



Effect dag-/nachttemperatuur tijdens opkweek en effect CO₂ tijdens afkweek van Phalaenopsis

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

Dit project is gefinancierd door:



Het plantmateriaal voor dit project is gratis beschikbaar gesteld door Floricultura en Anthura

Projectnummers Productschap Tuinbouw: 12566 en 12836

Projectnummers Wageningen UR Glastuinbouw: 324 200 7700 en 324 202 0700

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	1
Voorwoord	3
Samenvatting	5
1 Effect dag-/nachttemperatuur opkweek	9
1.1 Inleiding	9
1.2 Materiaal en methoden opkweek	10
1.2.1 Proefopzet	10
1.2.2 Teeltomstandigheden opkweek	11
1.3 Gerealiseerde klimaatomstandigheden opkweek	11
1.4 Resultaten opkweek	17
1.4.1 Voortakken	17
1.4.2 Bladafsplitsing	19
1.4.3 Lengte en breedte blad	20
1.4.4 Vers en drooggewicht na 29 weken opkweek	24
2 Na-effect temperatuur opkweek en effect CO ₂ -dosering tijdens afkweek	27
2.1 Inleiding	27
2.2 Materiaal en methoden	27
2.3 Gerealiseerde klimaatomstandigheden afkweek	28
2.4 Resultaten afkweek	31
2.4.1 Aantal bloemtakken	31
2.4.2 Lengte bloemtak	39
2.4.3 Versgewicht bladeren en bloemtakken	40
3 Conclusies en discussie	41
Literatuurlijst	47
Bijlage I Gerealiseerd klimaat opkweek	4 pp.
Bijlage II Gerealiseerd klimaat generatieve fase	1 p.
Bijlage III Resultaten generatieve fase	1 p.

Abstract

Bij de Phalaenopsisteelt wordt tijdens de opkweek continu een temperatuur van 27°C of 28°C aangehouden om voortijdige bloemtak vorming (voortakken) te voorkomen. In dit project zijn de effecten van verschillende dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek van acht Phalaenopsis cultivars onderzocht. Opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 29/25°C of 30/26°C gaf geen nadelige effecten in vergelijking met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. Tijdens de afkweek zijn twee CO₂-doseringen ingesteld. In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm was het percentage meertakkers gemiddeld 12% hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering. Het gemiddelde aantal bloemtakken per plant was 0,16 hoger. Bij de 1000 ppm CO₂-dosering was er geen verschil tussen de vijf opkweektemperaturen, in de kas met 400 ppm CO₂ gaf de dag-/nachttemperatuur van 30/26°C gemiddeld wat meer bloemtakken per plant.

Voorwoord

Bij de uitvoering van het onderzoek is samengewerkt met een begeleidingscommissie onderzoek (BCO). Deze BCO heeft de proef regelmatig bezocht en geadviseerd over de proefopzet en instellingen van de teeltomstandigheden. Peter van Os en Peter Prins van VAN OS research hebben de proef ook tussendoor regelmatig bezocht en aanvullend geadviseerd over bemesting en teeltomstandigheden. In dit voorwoord wil ik graag de leden van de begeleidingscommissie onderzoek bedanken voor hun adviezen bij de uitvoering van dit onderzoek:

- Phalaenopsistelers Jan Mulder en Sander Vijverberg
- Peter van Os en Peter Prins van VAN OS research
- Menno Gobielle van IMAC

Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groei-service. Het Productschap Tuinbouw heeft dit onderzoek gefinancierd en het opgepotte plantmateriaal is gratis beschikbaar gesteld door Floricultura en Anthura.

In dit voorwoord wil ik ook graag collega's van Wageningen UR Glastuinbouw bedanken voor hun adviezen en hulp bij de uitvoering van dit onderzoek. Hans Schüttler, Gerard van de Broek en Peter Schrama voor de gewasverzorging, klimaatinstellingen en klimaatcontrole. Nico van Mourik, Henk Koedijk, Kees de Kreij, Hans Schüttler, Gerard van de Broek, Piet Steenbergen, Peter Lagas en Marry van der Sar voor hun hulp bij de gewaswaarnemingen. Rob Baas voor advies over de planttemperatuurmetingen en Eric Poot en Tom Dueck voor het becommentariëren van het eindrapport.

Arca Kromwijk

Samenvatting

Bij de Phalaenopsis-teelt wordt tijdens de vegetatieve fase (=opkweek) continu een temperatuur van 27°C of 28°C aangehouden om voortijdige bloemtak vorming (voortakken) te voorkomen. Phalaenopsis is een CAM-plant en neemt 's nachts CO₂ op dat als appelzuur opgeslagen wordt in de vacuolen. Overdag komt de CO₂ weer vrij en wordt gebruikt voor de fotosynthese. Uit een literatuurstudie is gebleken dat optimale CAM-fotosynthese in het algemeen plaatsvindt bij een warme dagtemperatuur en een koele nachttemperatuur en dat bij extreme dagtemperaturen de nachtelijke CO₂-opname sterk gereduceerd wordt. Daarom zijn de effecten van verschillende dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek van Phalaenopsis onderzocht. Aansluitend is nagegaan of de opkweektemperaturen nog na-effecten gaven op de bloemtak vorming tijdens de generatieve fase (=koeling en afkweek). Omdat uit de literatuurstudie ook naar voren gekomen was dat CO₂-dosering tot 1000 ppm een positief effect zou kunnen geven, zijn twee CO₂-doseringen ingesteld tijdens de generatieve fase. Op deze manier kon in hetzelfde onderzoek ook het effect van CO₂-dosering tijdens de generatieve fase worden vastgesteld. Beide onderzoeken zijn uitgevoerd in opdracht van de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groeiservice en gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Floricultura en Anthura hebben gratis plantmateriaal beschikbaar gesteld. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met VAN OS research die geadviseerd heeft over de teeltomstandigheden en begeleid door een begeleidingscommissie onderzoek Phalaenopsis met vertegenwoordigers van telers, VAN OS Research en IMAC.

Proefopzet

In vijf potplantenkassen op de voormalige locatie Aalsmeer van Wageningen UR Glastuinbouw zijn vier dag-/nachttemperaturen vergeleken met een standaard dag-/nachttemperatuur van 28/28°C:

- Dagtemperatuur = 25°C en nachttemperatuur = 29°C (etmaaltemperatuur = 27°C)
- Dagtemperatuur = 26°C en nachttemperatuur = 30°C (etmaaltemperatuur = 28°C)
- Dagtemperatuur = 28°C en nachttemperatuur = 28°C (etmaaltemperatuur = 28°C)
- Dagtemperatuur = 29°C en nachttemperatuur = 25°C (etmaaltemperatuur = 27°C)
- Dagtemperatuur = 30°C en nachttemperatuur = 26°C (etmaaltemperatuur = 28°C)

In elke kas stonden vier cultivars die doorgaans makkelijk voortakken geven (Malibu Lagoon, Smart Thing, Liverpool en Lennestadt) en vier cultivars die doorgaans weinig voortakken geven (White Moon, Snowappel, Boston en Detroit). Na de opkweek zijn alle 40 proefvelden (=acht cultivars opgekweekt bij vijf dag-/nachttemperaturen) in twee gelijke helften verdeeld. De planten zijn getransporteerd naar de nieuwe onderzoekslocatie van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk en verdeeld over twee standaard potplantenkassen. De ene helft van elk proefveld is in een kas gezet met CO₂-dosering tot 400 ppm en de andere helft van elk proefveld is in een kas gezet met CO₂-dosering tot 1000 ppm.

Geen nadelige effecten dag-/nachttemperatuur opkweek

Een opkweek van Phalaenopsis bij een dag-/nachttemperatuur van respectievelijk 25/29°C, 26/30°C, 29/25°C of 30/26°C gaf in dit onderzoek geen nadelige effecten in vergelijking met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. Nadat alle planten onder gelijke omstandigheden in bloei waren getrokken, waren er geen negatieve na-effecten van de opkweektemperatuur op de bloemtak vorming. Het aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers (=planten met twee of meer bloemtakken) was gelijk of in een enkel geval zelfs hoger dan bij de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm tijdens de generatieve fase gaven de vijf opkweektemperaturen geen verschil in het aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers. In de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm tijdens de generatieve fase gaven de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 30/26°C gemiddeld meer bloemtakken per plant dan de overige vier opkweektemperaturen. Bij de overige vier opkweektemperaturen was er geen onderling verschil.

Met uitzondering van de cultivar Liverpool, zijn er tijdens de opkweek geen voortakken opgetreden. Hoewel de cultivars Malibu Lagoon, Smart Thing en Lennestadt in de praktijk doorgaans makkelijk voortakken geven, zijn deze

cultivars in dit onderzoek helemaal vegetatief gebleven. Bij de gevoelige cultivar Liverpool was er een lichte trend dat bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur wat eerder en wat meer voortakken werden gevormd dan bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur. Bij een etmaaltemperatuur van 27°C kwamen er eerder en wat meer voortakken dan bij een etmaaltemperatuur van 28°C. Dit bevestigt resultaten van eerder onderzoek waarbij het aantal voortakken toenam, naarmate de etmaaltemperatuur lager was. Een hoger percentage voortakken tijdens de opkweek van de cultivar Liverpool ging in deze proef echter niet samen met een vermindering van het aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten. Dit is in tegenspraak met de gedachte in de praktijk dat een weggehaalde voortak tijdens de opkweek een lager aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten veroorzaakt. Mogelijk waren de verschillen in aantal voortakken in deze proef te klein om een betrouwbaar effect te geven. Anderzijds was er bij het hoge CO₂-niveau eerder sprake van een positieve correlatie dan van een negatieve correlatie. Bij de behandelingen met een hoog aantal voortakken leek het aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten wat hoger.

Bij de tussenmeting halverwege de opkweek was het aantal bladeren bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur wat lager dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur, maar aan het einde van de opkweek was er geen verschil meer in het aantal bladeren bij de vijf opkweektemperaturen. Een lage dag-/hoge nachttemperatuur gaf compacter blad dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur. De controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar tussen in. Het vers- en drooggewicht van de bovengrondse plantendelen was na een opkweek bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur wat lager dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur en de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar weer tussenin. Een dagtemperatuur van 29°C met een nachttemperatuur van 25°C gaf een wat hoger vers- en drooggewicht aan wortels dan de andere vier opkweektemperaturen. Bij de overige vier temperaturen was er na 29 weken opkweek geen verschil in wortelgewicht. Ondanks de verschillen in bladgrootte en vers- en drooggewicht aan het eind van de opkweek gaven de vijf opkweektemperaturen geen nadelige na-effecten op het aantal bloemtakken van de veilingrijpe planten. Het percentage meertakkers en het aantal bloemtakken per plant was gelijk of hoger dan bij de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C.

Energiebesparing mogelijk tijdens opkweek

Omdat er in dit onderzoek bij een dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 29/25°C en 30/26°C geen nadelige effecten op de bloemtak vorming zijn opgetreden, biedt dit mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de opkweek bij Phalaenopsis. Men kan tijdens de opkweek zonder negatieve effecten een 2°C hogere of lagere dag- of nachttemperatuur aanhouden bij een etmaaltemperatuur van 27°C of 28°C. Bij omstandigheden dat het minder energie kost om 's nachts een hogere temperatuur aan te houden (bijv. onder het gesloten scherm) kan een lage dag-/hoge nachttemperatuur aangehouden worden en bij omstandigheden dat het minder energie kost om overdag een hogere temperatuur aan te houden (bijv. in de zomer) kan een hoge dag-/lage nachttemperatuur aangehouden worden. Het is vooralsnog aan te bevelen om daarbij wel een gemiddelde etmaaltemperatuur van minimaal 27 of 28°C te realiseren omdat eerder onderzoek heeft laten zien dat het aantal voortakken toeneemt naarmate de etmaaltemperatuur lager is. Bij toepassing in grote kassen in de praktijk is het ook belangrijk om te letten op de horizontale temperatuursverdeling in de kas en te controleren of er geen plekken in de kas zijn, waar de temperatuur te veel weg gaat zakken.

Compactere planten m.b.v. lage dag-/hoge nachttemperatuur (negatieve DIF)

Een lage dag-/hoge nachttemperatuur gaf compacter blad dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur. Na 29 weken opkweek waren de volgroeide bladeren 2 à 3 cm korter, 0,2 tot 0,5 cm smaller en de lengte/breedteverhouding van het blad was kleiner dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur. De controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar tussen in. Deze resultaten komen overeen met onderzoeksresultaten bij andere potplanten en snijbloemen. Daar is aangetoond dat een negatieve DIF (=lage dag-/hoge nachttemperatuur) compactere planten geeft dan een gelijke dag-/nachttemperatuur. Deze resultaten bieden de mogelijkheid om de bladvorm bij Phalaenopsis te beïnvloeden tijdens de opkweek. Als de bladeren doorgaans te lang en te smal worden, kan met behulp van een lage dag-/hoge nachttemperatuur tijdens de opkweek een betere bladvorm gerealiseerd worden. De compactere bladvorm had geen negatief na-effect op de bloemtak vorming tijdens de koeling en afkweek. Er was geen negatief effect op het aantal bloemtakken en er was geen verschil in de lengte van de bloemtakken ten opzicht

van de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. In vergelijking met een hoge dag-/lage nachttemperatuur was er wel een betrouwbaar na-effect op de lengte van de bloemtakken. Na een opkweek bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur waren de bloemtakken gemiddeld 1,5 cm korter dan na een hoge dag-/lage nachttemperatuur.

Positief effect van CO₂-dosering tijdens generatieve fase (koeling en afkweek)

CO₂-dosering tijdens de generatieve fase heeft bij Phalaenopsis een positief effect op de bloemtak vorming. In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm was het gemiddelde aantal bloemtakken per plant 0,16 hoger dan in de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm. Dit betekent dat 16% van de planten een extra bloemtak heeft aangelegd. Het percentage planten met twee bloemtakken was 8,8% hoger en het percentage planten met drie bloemtakken was 3,5% hoger. Het percentage meertakkers (=planten met twee of meer bloemtakken) was dus 12,4% hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering. Het vers- en drooggewicht van de bloemtakken was in de kas met 1000 ppm CO₂-dosering gemiddeld 12% hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering. De twee CO₂-niveaus gaven geen verschil in vers- en drooggewicht van blad en stengel.

Bij de Phalaenopsisteelt in Nederland werd tot voor kort weinig tot geen CO₂ gedoseerd omdat bij CAM-planten de CO₂-opname 's nachts weinig gevoelig zou zijn voor de CO₂-concentratie in de lucht. Op grond van eerdere literatuurstudies zal CO₂-dosering vooral in de overgangsfasen van licht naar donker en van donker naar licht een positief effect hebben. In dit onderzoek is in beide behandelingen 24 uur per dag CO₂ gedoseerd. In vervolgonderzoek zou uitgezocht kunnen worden of men kan volstaan met CO₂-dosering in de overgangsfasen van licht naar donker en van donker naar licht en het inderdaad overbodig is om in de andere fasen CO₂ te doseren.

1 Effect dag-/nachttemperatuur opkweek

1.1 Inleiding

Phalaenopsis is een CAM-plant. Om waterverlies zoveel mogelijk te beperken houden CAM-planten de huidmondjes overdag gesloten. 's Nachts gaan de huidmondjes open om CO₂ op te nemen. Met behulp van PEP-carboxylase wordt de CO₂ vastgelegd in malaat (appelzuur) en gedurende de nacht opgeslagen in de vacuolen van de cellen. Hierdoor daalt de pH van de vacuole sterk gedurende de nacht. Overdag wordt het malaat uit de vacuolen getransporteerd en wordt CO₂ weer afgesplitst waarna in het licht fotosynthese plaats kan vinden en assimilaten worden aangemaakt. De snelheid waarmee CO₂ vrij komt van malaat is licht afhankelijk.

