnen moet worden, maar dat na een aantal weken de lichtintensiteit sneller opgevoerd kan worden.

5 Referenties

- Chen, 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, 2008a.
CO₂-opname bij *Phalaenopsis*. Rapport 191. Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen.
- Dueck, T., E. Meinen & A. Kromwijk, 2008b.
Nachtbelichting en CO₂-dosering bij *Phalaenopsis*. Rapport 214 Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen
- Guo, W.-J. & N. Lee, 2006.
Effect of leaf and plant age, and day/night temperature on net CO₂ 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 CO₂ uptake in the Crassulacean acid metabolism orchid *Phalaenopsis*. *Acta Hort.* 766: 245-256.
- Kajihara, S., M. Aoyama & T. Yosida. 1992.
Effects of temperature and day-length on the growth of *Phalaenopsis* plants. *J. Jpn. Hort. Sci.* 61(Suppl 2): 833.
- Kajihara, S. & M. Aoyama, 1993.
Effects of temperature and day-length on the growth of *Phalaenopsis* nursery plants. *J. Jpn. Hort. Sci.* 62(Suppl 2): 56-57.
- Kano, A., M. Naitou, & K. Ookawa, 1992.
Effects of temperature and light intensity on CO₂ absorption by *Phalaenopsis*. *Abstract Jpn. Soc. High Tech. Agric.* 87-88.
- Kluge, M. & I.P. Ting, 1978.
Crassulacean Acid Metabolism. Analysis of an Ecological Adaptation. Springer-Verlag, Berlin.
- Konow, E.A. & Y-T. Wang. 2001.
Irradiance levels affect in vitro and greenhouse growth, flowering and photosynthetic behaviour of a hybrid *Phalaenopsis* orchid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:531-536.
- Kubota, S., K. Takechi & K. Yoneda, 1991.
Effects of light intensity on growth, flowering and nutrient absorption in *Phalaenopsis* plants. *J. Jpn. Hort. Sci.* 60(Suppl 1): 526-527.
- Lin, M-J. & B-D. Hsu. 2004.
Photosynthetic plasticity of *Phalaenopsis* in response to different light environments. *J. Plant Physiol.* 161:1259-1268.
- 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.

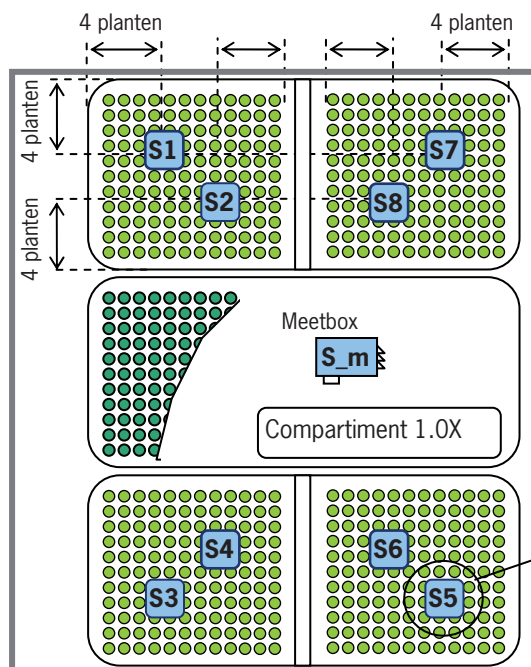
Bijlage I.