Optimale CAM-fotosynthese vindt plaats bij een warme dagtemperatuur en een koele nachttemperatuur, maar bij extreme dagtemperaturen wordt de nachtelijke CO₂-opname sterk gereduceerd (Warmenhoven et al., 2003). Hoge nachttemperaturen beïnvloeden de doorlatendheid van membranen voor het appelzuur waarin de CO₂'s nachts wordt opgeslagen. Als de temperatuur te hoog wordt kan het opgeslagen appelzuur weglekken uit de vacuolen, waardoor de efficiëntie van de CO₂ vastlegging nadelig wordt beïnvloed (Schapendonk, 2005). Het is niet bekend of een lage dag-/hoge nachttemperatuur daardoor andere effecten geeft dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur bij een gelijke etmaaltemperatuur.

Bij de Phalaenopsisteelt in Nederland wordt tijdens de vegetatieve fase (=opkweek) continu een temperatuur van 27 of 28°C aangehouden. Dit wordt gedaan om voortakken te voorkomen. Voortakken zijn bloemtakken die tijdens de vegetatieve fase al uit gaan groeien. Voortakken worden over het algemeen weggebroken, wat arbeid kost en een weggebroken voortak betekent waarschijnlijk een bloemtak minder tijdens de generatieve fase. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat het aantal voortakken toe neemt naarmate de etmaaltemperatuur lager is tijdens de opkweek (Kromwijk, 2003). In dit onderzoek zijn de effecten onderzocht bij een gelijke dag-/nachttemperatuur. Het is niet bekend in hoeverre het mogelijk is om bij een gelijkblijvende etmaaltemperatuur van 27 of 28°C een hogere dag- en lagere nachttemperatuur aan te houden en wat de effecten zijn op de groei en voortakken. Mogelijk heeft dit een positief effect op de groei doordat 's nachts minder appelzuur weglekt uit de vacuolen. De vraag is alleen of het positieve effect niet teniet gedaan wordt door een negatieve invloed van de hoge dagtemperatuur en of er geen nadelige effecten optreden zoals een toename van het aantal voortakken?

Door de hoge temperatuur heeft de Phalaenopsisteelt tijdens de opkweek een hoog energieverbruik. Bovendien wordt in de praktijk zowel overdag als 's nachts de temperatuur strak op 28°C gehouden om voortijdige bloemtakvorming (voortakken) te voorkomen. Indien bij een gelijke etmaaltemperatuur een hoge dag-/lage nachttemperatuur of lage dag-/hoge nachttemperatuur geen nadelige effecten heeft op de groei en de mate van voortakken biedt dit mogelijkheden om energie te besparen. Bij omstandigheden waar het minder energie kost om 's nachts een hogere temperatuur aan te houden (bijv. onder het gesloten scherm) kan een lage dag-/hoge nachttemperatuur aangehouden worden en bij omstandigheden waar het minder energie kost om overdag een hogere temperatuur aan te houden (bijv. in de zomer) kan dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur aangehouden worden.

Daarom is een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van verschillende combinaties van dag- en nachttemperatuur tijdens de opkweek van Phalaenopsis bij een etmaaltemperatuur van 27 en 28°C. Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groeiservice en is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Floricultura en Anthura hebben voor dit onderzoek gratis opgepot plantmateriaal beschikbaar gesteld. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met VAN OS research die geadviseerd heeft over de teeltomstandigheden en begeleid door een begeleidingscommissie onderzoek Phalaenopsis met vertegenwoordigers van telers, VAN OS Research en IMAC.

1.2 Materiaal en methoden opkweek

1.2.1 Proefopzet

In vijf potplantenkassen op de voormalige locatie Aalsmeer van Wageningen UR Glastuinbouw is het effect van vijf temperatuurregelingen onderzocht (Tabel 1). De behandeling met een dag- en nachttemperatuur van 28°C is de huidige praktijksituatie (behandeling 3). Deze praktijksituatie is vergeleken met twee behandelingen waarbij de dagtemperatuur 4°C lager was dan de nachttemperatuur (behandeling 1 en 2) en twee behandelingen waarbij de dagtemperatuur 4°C hoger was dan de nachttemperatuur (behandeling 4 en 5). Het effect van een verschillende dag-/nachttemperatuur is onderzocht bij een etmaaltemperatuur van 28°C (behandeling 2 en 5) en bij een etmaaltemperatuur van 27°C (behandeling 1 en 4). De omschakeling van nacht- naar dagtemperatuur was om 7.00 uur en de omschakeling van dag- naar nachttemperatuur was om 19.00 uur met een geleidelijke overgang van het setpoint in 60 minuten (1°C per kwartier).

De proef is uitgevoerd in normale potplantenkassen omdat dit het meest overeenkomt met de praktijksituatie. Om de gewenste temperaturen zo goed mogelijk te realiseren is overdag net onder het setpoint en 's nachts net boven het setpoint gelucht. Om er voor te zorgen dat bij warm weer in de zomer de etmaaltemperatuur niet (te veel) af ging wijken van de gewenste etmaaltemperatuur, is in de zomer een etmaalregeling ingesteld. Door deze regeling werd het setpoint van de nachttemperatuur automatisch naar beneden bijgesteld indien de gerealiseerde dagtemperatuur hoger was dan het setpoint. De nachttemperatuur mocht daarbij maximaal 1°C worden verlaagd. In alle vijf behandelingen is continu de bladtemperatuur (m.b.v. infraroodcamera op het middenstuk van één blad), kasttemperatuur, potttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid en lichtniveau op plantniveau gemeten en geregistreerd.

Tabel 1. Behandelingen tijdens de 29 weken opkweek van 1 juni t/m 19 december 2006.

Behandelingsnummer en setpoint dag-/nacht- temperatuur	Dagtemperatuur (°C)	Nachttemperatuur (°C)	Etmaaltemperatuur (°C)	Verschil tussen dag- en nachttemperatuur (°C)
1. d/n= 25/29°C	25	29	27	-4
2. d/n= 26/30°C	26	30	28	-4
3. d/n= 28/28°C	28	28	28	0
4. d/n= 29/25°C	29	25	27	+4
5. d/n= 30/26°C	30	26	28	+4

In elke kas stonden acht cultivars (Tabel 2). Op advies van de begeleidingscommissie onderzoek (BCO) zijn vier cultivars meegenomen die doorgaans makkelijk voortakken geven en vier cultivars die doorgaans weinig voortakken geven. Anthura en Floricultura hebben de planten eind mei opgepot en in Aalsmeer afgeleverd. De proef is gestart op 1 juni en de planten zijn opgekweekt tot 19 december 2006 (29 weken), zodat de proef deels in de zomer en deels in de winter plaats vond. Vanuit het oogpunt van energiebesparing is in de zomer een hoge dag-/lage nachttemperatuur interessant en in de winter is een lage dag-/hoge nachttemperatuur interessant.

Bij alle vijf temperatuurregelingen stonden acht proefvelden van acht cultivars (totaal 40 proefvelden). Elke proefveld bestond uit bruto 150 planten. Van 100 planten uit het midden van elk proefveld is elke week het aantal planten met voortakken geteld. Aan het begin van de teelt, na 15 weken opkweek en aan het einde van de opkweek is van tien planten per veld het aantal bladeren per plant geteld en de lengte en breedte van de bladeren gemeten. Aan het einde van de opkweek is van deze tien planten per veld ook het vers- en drooggewicht van de bovengrondse plantendelen (bladeren en stengel) en van de wortels gemeten en het percentage droge stof uitgerekend. Ten behoeve van een open middag bij de proef is in week 45 een extra telling van het aantal bladeren per plant uitgevoerd.

Tabel 2. Onderzochte cultivars tijdens de 29 weken opkweek van 1 juni t/m 19 december 2006.

Cultivars die makkelijk voortakken geven:		Cultivars die weinig voortakken geven:	
Lennestadt	Anthura	Boston	Anthura
Liverpool	Anthura	Detroit	Anthura
Malibu Lagoon, nr. 33090	Floricultura	Snowappel, nr. 34362	Floricultura
Smart Thing, nr. 33033	Floricultura	White Moon, nr. 34717	Floricultura

1.2.2 Teeltomstandigheden opkweek

De planten stonden in vijf identieke potplantenkassen met een LS-10 en LS-16 scherm. De tafels hadden een aluminium tafelbodem met tafelverwarming in de tafelbodem. Alle planten stonden op rekjes los van de tafelbodem, zodat de potten goed konden draineren. Er is 24 uur per dag CO₂ gedoseerd tot 800 ppm. De ingestelde teeltomstandigheden zijn afgestemd op de adviezen van de begeleidingscommissie onderzoek en VAN OS research. Er is naar behoefte bovendoor watergegeven en voor de bemesting zijn de bemestingsschema's van VAN OS research gevolgd. In alle behandelingen is dezelfde voedingsoplossing gegeven. Bij de start van de teelt is in alle vijf kassen 24 uur per dag verneveld bij een vochtdeficit van 7. Om het gewas 's nachts meer te laten afdrogen is de gewas-koeling vanaf 19 juli 's nachts van 22.00 tot 4.00 uur uitgezet.

Bij de start van de teelt is met behulp van krijt op het kasdek en het LS-16 scherm gestreefd naar een lichtniveau van 60-80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ op plantniveau en een lichtsom van 3 - 3,3 mol per m² per dag. In de loop van de teelt is geleidelijk meer licht toegelaten en aan het eind van de opkweek is gestreefd naar een lichtsom van 3,5 tot 4 mol per m² per dag. Tot september is een natuurlijke daglengte aangehouden. Vanaf september is maximaal 14 uur per dag bij belicht van 6.00 tot 20.00 uur met 52 μmol per m² per seconde. Eind oktober is het krijt verwijderd en vanaf half november is per cultivar naar behoefte wijder gezet.

1.3 Gerealiseerde klimaatomstandigheden opkweek

De ingestelde etmaaltemperaturen zijn gemiddeld goed gerealiseerd (zie kasttemperatuur meetbox in Tabel 3). Alleen op een aantal heel warme dagen in de zomer is de etmaaltemperatuur bij alle behandelingen iets hoger opgelopen (Figuur 1 - boven). De kasttemperatuur op plantniveau (gemeten door datalogger) was gemiddeld een graad hoger dan de kasttemperatuur gemeten in de meetbox (Tabel 3 en Figuur 1 - onder). De gemiddelde bladtemperatuur was bij behandeling 1, 3 en 5 gelijk aan de gemiddelde kasttemperatuur van de meetbox (Tabel 3 en Figuur 2 - boven). Bij behandeling 2 en 4 was de bladtemperatuur gemiddeld 0,7 en 0,5°C lager dan de temperatuur van de meetbox. De pottemperatuur was bij de meeste behandelingen 0,5 tot 0,9°C hoger dan de temperatuur van de meetbox (Tabel 3 en Figuur 2 - onder).

Bij behandeling 2 bleven de kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en pottemperatuur in verhouding wat lager dan de kasttemperatuur van de meetbox dan bij de andere vier behandelingen. Daarom zijn alle instellingen, metingen en apparatuur gecontroleerd en daaruit bleek dat de ventilator in de meetbox van behandeling 2 stuk gegaan was. Daardoor is in de eerste weken van de proef volgens de meetbox wel de juiste kasttemperatuur gerealiseerd, maar doordat de ventilator van de meetbox stil stond was dit geen goede meting van de echte kasttemperatuur. Vergelijking van de kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en pottemperatuur van behandeling 2 met de andere vier behandelingen laat zien dat bij behandeling 2 de kasttemperatuur in de eerste weken van de opkweek waarschijnlijk ongeveer een graad lager is geweest dan gemeten met de meetbox (Figuur 1 en 2). De eerste weken van behandeling 2 zijn daardoor min of meer vergelijkbaar geweest met de eerste weken van behandeling 1.

Tabel 3. Gemiddeld gerealiseerde kasttemperatuur van meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en pottemperatuur (°C) tijdens de 29 weken opkweek van 1 juni t/m 19 december 2006.

Ingestelde dag-/nachttemperatuur	Kasttemperatuur meetbox (°C)	Kasttemperatuur op plantniveau (°C)	Bladtemperatuur (°C)	Pottemperatuur (°C)
1. d/n= 25/29°C	27,0	28,2	27,0	27,9
2. d/n= 26/30°C*	28,0	28,4	27,3	28,1
3. d/n= 28/28°C	28,0	29,3	28,1	28,6
4. d/n= 29/25°C	27,2	27,9	26,7	27,7
5. d/n= 30/26°C	28,1	29,4	28,0	28,7

* Bij behandeling 2 is door een defecte ventilator in de meetbox in de eerste weken van de opkweek waarschijnlijk een te hoge kasttemperatuur gemeten door de meetbox en daardoor een wat lagere kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en pottemperatuur gerealiseerd.

Tabel 4. Gemiddeld gerealiseerde dagtemperatuur (9.00 t/m 18.00 uur) en nachttemperatuur (21.00 t/m 6.00 uur) van kasttemperatuur gemeten met meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en pottemperatuur (°C) tijdens de 29 weken opkweek van 1 juni t/m 19 december 2006.

Dag-/nachttemperatuur	Kasttemperatuur meetbox (°C)		Kasttemperatuur plantniveau (°C)		Bladtemperatuur (°C)		Pottemperatuur (°C)	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
1. d/n= 25/29°C	26,1	28,1	27,1	29,4	26,5	27,6	26,5	29,2
2. d/n= 26/30°C*	27,1	29,1	27,1	29,9	26,5	28,1	26,7	29,5
3. d/n= 28/28°C	28,5	27,7	29,5	29,2	29,1	27,1	28,8	28,3
4. d/n= 29/25°C	29,3	25,0	30,1	25,7	29,8	23,4	29,7	25,5
5. d/n= 30/26°C	30,3	26,0	31,7	27,2	31,0	24,9	30,9	26,5

* Bij behandeling 2 is door een defecte ventilator in de meetbox in de eerste weken van de opkweek waarschijnlijk een te hoge kasttemperatuur gemeten door de meetbox en daardoor een wat lagere kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en pottemperatuur gerealiseerd.

In Tabel 4 zijn de gemiddeld gerealiseerde temperaturen weergegeven van de dagperiode (9.00 tot 18.00 uur) en nachtperiode (21.00 tot 6.00 uur). De overgangsperiodes van dag- naar nachttemperatuur en van nacht- naar dagtemperatuur zijn daarbij buiten beschouwing gelaten. De gemiddeld gerealiseerde temperatuur van de meetbox was overdag iets hoger dan het setpoint en 's nachts iets lager dan het setpoint, met name bij de behandelingen met een lage dag- en hoge nachttemperatuur. Dit was het gevolg van de warme zomer waarbij de etmaalregeling het setpoint van de nachttemperatuur automatisch wat naar beneden bijstelde, als de dagtemperatuur hoger was dan gerealiseerd.

Gedurende de dagperiode was de kasttemperatuur op plantniveau gemiddeld ongeveer een graad hoger dan de kasttemperatuur van de meetbox. De blad- en pottemperatuur lagen daar tussen in en waren overdag ongeveer een halve graad hoger dan de kasttemperatuur van de meetbox en een halve graad lager dan de kasttemperatuur gemeten op plantniveau. Net als overdag was de kasttemperatuur op plantniveau gedurende de nachtperiode gemiddeld ruim een graad hoger dan de kasttemperatuur van de meetbox. De bladtemperatuur reageerde 's nachts duidelijk anders dan overdag. Gemiddeld was de bladtemperatuur 's nachts ongeveer twee graden lager dan de kasttemperatuur op plantniveau (=ongeveer een graad lager dan temperatuur van meetbox). Bij de behandelingen met een hoge nachttemperatuur (behandeling 1 en 2) was de bladtemperatuur 's nachts gemiddeld 1,8°C lager dan de kasttempe-

ratuur op plantniveau en bij de behandelingen met een lage nachttemperatuur (behandeling 4 en 5) was de bladtemperatuur gemiddeld 2,3°C lager. De behandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur lag daar tussen in met een 2,1°C lagere bladtemperatuur. De potttemperatuur was gemiddeld ongeveer een halve graad lager dan de kasttemperatuur op plantniveau.

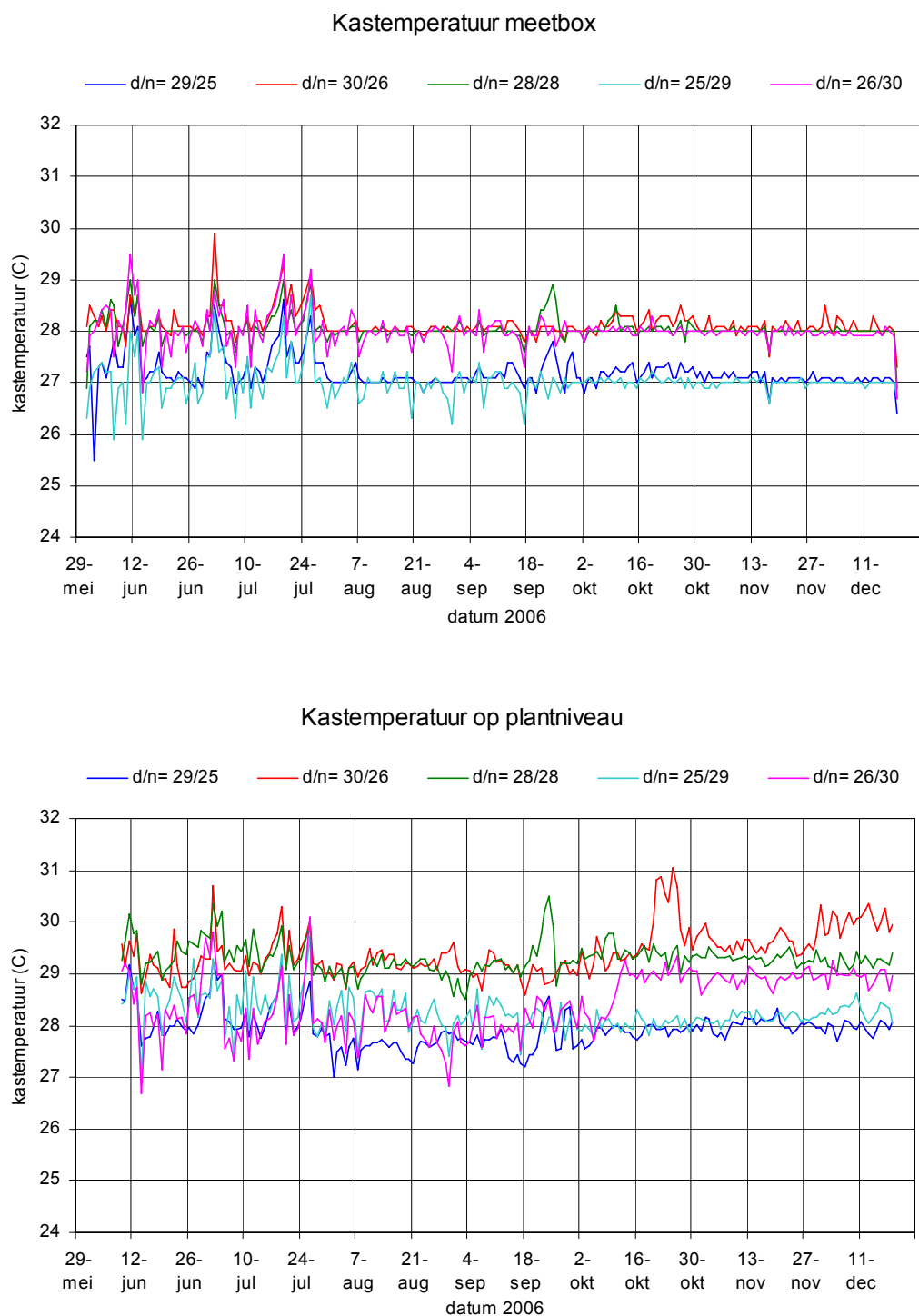
Figuur 3 t/m 7 laat het verloop van de kas-, blad- en potttemperatuur zien gedurende vier etmalen in november. Bij de controlebehandeling met een setpoint van dag en nacht 28°C is te zien dat de kasttemperatuur op plantniveau gedurende het hele etmaal ongeveer 1°C boven de kasttemperatuur van de meetbox lag (Figuur 5). De bladtemperatuur lag overdag dicht bij de kasttemperatuur gemeten op plantniveau (=ongeveer 1°C hoger dan temperatuur van meetbox), maar 's nachts was de bladtemperatuur lager dan de kasttemperatuur op plantniveau. Bij de behandelingen met een hoge dag-/lage nachttemperatuur is dit nog duidelijker te zien (Figuur 6 en 7). Daar was de bladtemperatuur 's nachts ongeveer twee graden lager dan de kasttemperatuur van de meetbox en ongeveer drie graden lager dan de kasttemperatuur gemeten op plantniveau. Bij de behandelingen met een hoge nachttemperatuur was er 's nachts minder verschil tussen de bladtemperatuur en de kasttemperatuur (Figuur 3 en 4). Daar volgde de bladtemperatuur min of meer de kasttemperatuur gemeten door de meetbox en deze lag ongeveer een graad lager dan de kasttemperatuur op plantniveau.

Dat de bladtemperatuur 's nachts lager is dan de kasttemperatuur wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verdamping uit de geopende huidmondjes 's nachts. Overdag zijn de huidmondjes waarschijnlijk grotendeels gesloten, waardoor er weinig verdamping plaats vindt en het blad minder gekoeld wordt. Waarom de bladtemperatuur bij een hogere nachttemperatuur gemiddeld minder ver onder de kasttemperatuur zakt dan bij een lage nachttemperatuur is niet duidelijk. Mogelijk dat dit verklaard kan worden uit een hogere temperatuur van het ondernet om de hoge nachttemperatuur te realiseren. Anderzijds rijst de vraag of er mogelijk ook verschillen zijn geweest in de mate waarin de huidmondjes 's nachts geopend waren en er daardoor meer of minder verdamping en koeling van het blad geweest is? Door de verneveling is er bij alle behandelingen een relatieve luchtvochtigheid gerealiseerd van gemiddeld 60 tot 70% (Tabel 5 en Bijlage I - Figuur 1). Omdat de verneveling 's nachts tussen 22.00 uur en 4.00 uur uit stond zakte de relatieve luchtvochtigheid tussen 22.00 uur en 4.00 uur wel wat terug (Bijlage I - Figuur 4 t/m 8).

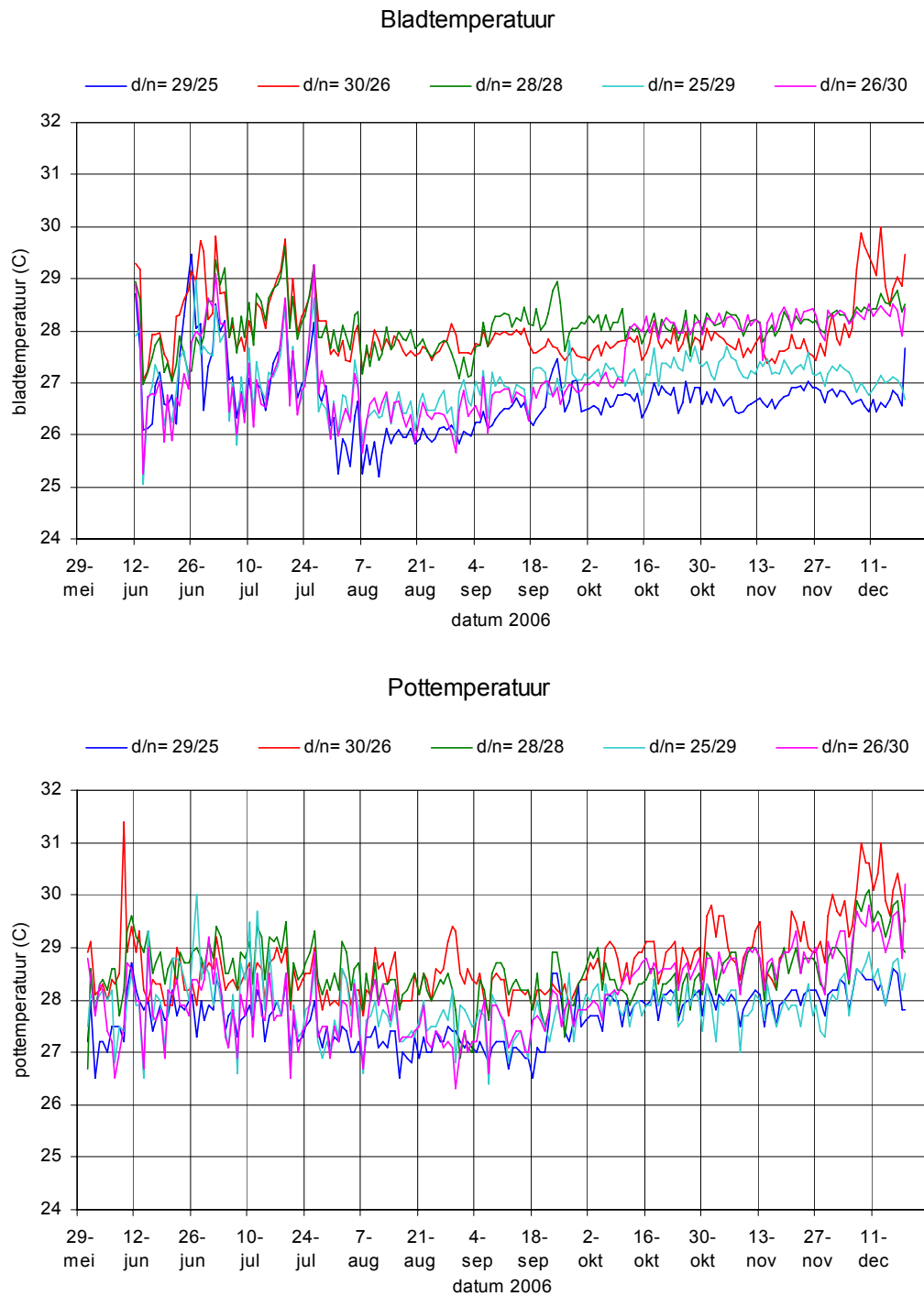
De hoeveelheid licht op plantniveau was bij alle behandelingen nagenoeg gelijk (Tabel 5). In het eerste deel van de teelt (week 23 t/m 37) is een lichtsom gerealiseerd van 2 tot 2,5 mol per dag en in de loop van de teelt is deze geleidelijk verhoogd naar 3 tot 3,5 mol per dag in de periode van week 42 t/m 51 (Bijlage I - Figuur 2). De CO₂-concentratie lag gemiddeld tussen de 550 en 600 ppm (Tabel 5). Per etmaal is gemiddeld een concentratie van 600 tot 700 ppm gerealiseerd met uitzondering van een aantal periodes waarin onvoldoende zuivere CO₂ beschikbaar was om de gewenste concentraties te realiseren (Bijlage I - Figuur 3). Bij de behandelingen met een lage dagtemperatuur was de gerealiseerde CO₂-concentratie gemiddeld wat lager, doordat er overdag eerder en meer gelucht werd dan in de behandelingen met een hoge dagtemperatuur.

Tabel 5. Gemiddeld gerealiseerde R.V. van meetbox, R.V. op plantniveau, vochtdeficit, lichtsom op plantniveau en CO₂ gehalte tijdens de 29 weken opkweek van 1 juni t/m 19 dec. 2006.

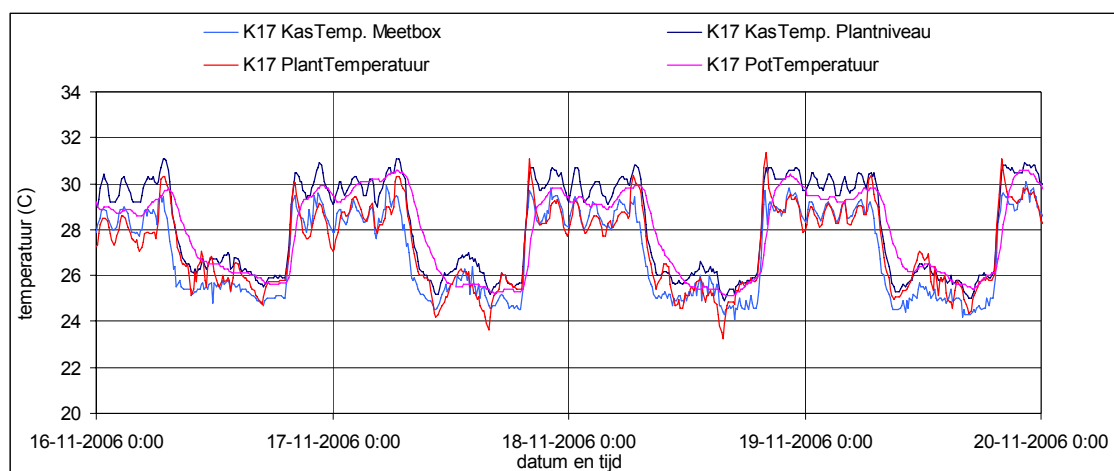
	R.V. meetbox (%)	R.V. plantniveau (%)	Vochtdeficit	Lichtsom (μmol/m ² /s)	CO ₂ (ppm)
1. d/n= 25/29°C	61	62	9,0	2,6	551
2. d/n= 26/30°C	60	68	9,6	2,6	575
3. d/n= 28/28°C	67	64	8,0	2,5	607
4. d/n= 29/25°C	63	71	8,5	2,6	608
5. d/n= 30/26°C	68	63	7,8	2,7	607



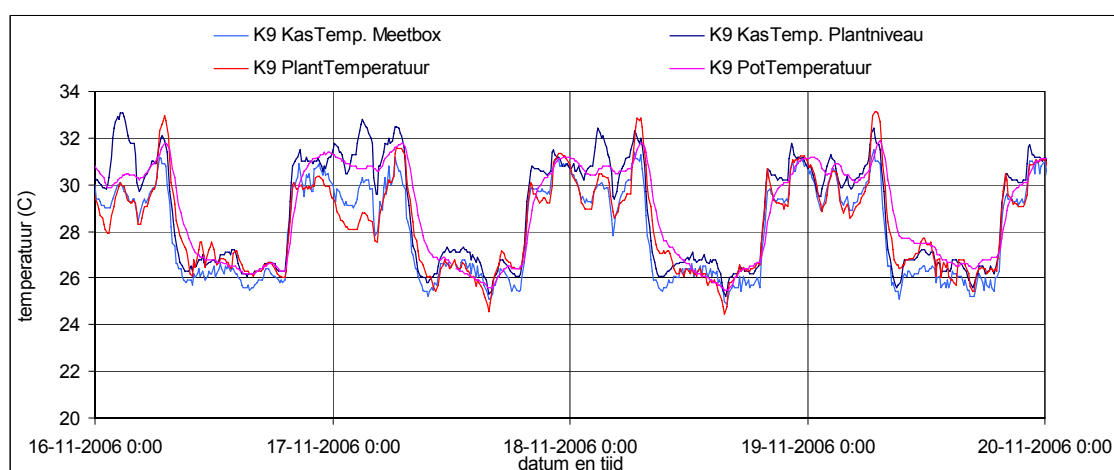
Figuur 1. Etmaalgemiddelden van kasttemperatuur gemeten in meetbox (boven) en kasttemperatuur gemeten met datalogger op plantniveau (onder) bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 28/28°C, 29/25°C en 30/26°C.