Voedingsoplossingen

Nutrienten (mmol/l)	Opkweek		
	week 0 - 6	week 7 - 22	week 23 - 30
Macro's			
NO ₃ ⁻	5,5	5,5	5,5
SO ₄ ⁻	0,8	0,8	0,9
P ⁻	1,6	1,7	1,5
NH ₄ ⁺	1,8	1,9	0,9
K ⁺	3,0	3,2	3,8
Ca ²⁺	1,1	1,0	1,2
Mg ²⁺	0,6	0,5	0,6
Ureum (g/100ml)	26	18	18
Micro's			
Fe	22	19	21
B	18	14	16
Mn	9	8	8
Zn	4,2	1,7	3,5
Cu	4,4	1,8	3,6
Mo	2,9	1,2	2,4
EC	0,9	0,9	1,0
pH	5,5	5,5	5,5

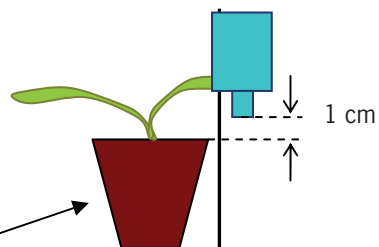
Bijlage II.

Layout draadloze sensoren



S1..Sx zijn T en RV sensoren geplaatst op teeltbedden op de gegeven afstanden. S_m is een T en RV sensor geplaatst bij de meetbox.

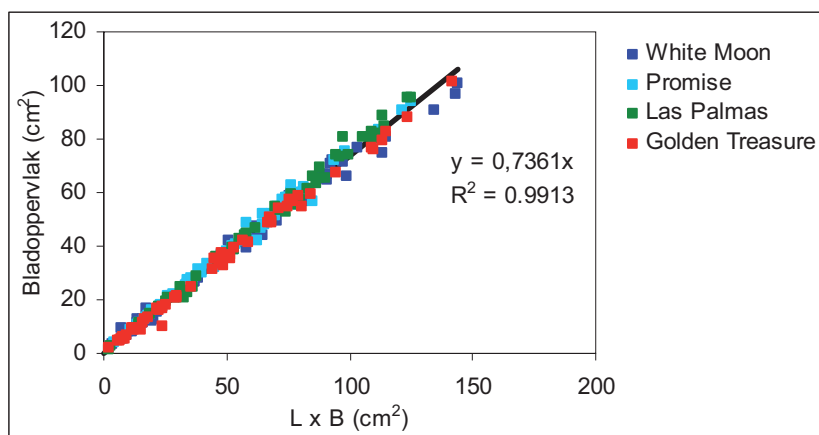
Compartment 1.01 tot en met 1.06 zijn op dezelfde wijze uitgerust met sensoren.



De sensoren zijn 1 cm boven de rand van de pot aan een haak opgehangen.

Bijlage III.