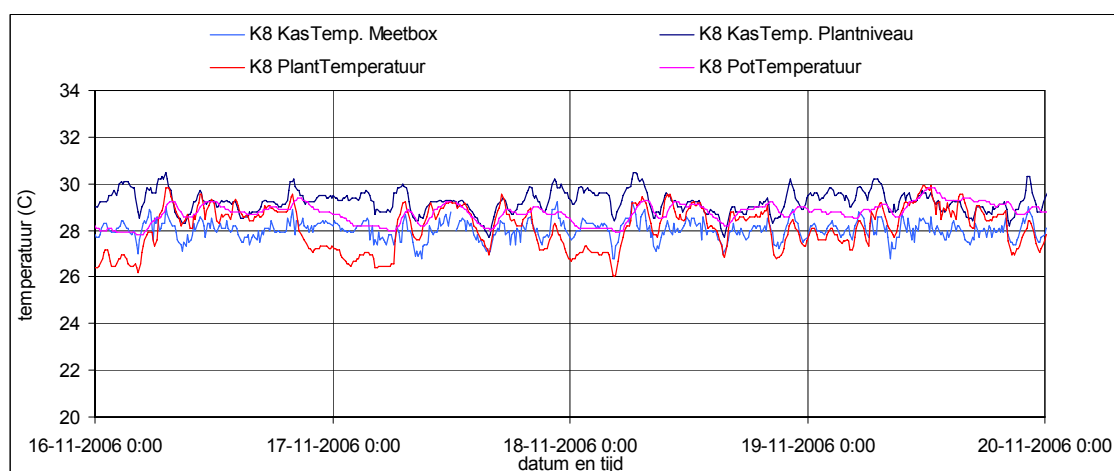
Figuur 2. Etmaalgemiddelden van bladtemperatuur (boven) en potttemperatuur (onder) bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 28/28°C, 29/25°C en 30/26°C.



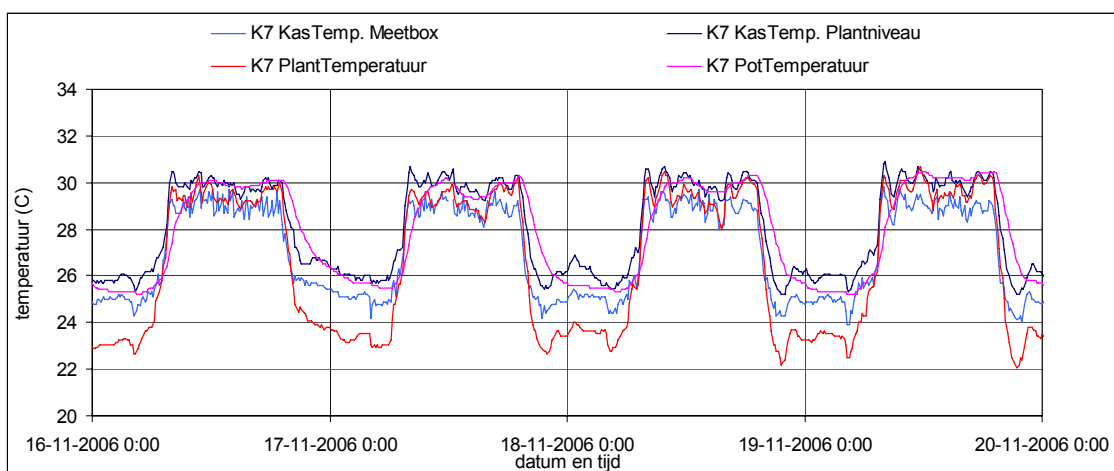
Figuur 3. Verloop van gemeten kasttemperatuur in meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en potttemperatuur bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C (kas K17).



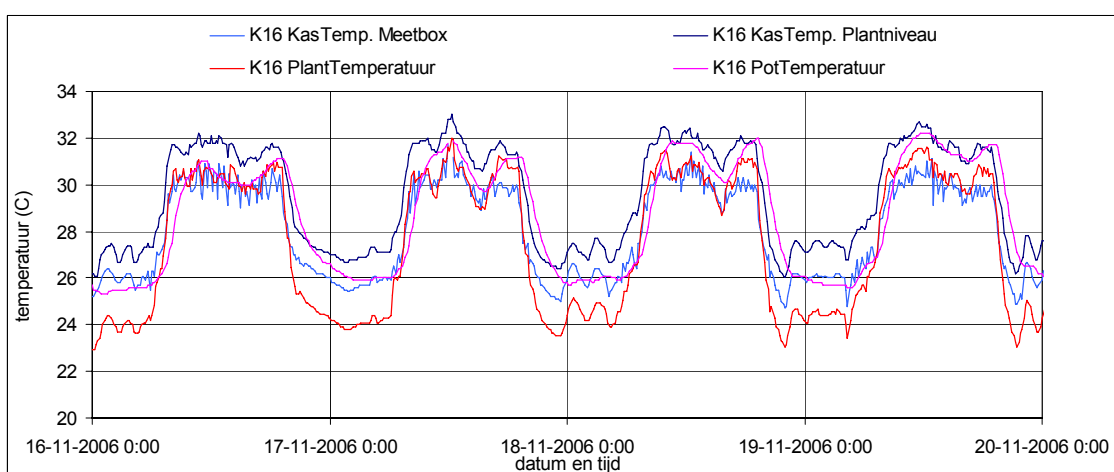
Figuur 4. Verloop van gemeten kasttemperatuur in meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en potttemperatuur bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 26/30°C (kas K9).



Figuur 5. Verloop van gemeten kasttemperatuur in meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en potttemperatuur bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 28/28°C (kas K8).



Figuur 6. Verloop van gemeten kasttemperatuur in meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en potttemperatuur bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 29/25°C (kas K7).



Figuur 7. Verloop van gemeten kasttemperatuur in meetbox, kasttemperatuur op plantniveau, bladtemperatuur en potttemperatuur bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 30/26°C (kas K16).

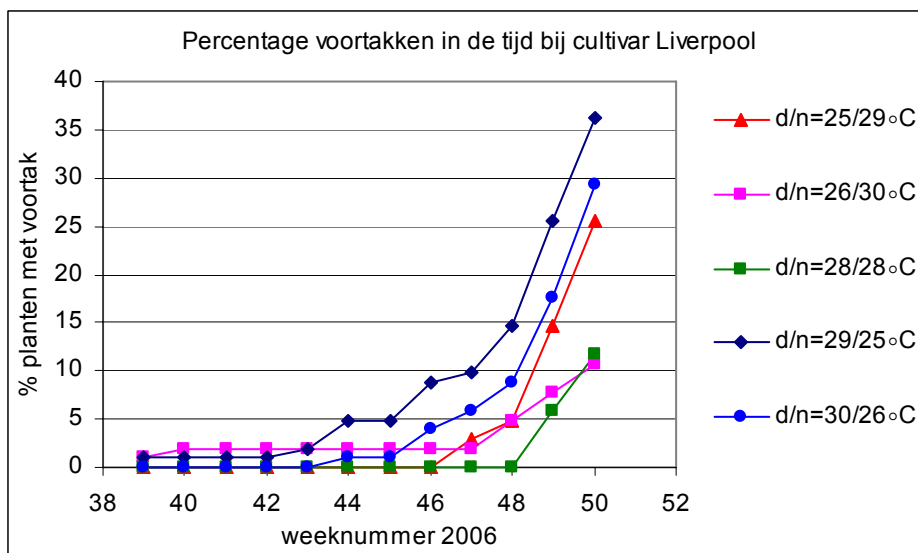
1.4 Resultaten opweek

1.4.1 Voortakken

Met uitzondering van de cultivar Liverpool, zijn er tijdens de opweek nagenoeg geen voortakken opgetreden. Bij de cultivars Malibu Lagoon, Lennestadt, White Moon, Snowappel en Detroit is geen enkele voortak waargenomen tijdens de 29 weken opweek. Bij de cultivars Boston en Smart Thing is slechts één voortak geteld in de behandeling met een dag-/nachttemperatuur van 29/25°C. Bij alle andere planten van deze cultivars zijn geen voortakken ontstaan. De cultivar Liverpool was dus het meest gevoelig voor voortakken. Hoewel de cultivars Malibu Lagoon, Smart Thing en Lennestadt in de praktijk doorgaans ook makkelijk voortakken geven, zijn deze cultivars in deze proef vrijwel helemaal vegetatief gebleven. Als de cultivar Liverpool buiten beschouwing wordt gelaten, kan er dus zonder risico op voortakken met een 2°C hogere of lagere dag- of nachttemperatuur gewerkt worden bij een etmaaltemperatuur van 27 of 28°C tijdens de opweek van Phalaenopsis.

Omdat er maar bij één cultivar voortakken opgetreden zijn, kunnen de verschillen tussen de opweektemperaturen niet statistisch getoetst worden. Er lijken wel wat globale trends zichtbaar. Bij de cultivar Liverpool gaven de twee behandelingen met een hoge dag-/lage nachttemperatuur (blauwe lijnen in Figuur 8) wat eerder en wat meer

voortakken dan de behandelingen met een lage dag-/hoge nachttemperatuur (rode en paarse lijn in Figuur 8). Bij een gelijke etmaaltemperatuur lijkt een lage nachttemperatuur dus gunstiger voor de bloemtakvorming dan een lage dagtemperatuur. Bij de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C kwamen de voortakken het laatst en werden de eerste voortakken pas in week 49 zichtbaar. Bij de eindmeting in week 50 was er echter geen verschil in het aantal voortakken bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28 en 26/30°C. Bij een etmaaltemperatuur van 27°C (donkerblauwe en rode lijn) kwamen er eerder en wat meer voortakken dan bij een etmaaltemperatuur van 28°C (lichtblauwe en paarse lijn). Dit bevestigt resultaten van eerder onderzoek (Kromwijk, 2003) waarbij het aantal voortakken toenam, naarmate de etmaaltemperatuur lager was.



Figuur 8. Percentage planten met voortakken tijdens de 29 weken opkweek van de cultivar Liverpool bij vijf dag-/nachttemperaturen van 1 juni t/m 19 december 2006.



Foto 1. Tijdens de opkweek zijn vrijwel alleen voortakken gevormd bij de cultivar Liverpool (links). Bij de andere zeven cultivars, waaronder White Moon (rechts), zijn vrijwel geen voortakken gevormd.

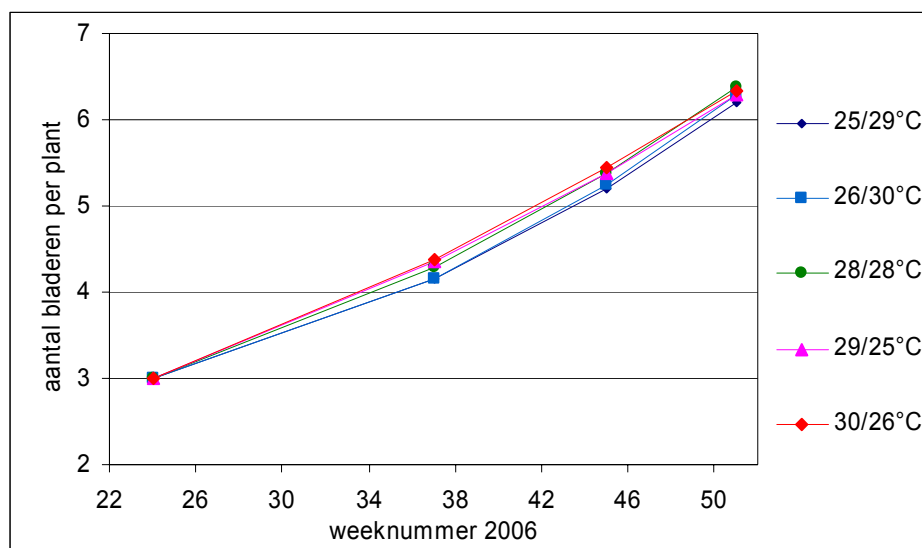
1.4.2 Bladafplitsing

Vanwege de grote variatie in het plantmateriaal bij de start van de teelt, zijn bij de eerste meting in week 24 in elke proefveld 10 uniforme meetplanten geselecteerd. Deze meetplanten hadden allemaal 3 bladeren en een hartblad van 6 cm lengte. Bij de tussenmetingen in week 37 en 45 was het aantal bladeren per plant bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur (behandeling 1 en 2 in Tabel 6) gemiddeld lager dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur (behandeling 4 en 5 in Tabel 6). De praktijksituatie met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C (behandeling 3) lag daar tussen in. Na 29 weken opkweek (week 51 - 2006), was er geen betrouwbaar verschil meer in het aantal bladeren per plant. Nadat de twee behandelingen met een lage dag-/hoge nachttemperatuur in week 37 en week 45 nog iets achterbleven, was de achterstand in week 51 vrijwel ingehaald (Figuur 9). Een 2°C lagere of hogere dag- of nachttemperatuur heeft bij een gelijkblijvende etmaaltemperatuur van 27 of 28°C dus geen effect op de bladafplitsing en het aantal bladeren aan het eind van de opkweek.

Tabel 6. Gemiddeld aantal bladeren per plant bij startmeting (= aantal bladeren inclusief hartblad en exclusief kleine blaadjes onderin die later in de teelt vaak gaan verdrogen), tussentijdse metingen en eindmeting opweek op 19 december 2006. Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nachttemperatuur	week 24	week 37	week 45	week 51
1. d/n= 25/29°C	3,00	4,15 a *	5,20 a	6,20 a
2. d/n= 26/30°C	3,00	4,16 ab	5,25 ab	6,30 a
3. d/n= 28/28°C	3,00	4,29 bc	5,38 bc	6,38 a
4. d/n= 29/25°C	3,00	4,36 c	5,38 bc	6,29 a
5. d/n= 30/26°C	3,00	4,38 c	5,44 c	6,33 a

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$), indien niet gevolgd door zelfde letter.



Figuur 9. Aantal bladeren tijdens de opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen. Gemiddelde van acht cultivars.

1.4.3 Lengte en breedte blad

Een lage dag-/hoge nachttemperatuur (behandeling 1 en 2) gaf compacter blad dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur (behandelingen 4 en 5). De huidige praktijksituatie met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar tussenin (behandeling 3). Bij de tussenmeting in week 37 waren het hartblad aanwezig bij de startmeting in week 24 (=blad 3) en het eerste nieuwe blad daarboven (=blad 4) bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur korter en smaller dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur (Tabel 7 en 8). Bij de eindmeting waren de volgroeide bladeren van de lage dag-/hoge nachttemperatuur 2 à 3 cm korter (Tabel 9), 0,2 tot 0,5 cm smaller (Tabel 10) dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur (Figuur 10 en Foto 2). De controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar tussen in. De lengte/breedteverhouding van het blad was bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur kleiner dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur (Tabel 11). De breedte van het blad neemt dus in verhouding minder af dan de lengte van het blad. Er was geen verschil in de lengte en breedte van de oude bladeren onder het hartblad bij de start van de proef (=blad 1 en 2 in Tabel 7 en 8).

Tabel 7. Gemiddelde lengte blad (cm) na 15 weken opkweek (week 37). Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nachttemperatuur	Lengte blad 1	Lengte blad 2	Lengte blad 3*	Lengte blad 4	Lengte blad 5	Lengte blad 6
1. 25/29°C	7,7 a **	12,1 a	14,8 a	12,0 a	0,4 a	0,0
2. 26/30°C	7,5 a	12,4 a	14,9 ab	11,7 a	0,4 a	0,0
3. 28/28°C	7,5 a	12,1 a	15,5 b	15,7 b	1,4 a	0,1
4. 29/25°C	7,5 a	12,4 a	17,0 d	17,4 c	1,1 a	0,0
5. 30/26°C	7,6 a	12,3 a	16,2 c	16,3 bc	1,2 a	0,0

* Blad 3 = hartblad bij start van de proef met lengte van 6 cm. Bladeren genummerd van onder naar boven (=van oud naar jong).

** Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

Tabel 8. Gemiddelde breedte blad (cm) na 15 weken opkweek (week 37). Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nachttemperatuur	Breedte blad 1	Breedte blad 2	Breedte blad 3*	Breedte blad 4	Breedte blad 5	Breedte blad 6
1. 25/29°C	3,3 a **	5,1 a	5,4 a	4,5 a	0,2 a	0,0
2. 26/30°C	3,3 a	5,0 a	5,4 a	4,5 a	0,2 a	0,0
3. 28/28°C	3,2 a	5,0 a	5,5 ab	5,2 b	0,5 a	0,0
4. 29/25°C	3,4 a	5,1 a	5,9 c	5,7 b	0,5 a	0,0
5. 30/26°C	3,4 a	5,2 a	5,6 b	5,2 b	0,6 a	0,0

* Blad 3 = hartblad bij start van de proef met lengte van 6 cm. Bladeren genummerd van onder naar boven (=van oud naar jong).

** Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

Tabel 9. Gemiddelde lengte blad na 29 weken opkweek (week 51). Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nacht-temperatuur	Lengte blad 3*	Lengte blad 4	Lengte blad 5	Lengte blad 6	Lengte blad 7	Lengte blad 8	Lengte blad 9
1. 25/29°C	14,6 a **	19,3 a	18,8 a	9,3 a	1,5 a	0,0 a	0,0
2. 26/30°C	14,7 ab	19,0 a	18,6 a	10,6 ab	2,3 a	0,0 a	0,0
3. 28/28°C	15,3 b	20,4 b	21,1 b	12,0 bc	3,3 a	0,4 b	0,0
4. 29/25°C	16,7 c	21,7 c	22,5 c	12,5 bc	2,6 a	0,1 a	0,0
5. 30/26°C	16,1 c	21,5 c	22,1 bc	13,2 c	3,1 a	0,0 a	0,0

* Blad 3 = hartblad bij start van de proef met lengte van 6 cm. Bladeren genummerd van onder naar boven (=van oud naar jong).

** Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

Tabel 10. Gemiddelde breedte blad na 29 weken opkweek (week 51). Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nacht-temperatuur	Breedte blad 3*	Breedte blad 4	Breedte blad 5	Breedte blad 6	Breedte blad 7	Breedte blad 8	Breedte blad 9
1. 25/29°C	5,4 a **	6,3 a	5,9 a	3,4 a	0,8 a	0,0 a	0,0
2. 26/30°C	5,4 a	6,3 a	5,7 a	3,6 ab	1,0 a	0,0 a	0,0
3. 28/28°C	5,5 ab	6,3 a	6,0 a	4,0 bc	1,3 a	0,2 b	0,0
4. 29/25°C	5,8 c	6,7 b	6,6 b	4,4 c	1,2 a	0,0 a	0,0
5. 30/26°C	5,7 bc	6,3 a	6,0 a	4,0 bc	1,4 a	0,0 a	0,0

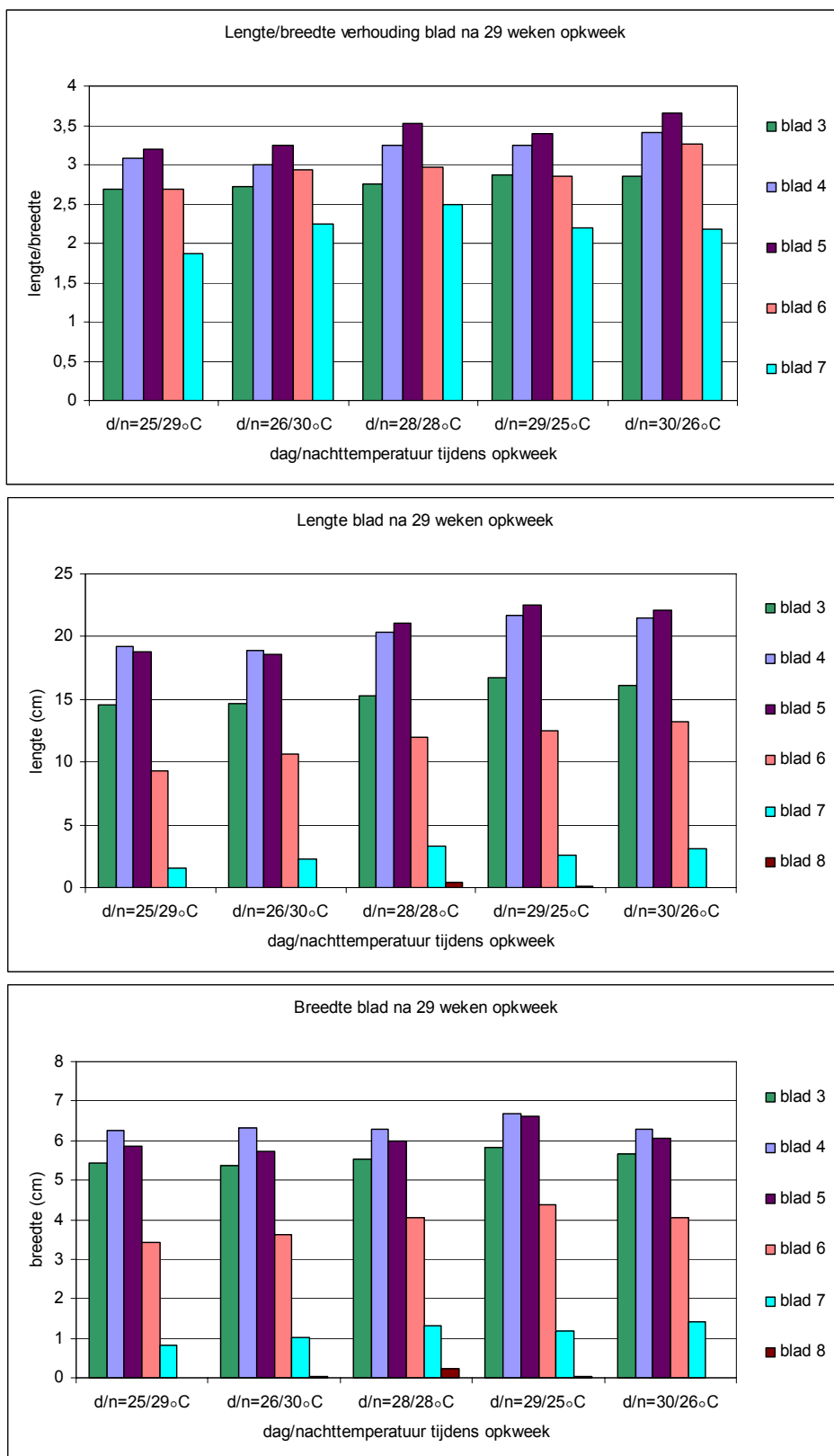
* Blad 3 = hartblad bij start van de proef met lengte van 6 cm. Bladeren genummerd van onder naar boven (=van oud naar jong).

** Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

Tabel 11. Gemiddelde lengte/breedteverhouding blad na 29 weken opkweek (week 51). Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nacht-temperatuur	Blad 1	Blad 2	Blad 3*	Blad 4	Blad 5	Blad 6	Blad 7
1. 25/29°C	2,32	2,39	2,69	3,08	3,20	2,69	1,86
2. 26/30°C	2,30	2,50	2,73	3,00	3,25	2,94	2,24
3. 28/28°C	2,30	2,43	2,76	3,24	3,52	2,97	2,49
4. 29/25°C	2,19	2,45	2,87	3,24	3,40	2,84	2,20
5. 30/26°C	2,25	2,37	2,85	3,41	3,65	3,26	2,18

* Blad 3 = hartblad bij start van de proef met lengte van 6 cm. Bladeren genummerd van onder naar boven (=van oud naar jong).



Figuur 10. Lengte (boven), breedte (midden) en lengte/breedteverhouding blad (onder) na 29 weken opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen. Blad 3=hartblad bij start van de proef met lengte van 6 cm. Bladeren genummerd van onder naar boven (=van oud naar jong).

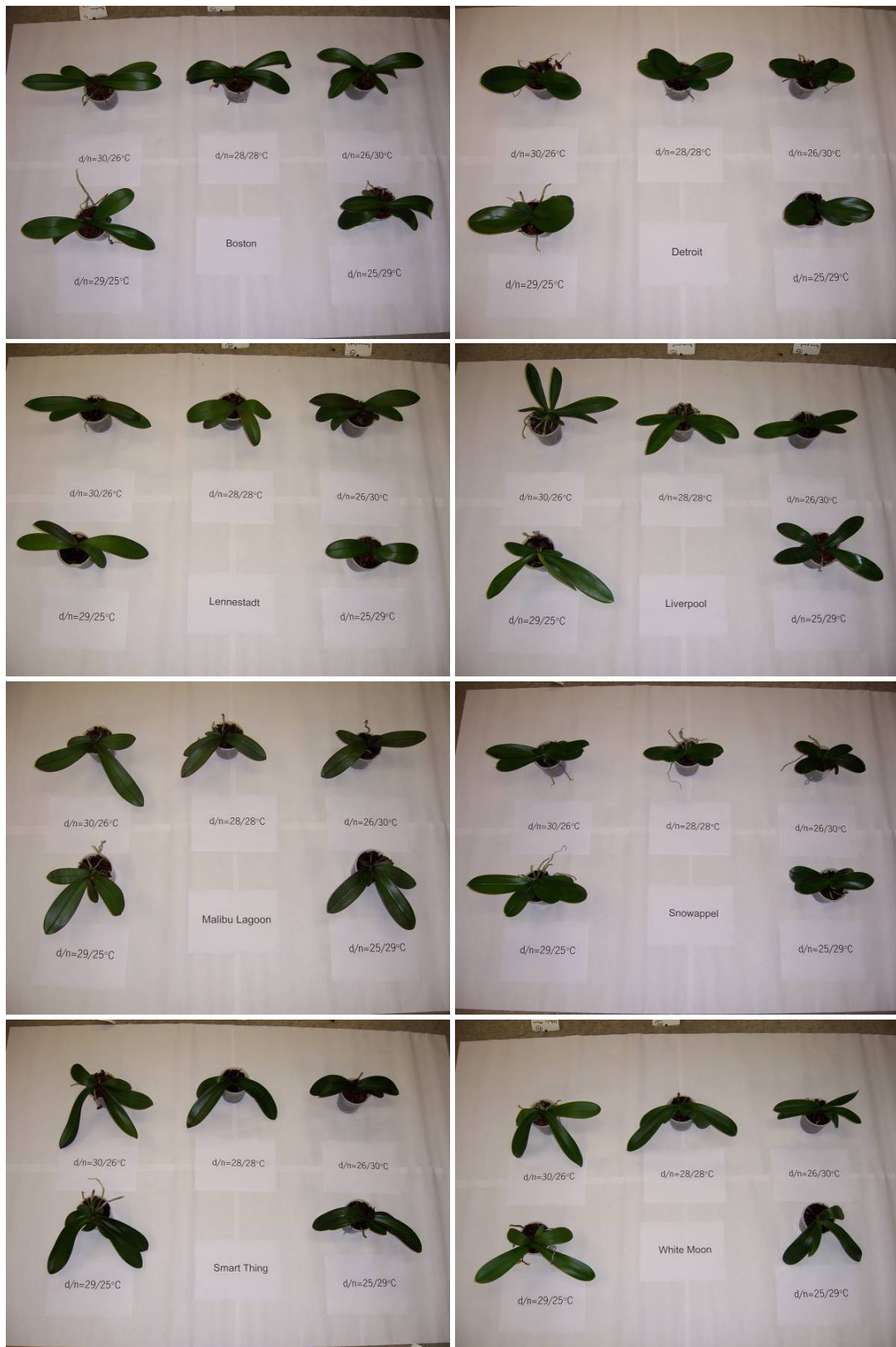


Foto 2. Acht Phalaenopsis cultivars na 29 weken opkweek bij hoge dag-/lage nachttemperatuur (links op elke foto), gelijke dag-/nachttemperatuur (midden op elke foto) en lage dag-/hoge nachttemperatuur (rechts op elke foto) bij een etmaaltemperatuur van 28°C (boven op elke foto) en 27°C (onder op elke foto).

1.4.4 Vers en drooggewicht na 29 weken opkweek

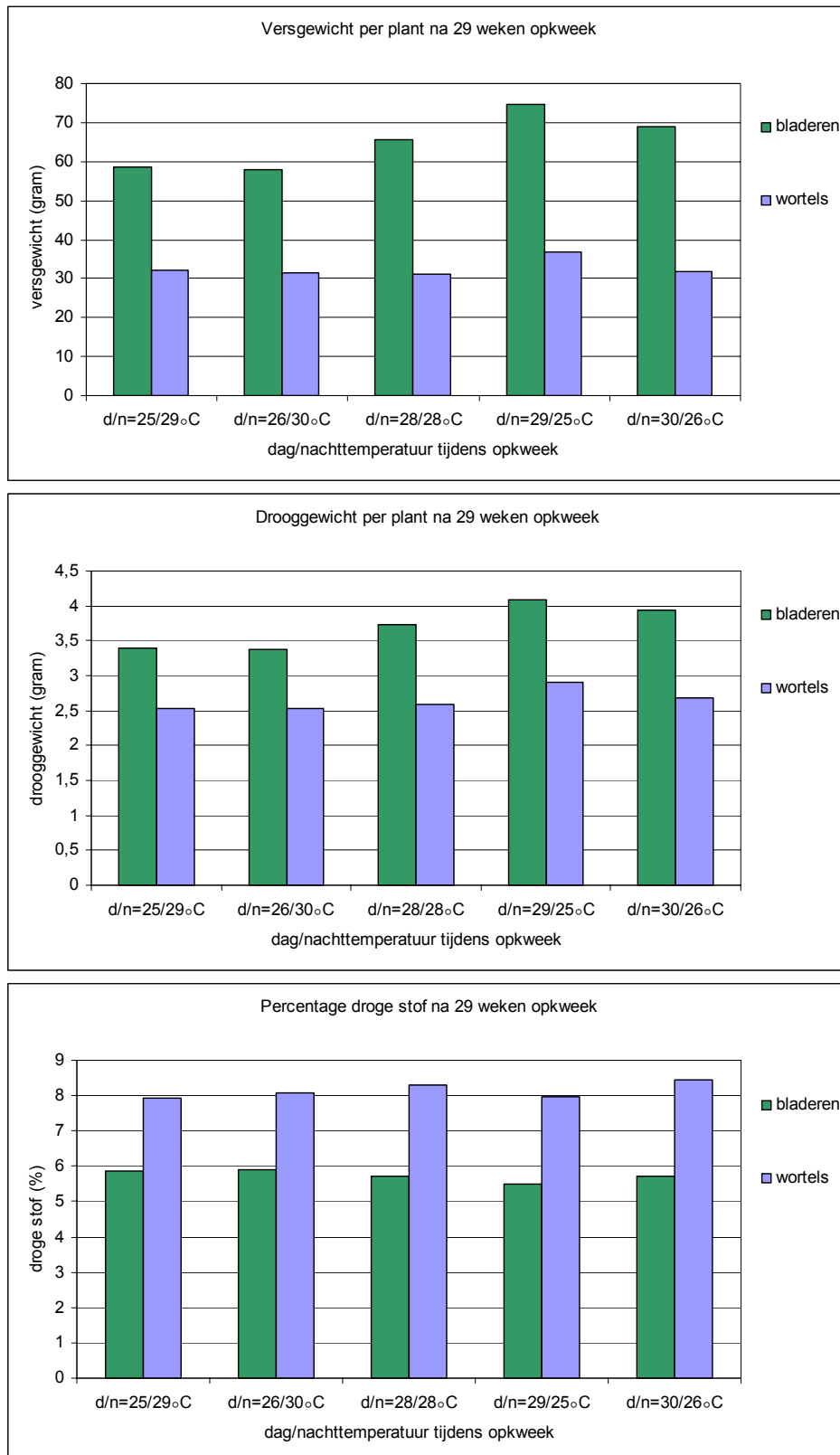
Een lage dag-/hoge nachttemperatuur (behandeling 1 en 2) gaf een lager vers- en drooggewicht aan bovengrondse plantendelen dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur (behandelingen 4 en 5). De controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar tussen in (Tabel 12 en Figuur 11). Bij het vers- en drooggewicht van de wortels valt op dat alleen de planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 29/25°C een hoger vers- en drooggewicht aan wortels hebben. Bij de andere vier temperatuurbehandelingen was er geen verschil in wortelgewicht na 29 weken opkweek. Het totale vers- en drooggewicht van bovengrondse en ondergrondse plantendelen bij elkaar opgeteld was bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur hoger dan bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur en de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar weer tussen in.

Bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur was het percentage droge stof in de bovengrondse plantendelen (blad en stengel) hoger dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur en een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. Bij een dag-/nachttemperatuur van 29/25°C was het percentage droge stof in het blad het laagst. Bij de wortels was het percentage droge stof bij een etmaaltemperatuur van 27°C gemiddeld lager dan bij een etmaaltemperatuur van 28°C. Bij de behandeling met dag-/nachttemperatuur van 30/26°C en 28/28°C was het percentage droge stof in de wortels het hoogst.

Tabel 12. Gemiddeld versgewicht, drooggewicht en percentage droge stof van bovengrondse plantendelen, wortels en totaal per plant na 29 weken opkweek. Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nachttemperatuur	Versgewicht (gram)			Drooggewicht (gram)			Percentage droge stof		
	Blad en stengel	Wortels	Totaal	Blad en stengel	Wortels	Totaal	Blad en stengel	Wortels	Totaal
1. 25/29°C	58,4 a	32,2 a	90,6 a	3,40 ab	2,54 a	5,94 a	5,9 c	7,9 a	6,6 b
2. 26/30°C	58,1 a	31,5 a	89,6 a	3,38 a	2,52 a	5,91 a	5,9 c	8,1 ab	6,7 b
3. 28/28°C	65,6 b	31,2 a	96,8 ab	3,73 bc	2,58 a	6,31 ab	5,7 b	8,3 bc	6,5 b
4. 29/25°C	74,8 c	36,8 b	111,6 c	4,08 d	2,91 b	6,99 c	5,5 a	8,0 a	6,3 a
5. 30/26°C	69,0 bc	31,9 a	100,9 b	3,94 cd	2,68 a	6,62 bc	5,7 b	8,5 c	6,6 b

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.



Figuur 11. Versgewicht (boven), drooggewicht (midden) en percentage droge stof (onder) na 29 weken opkweek bij vijf dag/nachttemperaturen.

2 Na-effect temperatuur opkweek en effect CO₂-dosering tijdens afkweek

2.1 Inleiding

In het project beschreven in hoofdstuk 1 is vastgesteld wat de invloed is van de dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek op de vegetatieve groei van Phalaenopsis. Op verzoek van de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groeiservice is aansluitend in een vervolgproject nagegaan of de verschillen in vegetatieve gewasgroei nog na-effecten zouden geven op de bloemtakvorming tijdens de generatieve fase (=koeling en afkweek). De uitvoering en resultaten van dit vervolgproject worden weergegeven in hoofdstuk 2 van dit rapport.

Uit de literatuurstudie 'Invloed licht en CO₂ bij Phalaenopsis' (Warmenhoven et al., 2003) is naar voren gekomen dat CO₂-dosering tot 1000 ppm bij Phalaenopsis mogelijk een verbetering van de fotosynthese en daarmee groei en bloei zou kunnen geven. Omdat de koeling en afkweek vanwege het grote aantal planten in twee kassen uitgevoerd moest worden, is aan de landelijke commissie potorchidee van LTO-Groeiservice voorgesteld om in deze twee kassen twee verschillende CO₂-doseringen in te stellen. Op deze manier kon in dezelfde proef ook het effect van CO₂-dosering tijdens de koeling en afkweek van Phalaenopsis worden vastgesteld.

2.2 Materiaal en methoden

Na de eindmeting van de opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen zijn alle 40 proefvelden (Tabel 14) op 19 december 2006 in twee gelijke helften verdeeld van elk bruto 70 planten. De planten zijn vervolgens getransporteerd naar de nieuwe onderzoekslocatie van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk en verdeeld over twee standaard potplantenkassen. De ene helft van elk proefveld is in een kas met 400 ppm CO₂-dosering gezet en de andere helft van elk proefveld is in een kas met 1000 ppm CO₂-dosering gezet (Tabel 13). De planten die tijdens de opkweek in de randrijen langs de buitenkant van de proefvelden stonden zijn tijdens de koeling/afkweek ook weer als randrij rondom de netto proefvelden geplaatst.

Tabel 13. Twee CO₂-behandelingen tijdens de generatieve fase van 19 december 2006 t/m 8 mei 2007.

CO₂-behandeling:

- CO₂-dosering 24 uur per dag tot 400 ppm (=ongeveer vergelijkbaar met buitenniveau)
 - CO₂-dosering 24 uur per dag tot 1000 ppm
-

Tabel 14. In beide kassen 40 proefvelden van acht cultivars opgekweekt bij vijf dag-/nachttemperaturen.

Cultivars (alfabetische volgorde):		Vijf dag-/nachttemperaturen tijdens opkweek:
• Boston	Anthura	• d/n= 25/29°C
• Detroit	Anthura	• d/n= 26/30°C
• Lennestadt	Anthura	• d/n= 28/28°C
• Liverpool	Anthura	• d/n= 29/25°C
• Malibu Lagoon, nr. 33090	Floricultura	• d/n= 30/26°C
• Smart Thing, nr. 33033	Floricultura	
• Snowappel, nr. 34362	Floricultura	
• White Moon, nr. 34717	Floricultura	

Na het transport is direct de koeling gestart. Normaal gesproken zou in de praktijk vaak iets langer doorgedaan zijn met de opkweek om een voldoende hoog percentage tweetakkers te krijgen. Er is toch besloten direct te starten met de koeling omdat er dan naar verwachting meer verschillen tussen de behandelingen op zouden treden omdat de planten op het grensvlak van één of tweetak zouden zitten. Bovendien was het door de sluiting van de locatie Aalsmeer niet mogelijk om de opkweek bij de vijf dag-/nachttemperaturen te verlengen.

De koeling is uitgevoerd in normale potplantenkassen zonder koeling. De koeling is gestart in week 51 en daarom was het geen probleem om zonder koeling de gewenste temperaturen te realiseren. De dagtemperatuur is ingesteld op 19,2°C met luchting vanaf 19,5°C. De nachttemperatuur is ingesteld op 18°C met luchting vanaf 18,5°C. De plantdichtheid tijdens de afkweek was 42 planten per m². Er is bij belicht met 100 µmol/m²/s (in één geschakeld) en er is gestreefd naar een lichtniveau op planthoogte van 200 µmol/m²/s met een lichtsom van 6 mol PAR licht per dag. In januari is maximaal 16 uur bij belicht en vanaf 7 februari is maximaal 14 uur bij belicht per etmaal. Begin april is het kasdek gekrijt. Om te voorkomen dat de luchtvochtigheid niet te ver wegzakte, is verneveld als de R.V. beneden de 65% zakte. In beide kassen is met behulp van een datalogger de temperatuur en het lichtniveau op planthoogte gemeten. Er is naar behoefte watergegeven en voor de bemesting zijn de bemestingsschema's van VAN OS research gevolgd voor de koeling en de afkweek. In beide kassen is dezelfde voedingsoplossing gegeven.

Vóór de start van de koeling zijn alle voortakken bij de cultivar Liverpool kort weggeknipt. 11 weken na de start van de koeling is een tussenmeting van het aantal bloemtakken per plant uitgevoerd. Bij deze tussenmeting zijn alle aanwezige bloemtakken meegeteld. Op het moment dat de planten veilingrijp waren (minimaal één bloem open) is een eindmeting uitgevoerd aan de veilingrijpe planten. Bij 50 planten per proefveld is het aantal bloemtakken en vertakkingen per plant geteld. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen grote en kleine bloemtakken. De aanvoerschriften van de veilingen geven aan, dat alleen grote bloemtakken (=tak met 3 of meer bloemen en/of bloemknoppen) meegeteld mogen worden als volwaardige bloemtak. De kleine bloemtakken zijn daarom apart geteld. Bij de berekening van het aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers is alleen uitgegaan van het aantal grote volwaardige bloemtakken. Aan 10 planten per proefveld zijn op verzoek van de telers extra waarnemingen uitgevoerd aan het aantal bloemknoppen per plant, vers- en drooggewicht van blad en bloemtakken en lengte van de bloemtakken. Bij de telling van het aantal bloemknoppen is uitgegaan van het aantal bloemknoppen met een diameter van minimaal 0,5 cm, omdat dit het aantal bloemknoppen is dat volgens de aanvoerschriften van de veiling meegeteld mag worden. Alle bloemknoppen kleiner dan 0,5 cm zijn dus niet meegeteld.

2.3 Gerealiseerde klimaatomstandigheden afkweek

In de eerste acht weken van de generatieve fase is in de twee kasafdelingen een gemiddeld CO₂-gehalte gerealiseerd van 410 en 921 ppm (Tabel 15). In de elf weken daarna was het gerealiseerde CO₂-gehalte gemiddeld wat lager met respectievelijk 398 en 805 ppm (Tabel 16). Met name tijdens de laatste vier weken van de afkweek was de CO₂-concentraties lager omdat er in die periode vanwege de warme buitenomstandigheden veel gelucht is (Figuur 12 en 13). In de voorlaatste week van de afkweek was de CO₂ concentratie erg laag omdat er geen CO₂ gedoseerd worden. In deze periode was er geen zuivere CO₂ beschikbaar.

In de eerste acht weken van de generatieve fase is de ingestelde temperatuur goed gerealiseerd (Tabel 15 en Figuur 13 - boven). De temperatuur gemeten met de meetbox was in beide kassen precies gelijk. In de tweede helft van februari is de temperatuur gemeten door de meetbox in de kas met 400 ppm 1 à 2 graden hoger geweest dan in de kas met 1000 ppm. Dit werd veroorzaakt door storingen in de nieuwe motoren van de kasluchting in de kas met 400 ppm CO₂. Het vreemde was dat bij de meting van de planttemperatuur op plantniveau met dataloggers het tegenovergestelde zichtbaar was (Figuur 13 - onder). Daar was de gemeten temperatuur in de kas met 400 ppm lager dan in de kas met 1000 ppm. Om de dataloggers te controleren zijn de dataloggers voor korte tijd naast elkaar in dezelfde afdeling geplaatst. Daaruit bleek dat de meting van de datalogger in de kas met het lage CO₂-niveau gemiddeld 0,2°C lager was dan de meting van de datalogger in de kas met het hoge CO₂-niveau. Dit kan niet het verschil met de gemeten temperatuur van de meetboxen verklaren. Vanaf begin maart is in beide kassen wel weer een vrijwel gelijke etmaaltemperatuur gerealiseerd.

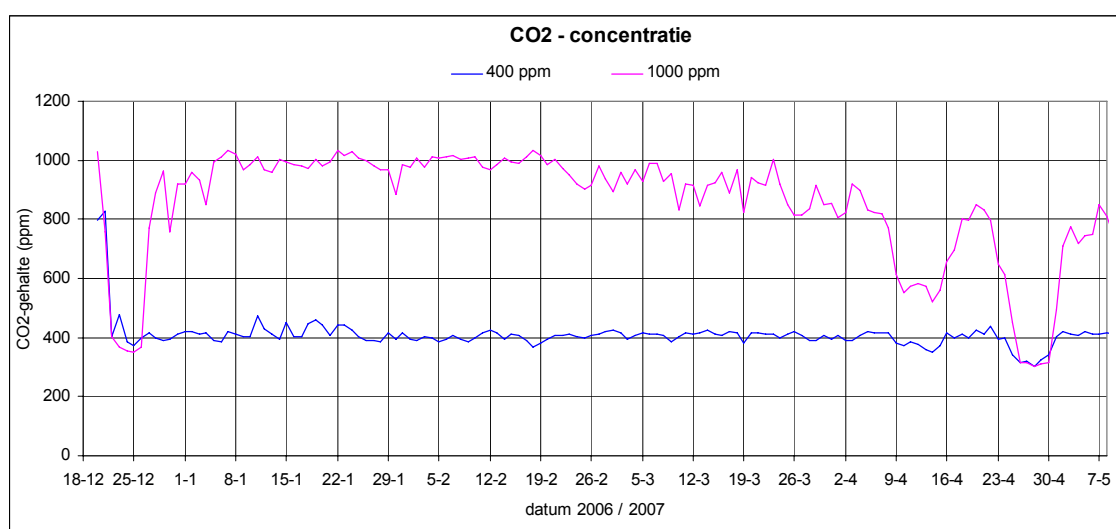
Tabel 15. Gemiddeld gerealiseerd CO_2 gehalte, kasttemperatuur en R.V. gemeten door meetbox en kasttemperatuur en lichtsom gemeten op plantniveau tijdens de eerste acht weken van de generatieve fase van 20 december 2006 t/m 16 februari 2007.

Ingestelde CO_2 -concentratie	CO_2 (ppm)	Temperatuur meetbox (°C)	R.V. meetbox (%)	Temperatuur plantniveau (°C)	Lichtsom plantniveau mol/m ² /dag
400 ppm	410	19,2	58,4	19,1	5,1
1000 ppm	921	19,2	58,0	19,9	5,2

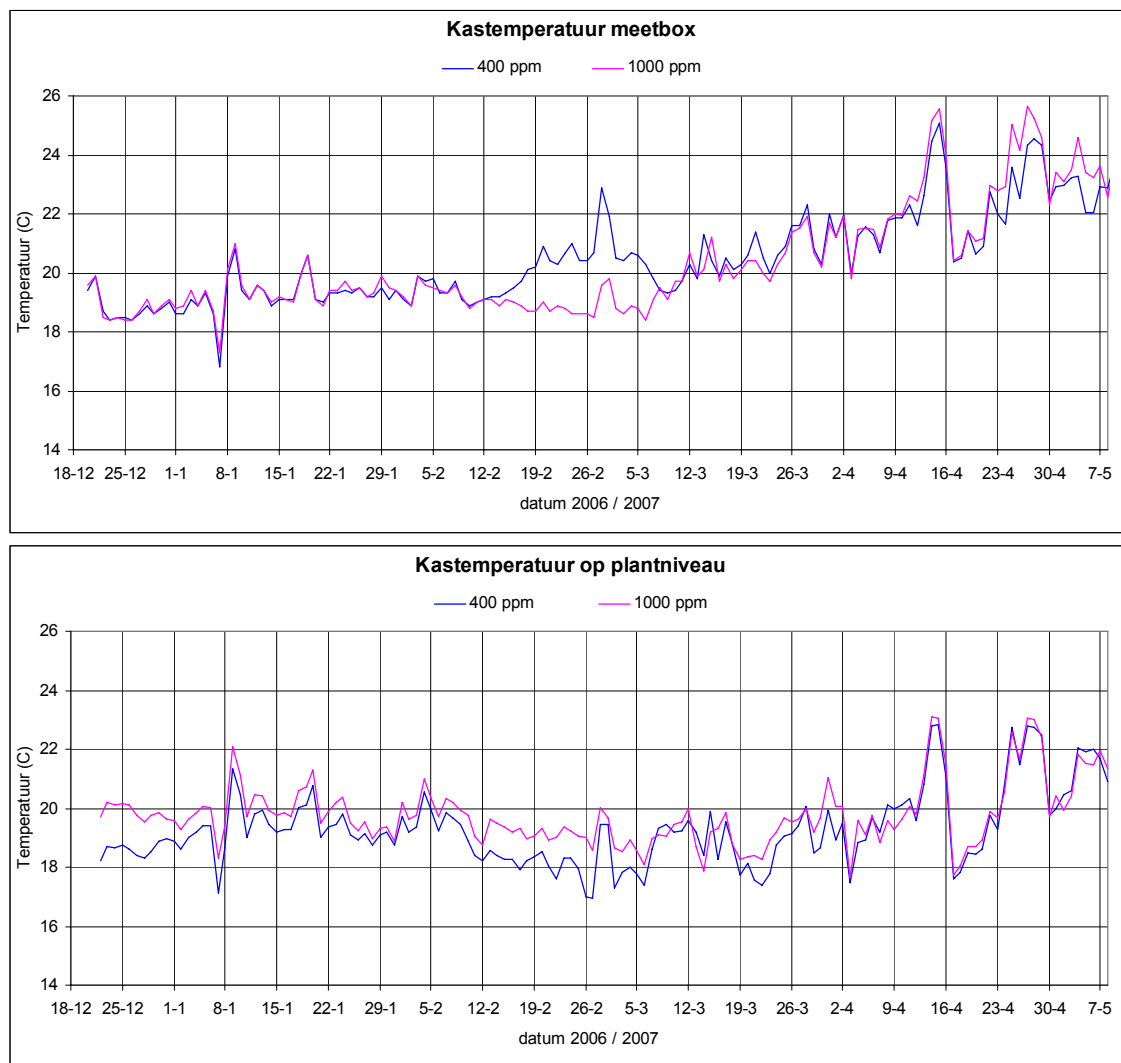
Tabel 16. Gemiddeld gerealiseerd CO_2 gehalte, kasttemperatuur en R.V. gemeten door meetbox en kasttemperatuur en lichtsom gemeten op plantniveau tijdens de laatste elf weken van de generatieve fase van 17 februari t/m 3 mei 2007.