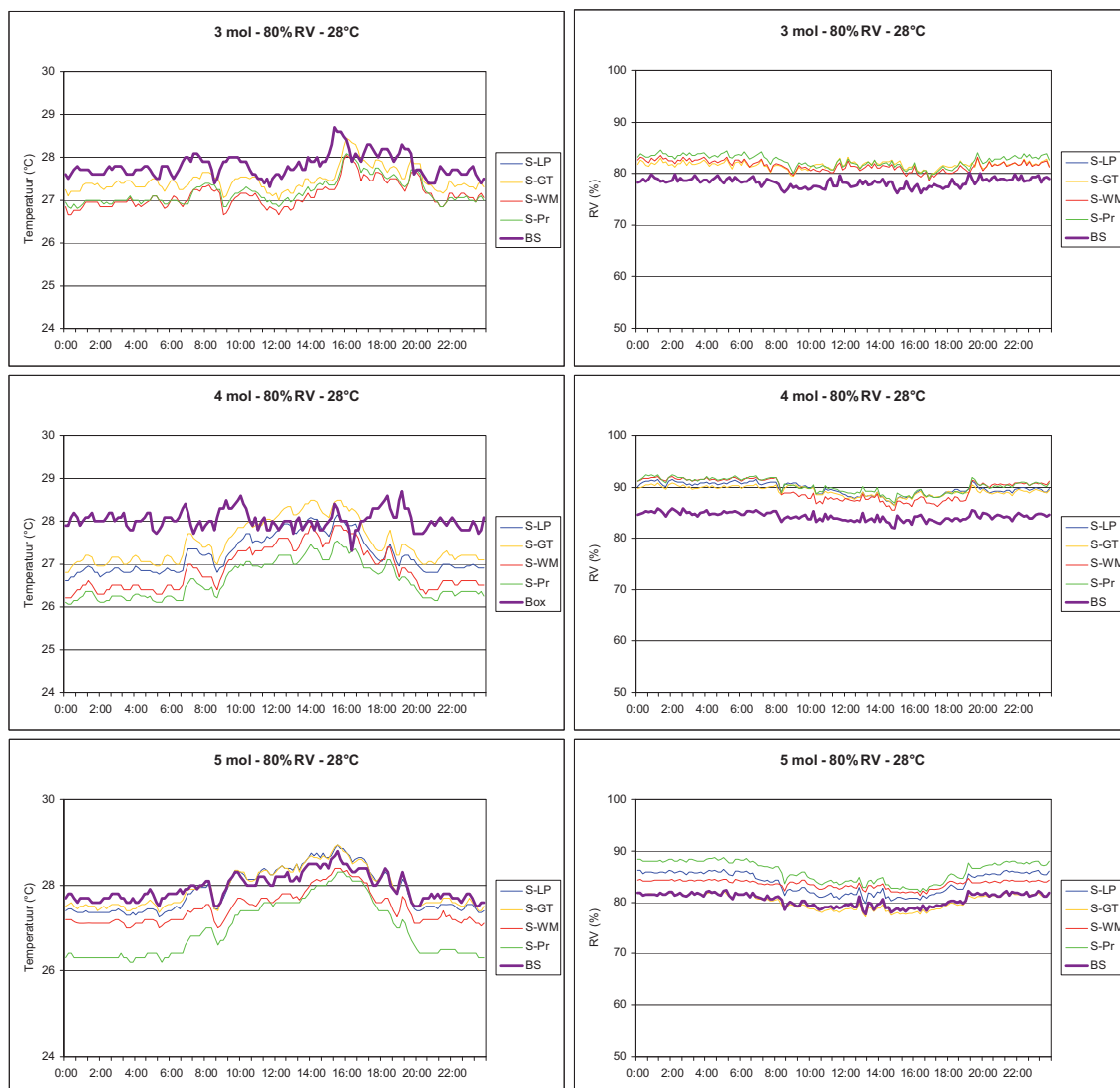
Relatie tussen nondestructieve metingen en gemeten bladoppervlak



Relatie tussen de lengte en breedte van de bladeren (nondestructief) van 4 Phalaenopsis cultivars en het gemeten bladoppervlak (destructief).

Bijlage IV.

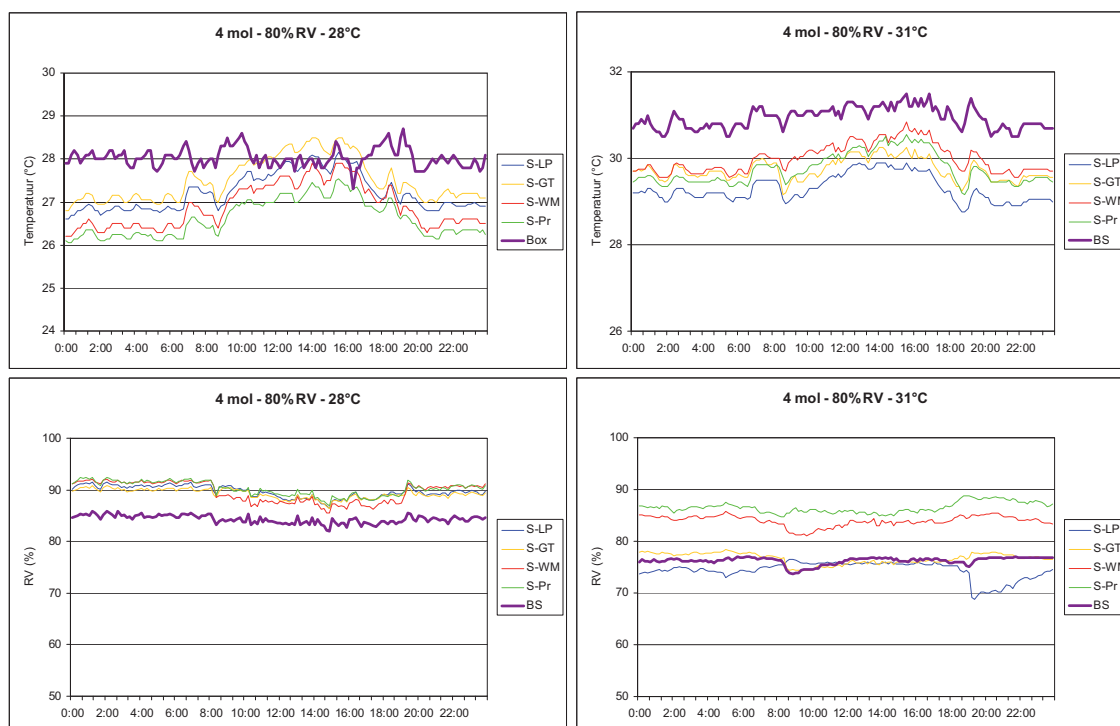
Effect van licht op microklimaat: temperatuur en RV



Invloed van toenemende licht op de kasttemperatuur en microklimaat (temp en RV) op 20 oktober, 2009.

Bijlage V.

Effect van temperatuur op microklimaat: temperatuur en RV tussen het gewas



Invloed van een hogere temperatuur op de kasttemperatuur en microklimaat (temp en RV) bij 4 mol licht op 20 oktober, 2009.

Bijlage VI.

Effect van temperatuur op groei en ontwikkeling

Effect van temperatuur op bladoppervlak (cm²), het aantal actieve wortelpunten als het aantal bovengrondse wortelpuntjes.

Parameter	Temp (°C)	Lichtsom (mol d ⁻¹)	White Moon	Promise	Las Palmas	Golden Treasure
Bladafsplitting	28	4	3,8	4,9	4,4	3,8
	31	4	4,8	6,2	4,9	4,1
	28	5	4,2	5,1	4,8	4,2
	31	5	5,2	6,3	4,9	4,4
Bladoppervlak (cm ²)	28	4	530 ± 27	526 ± 20	482 ± 22	373 ± 17
	31	4	554 ± 28	565 ± 17	522 ± 17	359 ± 22
	28	5	597 ± 15	558 ± 21	452 ± 21	331 ± 22
	31	5	578 ± 22	597 ± 21	471 ± 16	328 ± 23
Actieve wortelpuntjes	28	4	13,2 ± 1,0	6,2 ± 0,6	14,2 ± 1,4	7,3 ± 0,7
	31	4	13,2 ± 1,1	5,6 ± 0,9	14,8 ± 1,7	8,1 ± 1,0
	28	5	17,6 ± 1,4	10,0 ± 1,0	16,8 ± 1,8	8,5 ± 1,4
	31	5	17,7 ± 0,9	7,4 ± 0,8	15,6 ± 1,0	7,8 ± 1,0
Bovengrondse wortels	28	4	4,1 ± 0,4	12,8 ± 1,9	4,3 ± 0,8	2,3 ± 0,5
	31	4	5,9 ± 0,6	9,1 ± 1,0	3,9 ± 0,5	3,0 ± 0,6
	28	5	6,8 ± 1,3	9,6 ± 0,8	5,9 ± 0,6	2,6 ± 0,7
	31	5	7,2 ± 0,7	13,4 ± 1,2	2,9 ± 0,6	3,7 ± 0,8

Bijlage VII.