Ingestelde CO_2 -concentratie	CO_2 (ppm)	Temperatuur meetbox (°C)	R.V. meetbox (%)	Temperatuur plantniveau (°C)	Lichtsom plantniveau (mol/m ² /dag)
400 ppm	398	21,3	51,5	19,2	5,9
1000 ppm	805	21,0	53,9	19,6	5,8

Tijdens de generatieve fase is in beide kassen een lichtsom van ongeveer 6 mol per m² per dag gerealiseerd (Tabel 15 en 16). In de eerste acht weken van de opkweek was de lichtsom gemiddeld iets lager (Tabel 15) doordat in de eerste twee weken de lichtsom geleidelijk is opgebouwd (Bijlage III). In verband met een technische fout in de schakelkast van de nieuwe kasafdelingen bleek het namelijk niet mogelijk om tijdens de eerste dagen in beide afdelingen een gelijk lichtniveau te realiseren. Om er in ieder geval voor te zorgen dat het lichtniveau in beide kasafdelingen gelijk zou blijven, is toen besloten om het licht in beide kassen uit te laten totdat de schakelkast zodanig aangepast was dat wel in beide afdelingen een gelijk lichtniveau gerealiseerd werd. Daarom is gedurende de eerste zes dagen van de koeling niet belicht. Om gewasschade te voorkomen is het aantal uren belichting daarna geleidelijk opgebouwd door elke dag een uur langer te belichten. Daardoor is de lichtsom in de eerste twee weken van de koeling geleidelijk opgebouwd tot 6 mol PAR licht per m² per dag.



Figuur 12. Etmaalgemiddelden CO_2 concentratie in de kassen met 400 en 1000 ppm CO_2 dosering tijdens de generatieve fase.



Figuur 13. Etmaalgemiddelden kasttemperatuur gemeten door meetbox (boven) en gemeten door datalogger op plantniveau (onder) in de kassen met 400 en 1000 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase.

2.4 Resultaten afkweek

2.4.1 Aantal bloemtakken

Tijdens de generatieve fase zijn er veel bloemtakken gevormd (Foto 3). Eén plant heeft uiteindelijk zelfs zes bloemtakken gemaakt en bij sommige planten was ook het eindgroeipunt, wat normaal gesproken altijd vegetatief blijft, uitgegroeid tot bloemtak (Foto 4).



Foto 3. Planten met drie bloemtakken 7 weken (links) en 12 weken (rechts) na de start van de koeling.



Foto 4. Plant met zes bloemtakken (links) en plant met harttak (rechts), 13 weken na de start van de koeling.

2.4.1.1 Effect CO₂-dosering tijdens afkweek

In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm zijn meer bloemtakken aangelegd dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering. Zowel bij de tussenmeting twaalf weken na de start van de koeling (Foto 5 en Bijlage III) als bij de eindmeting (Foto 6 en Tabel 17) was het percentage meertakkers (=planten met twee of meer bloemtakken per plant) in de kas met 1000 ppm CO₂ hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂.



Foto 5. Tussenmeting 12 weken na start koeling.

Bij de eindmeting aan de veilingrijpe planten (Foto 6) is onderscheid gemaakt tussen grote en kleine bloemtakken. De grote bloemtakken zijn ontstaan tijdens de eerste weken van de generatieve fase, dus vóór half februari. Door alleen uit te gaan van het aantal grote bloemtakken is een mogelijk effect door het verschil in kastemperatuur tussen de twee afdelingen in de tweede helft van februari uitgesloten. Bovendien geven de aanvoervoorschriften van de veilingen aan dat op het moment van veilen alleen de grote bloemtakken mee geteld mogen worden als volwaardige bloemtak. Kleine bloemtakken die pas later in de afkweek zijn gevormd mogen niet worden meegeteld. De kleine bloemtakken zijn daarom apart geteld en weergegeven. Bij de berekening van het aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers is in alle tabellen uitgegaan van het aantal grote volwaardige bloemtakken per plant. De kleine bloemtakken zijn daarin niet meegeteld.



Foto 6. Veilingrijpe planten, 18 weken na start koeling.

Uitgaande van het aantal grote bloemtakken per plant was het percentage meertakkers bij de eindmeting aan de veilingrijpe planten in de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm gemiddeld 12,4% hoger dan in de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm CO₂ (Tabel 17). Het percentage planten met twee bloemtakken was 8,8% hoger en het percentage planten met drie bloemtakken was 3,5% hoger. Het gemiddelde aantal grote, volwaardige bloemtakken per plant was in de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm 0,16 hoger dan in de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm (Tabel 18). Dit betekent dat bij het hoge CO₂-niveau 16% van de planten een extra bloemtak heeft gevormd tijdens de koeling.

Tabel 17. Percentage planten met 2 of meer grote bloemtakken (=meertakkers) en met 0, 1, 2, 3 en 4 bloemtakken bij 400 en 1000 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase bij de eindmeting aan de veilingrijpe planten. Gemiddelde van acht cultivars en vijf temperatuurbehandelingen tijdens de opkweek.

CO ₂ -dosering generatieve fase	Percentage meertakkers	Percentage 0-tak	Percentage 1-tak	Percentage 2-tak	Percentage 3-tak	Percentage 4-tak
400 ppm	69,6	0,2	30,1	66,2	3,4	0,0
1000 ppm	82,0	0,5	17,5	75,0	6,9	0,1

Tabel 18. Aantal grote en kleine bloemtakken, zijtakken en bloemknoppen per plant bij 400 en 1000 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase bij de eindmeting aan de veilingrijpe planten. Gemiddelde van acht cultivars en vijf temperatuurbehandelingen tijdens de opkweek.

CO ₂ -dosering tijdens generatieve fase	Aantal grote bloemtakken per plant	Aantal kleine bloemtakken per plant	Aantal zijtakken per plant	Aantal bloemknoppen per plant**
400 ppm	1,73 a *	0,04 a	1,72 a	13,9 a
1000 ppm	1,89 b	0,08 b	1,79 a	14,4 a

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

** Alleen bloemknoppen met diameter > 5 mm zijn meegeteld zoals voorgeschreven in aanvoorschriften voor veilingrijpe *Phalaenopsis*.

In de kas met 1000 ppm CO₂ werden ook later tijdens de koeling meer bloemtakken aangelegd. In vergelijking met de kas met 400 ppm CO₂ was het aantal kleine bloemtakken per plant 0,04 hoger (Tabel 18). Dit betekent dat 4% van de planten een kleine tak extra aangelegd heeft in de kas met 1000 ppm CO₂. Vanwege het temperatuurverschil tussen de twee afdelingen in de tweede helft van februari kan dit hogere aantal kleine bloemtakken niet zondermeer aan het hogere CO₂-gehalte worden toegeschreven. Dit kan ook (deels) het gevolg zijn van de lagere temperatuur in de kas met 1000 ppm CO₂ in de tweede helft van februari. Er was geen betrouwbaar verschil in het aantal zijtakken per plant en het aantal bloemknoppen per plant tussen de twee kassen (Tabel 18). Bij de telling van het aantal bloemknoppen is uitgegaan van het aantal bloemknoppen met een diameter van minimaal 0,5 cm omdat dit het aantal bloemknoppen is dat volgens de aanvoorschriften van de veiling meegeteld mag worden. Alle bloemknoppen kleiner dan 0,5 cm zijn dus niet meegeteld.

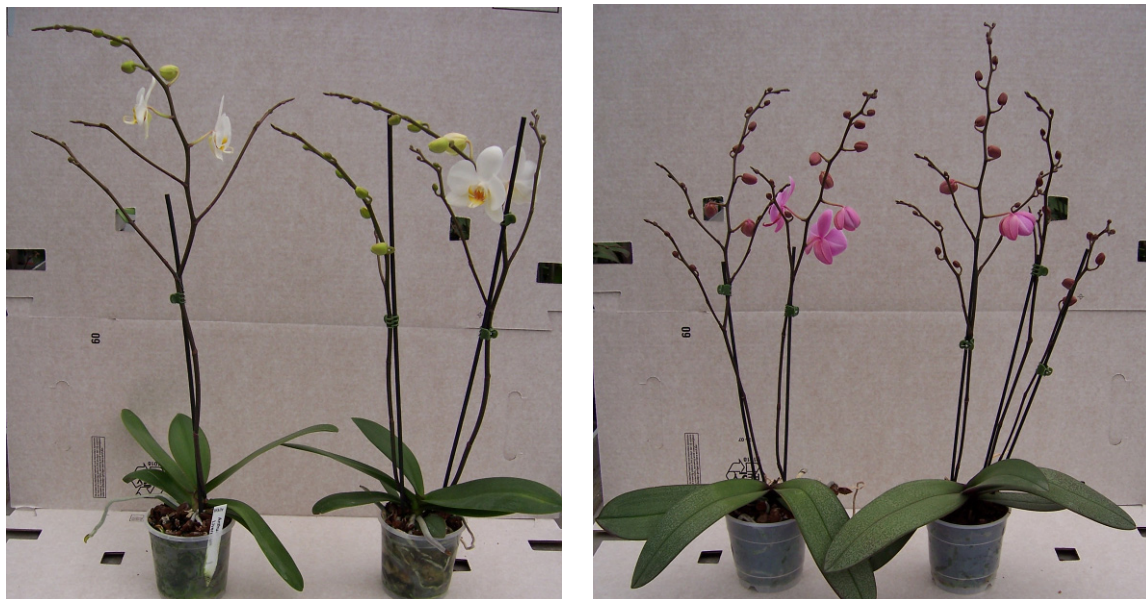
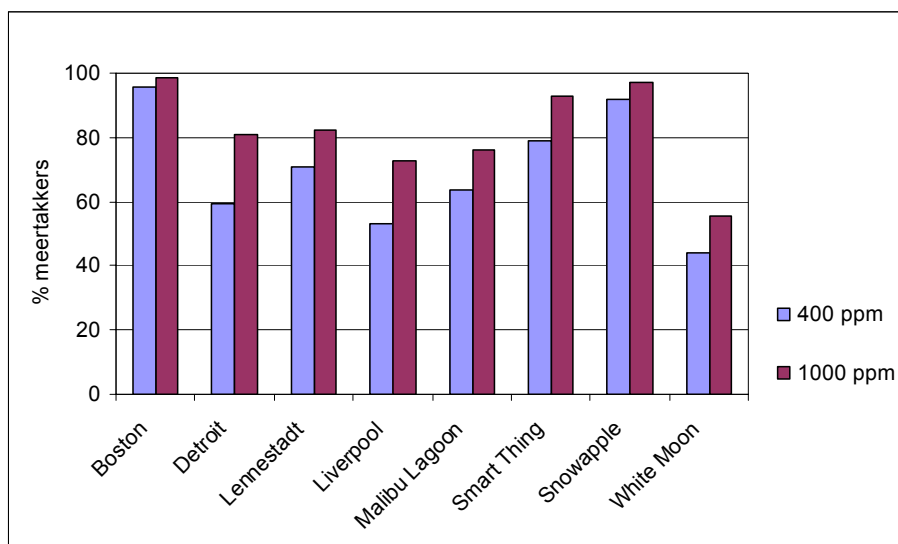


Foto 7. Toename aantal 2-takkers en 3-takkers bij 1000 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase bij o.a. Liverpool (links) en Malibu Lagoon (rechts).

De CO₂-dosering tot 1000 ppm tijdens de generatieve fase gaf bij alle acht cultivars een toename van het percentage meertakkers (Figuur 14). De toename van het percentage meertakkers liep uiteen van 3 tot 21%. Bij de cultivar Boston nam het percentage meertakkers maar met 3%, toe, omdat deze cultivar in de kas met 400 ppm CO₂-dosering al een hoog percentage meertakkers gaf (Figuur 14). Bij de cultivar Detroit nam het percentage meertakkers echter toe met 21%. Het aantal grote bloemtakken per plant was in de kas met 1000 ppm CO₂-dosering bij alle cultivars hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂ (Bijlage III). Bij de cultivars Snowappel en White Moon was het aantal bloemtakken per plant 0,10 hoger en bij Detroit en Liverpool was het aantal bloemtakken per plant zelfs 0,23 en 0,25 hoger. Dit betekent dat afhankelijk van de cultivar 10 tot 25% van de planten een extra bloemtak heeft gemaakt bij het hogere CO₂-niveau tijdens de afkweek.



Figuur 14. Percentage meertakkers (=planten met 2 of meer grote bloemtakken) bij acht cultivars geteeld bij 400 en 1000 ppm CO₂ tijdens de generatieve fase.

2.4.1.2 Na-effect dag-/nachttemperatuur opkweek

In de kas met 1000 ppm CO₂-dosering gaven de vijf opkweektemperaturen geen betrouwbaar verschil in het percentage meertakkers en het gemiddelde aantal bloemtakken per plant (Tabel 19, 20, 21 en Figuur 15). In de kas met 400 ppm CO₂-dosering was er wel een na-effect van de opkweekbehandelingen. De planten opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 30/26°C gaven gemiddeld een hoger percentage meertakkers en meer bloemtakken per plant dan de planten opgekweekt bij de andere vier temperatuurbehandelingen. Als het percentage meertakkers en het aantal bloemtakken per plant wordt uitgesplitst per cultivar, dan blijkt dat de combinatie van opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 30/26°C en 400 ppm CO₂ tijdens de generatieve fase vooral bij de cultivar White Moon er uit springt (Figuur 16 en 17). Bij White Moon opgekweekt bij een dag-/nachttemperatuur van 30/26°C was het percentage meertakkers en het aantal bloemtakken per plant bij 400 ppm CO₂ zelfs hoger dan bij 1000 ppm CO₂-dosering.

De vijf opkweektemperaturen gaven geen verschil in het aantal kleine bloemtakken die pas later tijdens de generatieve fase zijn ontstaan en het aantal zijtakken per plant (Tabel 21). Bij het aantal bloemknoppen per plant (=aantal bloemknoppen met diameter van minimaal 0,5 cm op het moment van veilen) was er sprake van een interactie tussen de dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek en de CO₂-dosering tijdens de afkweek. Bij het lage CO₂-niveau van 400 ppm was het aantal bloemknoppen per plant na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 30/26°C gemiddeld 1,7 per plant hoger dan na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 25/29°C. Bij de hoge CO₂-dosering van 1000 ppm was het aantal bloemknoppen na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 26/30°C hoger dan bij de andere vier dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek.