Bladtemperatuur op 16 februari 2010

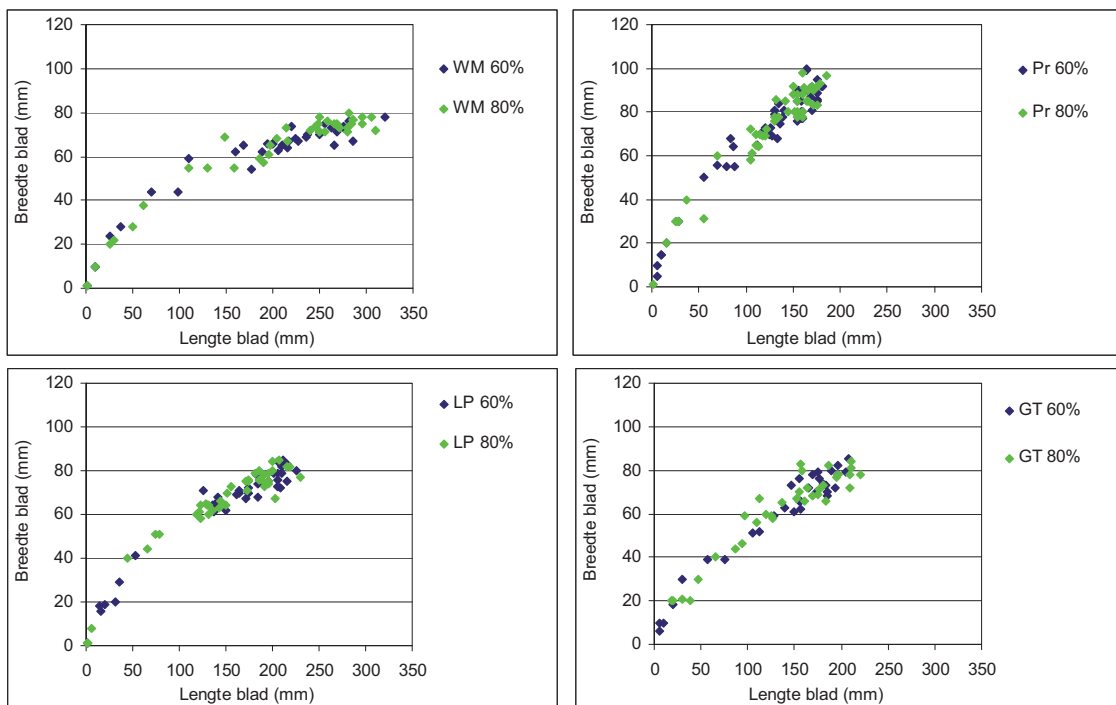
Bladtemperatuur i.r.t. de kasluchttemperatuur (gemeten bij de meetbox).

Behandeling	Blad temperatuur (°C)				Kaslucht- temperatuur (°C)
	White Moon	Promise	Las Palmas	Golden Treasure	
1 3mol/60%/28°	27,1 (-0,7)	26,8 (-1,0)	26,1 (-1,7)	25,8 (-2,0)	27,8
2 3mol/80%/28°	26,6 (-1,3)	26,5 (-1,4)	26,5 (-1,4)	26,6 (-1,3)	27,9
3 4mol/80%/28°	25,7 (-1,9)	25,7 (-1,9)	25,5 (-2,1)	25,7 (-1,9)	27,6
4 4mol/80%/31°	29,9 (-0,7)	29,7 (-0,9)	29,1 (-1,5)	29,0 (-1,6)	30,6
5 5mol/80%/31°	31,6 (+0,9)	31,3 (+0,6)	31,3 (+0,6)	31,2 (+0,5)	30,7
6 5mol/80%/28°	26,9 (-0,6)	26,7 (-0,8)	27,2 (-0,3)	26,9 (-0,6)	27,5

Bijlage VIII.

Effect van RV en licht op bladvorm

Effect van RV op bladvorm



Effect van licht op bladvorm