Tabel 19. Gemiddeld percentage meertakkers en aantal bloemtakken per plant bij de tussenmeting twaalf weken na de start van de koeling na een opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen en twee CO₂-doseringen tijdens de generatieve fase. Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nacht- temperatuur tijdens opkweek	Percentage meertakkers			Aantal bloemtakken per plant		
	400 ppm CO ₂ tijdens koeling	1000 ppm CO ₂ tijdens koeling	Gemiddelde	400 ppm CO ₂ tijdens koeling	1000 ppm CO ₂ tijdens koeling	Gemiddelde
25/29°C	69,2	85,0	77,1	1,74	1,97	1,85 a *
26/30°C	68,1	83,1	75,6	1,70	1,92	1,81 a
28/28°C	72,8	84,4	78,6	1,77	1,93	1,85 a
29/25°C	70,8	87,5	79,2	1,73	1,96	1,84 a
30/26°C	80,0	86,1	83,1	1,86	1,97	1,92 b

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter. Geen betrouwbare interactie tussen CO₂-dosering tijdens koeling en dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek bij deze tussenmeting.

Tabel 20. Gemiddeld percentage planten met 2 of meer bloemtakken (meertakkers) en percentage planten met 0, 1, 2, 3 en 4 bloemtakken bij de eindmeting aan de veilingrijpe planten na een opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen en twee CO₂-doseringen tijdens de generatieve fase. Gemiddelde van acht cultivars.

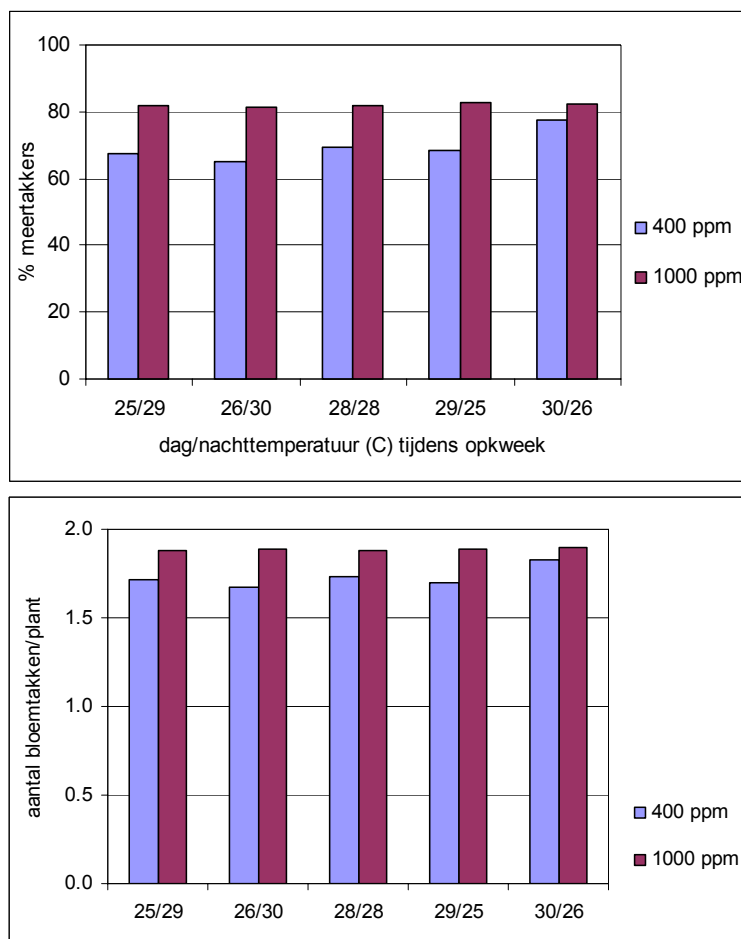
Dag-/nacht- temperatuur tijdens opkweek	Percentage meertakkers		Percentage 0-tak		Percentage 1-tak		Percentage 2-tak		Percentage 3-tak		Percentage 4-tak	
	400	1000	400	1000	400	1000	400	1000	400	1000	400	1000
	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂	ppm CO ₂
25/29°C	67,5	81,7	0,3	0,5	32,2	17,8	63,0	74,9	4,5	6,5	0,0	0,3
26/30°C	65,2	81,2	0,6	0,5	34,2	18,3	62,7	73,5	2,5	7,5	0,0	0,3
28/28°C	69,6	82,0	0,0	0,3	30,4	17,8	66,0	75,7	3,5	6,3	0,0	0,0
29/25°C	68,4	82,7	0,3	0,3	31,3	17,0	66,9	76,2	1,5	6,5	0,0	0,0
30/26°C	77,5	82,3	0,0	0,8	22,5	16,9	72,5	74,5	5,0	7,8	0,0	0,0

Tabel 21. Gemiddeld aantal grote en kleine bloemtakken, zijtakken en bloemknoppen per plant bij de veilingrijpe planten na een opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen en twee CO₂-doseringen tijdens de generatieve fase. Gemiddelde van acht cultivars.

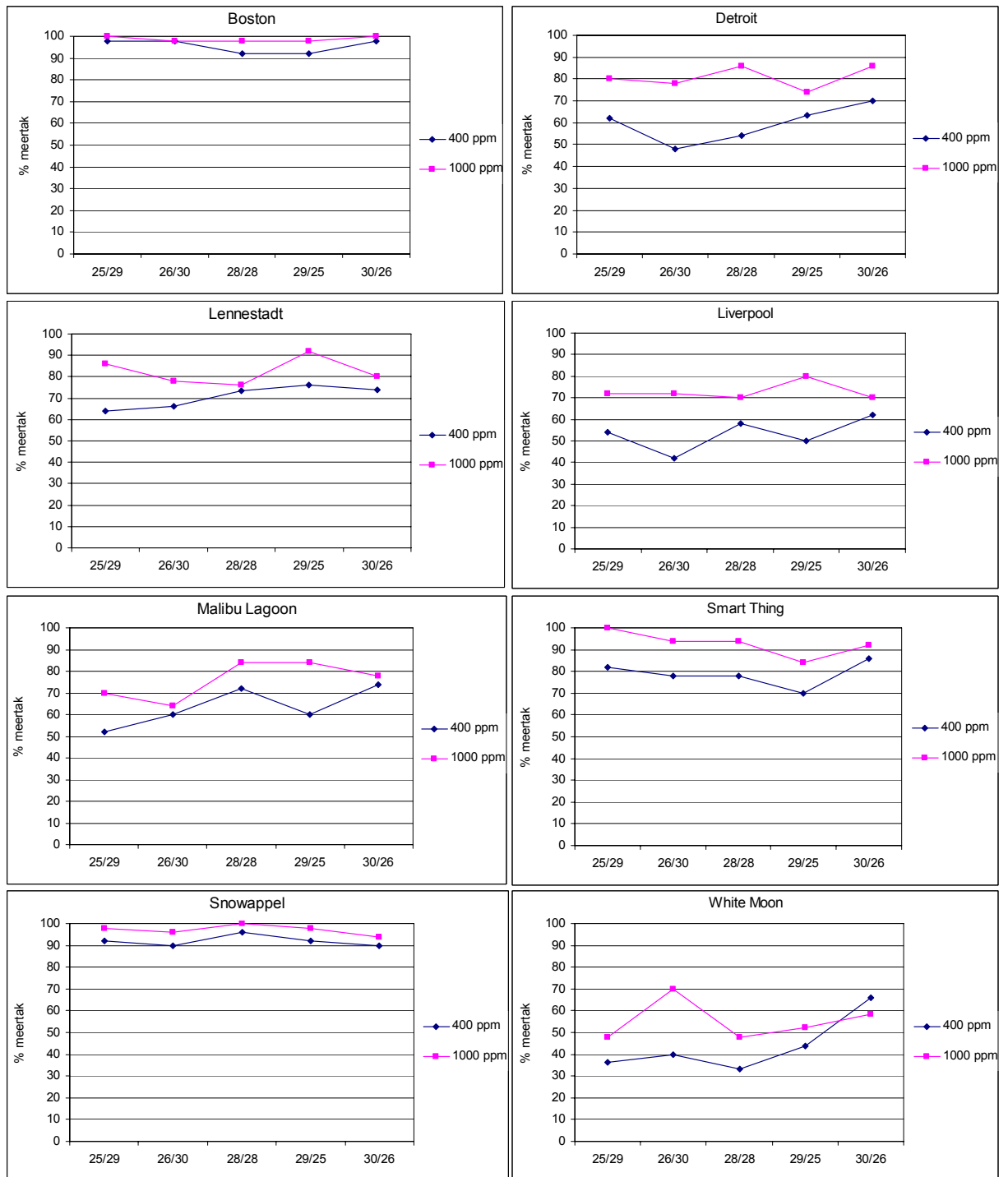
Dag-/nacht-temperatuur tijdens opkweek	Aantal grote bloemtakken per plant		Aantal kleine bloemtakken per plant		Aantal zijtakken per plant		Aantal bloemknoppen per plant**	
	400 ppm CO ₂ bij koeling	1000 ppm CO ₂ bij koeling	400 ppm CO ₂ bij koeling	1000 ppm CO ₂ bij koeling	400 ppm CO ₂ bij koeling	1000 ppm CO ₂ bij koeling	400 ppm CO ₂ bij koeling	1000 ppm CO ₂ bij koeling
25/29°C	1,72 a *	1,88 a	0,04 a	0,11 a	1,50 a	1,71 a	13,1 a	13,5 a
26/30°C	1,67 a	1,89 a	0,03 a	0,04 a	1,66 a	2,01 a	13,4 ab	16,4 b
28/28°C	1,73 a	1,88 a	0,05 a	0,08 a	1,88 a	1,63 a	14,5 ab	13,8 a
29/25°C	1,70 a	1,89 a	0,04 a	0,06 a	1,66 a	1,75 a	13,6 ab	14,7 a
30/26°C	1,82 b	1,89 a	0,04 a	0,14 a	1,89 a	1,83 a	14,8 b	14,0 a

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

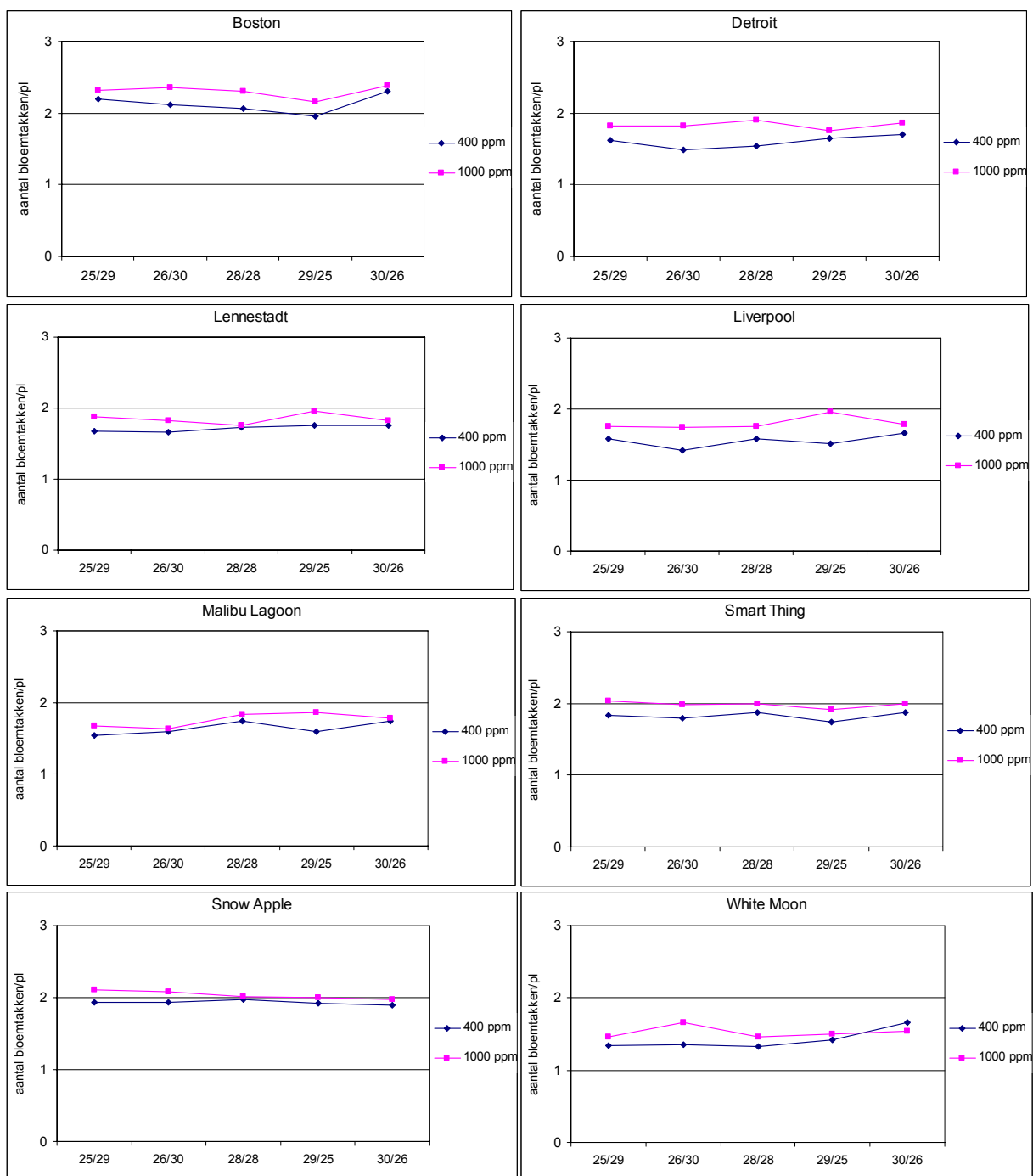
** Alleen bloemknoppen met diameter > 5 mm zijn meegeteld zoals voorgeschreven in aanvoorschriften voor veilingrijpe *Phalaenopsis*.



Figuur 15: Percentage planten met 2 of meer bloemtakken (boven) en gemiddeld aantal grote bloemtakken per plant (onder) na opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen en 400 en 1000 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase. Gemiddelde van acht cultivars.



Figuur 16. Percentage meertakkers (= planten met twee of meer grote bloemtakken per plant) bij acht cultivars na vijf dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek en CO₂-dosering tot 400 en 1000 ppm tijdens de generatieve fase (50 planten per behandeling).
N.B. Ten behoeve van de leesbaarheid zijn de waarneempunten in deze figuren verbonden door lijnen.



Figuur 17. Gemiddeld aantal grote bloemtakken per plant bij acht cultivars na vijf dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek en CO₂-dosering tot 400 en 1000 ppm tijdens de generatieve fase (50 planten per behandeling).

N.B. Ten behoeve van de leesbaarheid zijn de waarneempunten in deze figuren verbonden door lijnen.

2.4.2 Lengte bloemtak

In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm CO₂ tijdens de generatieve fase waren de bloemtakken gemiddeld 1,7 cm langer dan in de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm CO₂ (Tabel 22). De lengtetoeename trad vooral op in het deel van de bloemtak onder de 1^e bloemknop. Boven de 1^e bloemknop was er geen verschil in de gemiddelde lengte van de bloemtakken. De lengte tot de 1^e bloemknop werd ook beïnvloed door de dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek (Tabel 23). Na een lage dag-/hoge nachttemperatuur tijdens de opkweek was de lengte van de bloemtak tot de 1^e bloemknop gemiddeld 1,5 cm korter dan na een hoge dag-/lage nachttemperatuur. De opkweektemperatuur gaf geen na-effecten op de lengte van de bloemtak boven de 1^e bloemknop. Bij de lengte van de bloemtakken was er geen betrouwbare interactie tussen dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek en de CO₂-dosering tijdens de generatieve fase.

Tabel 22. Gemiddelde lengte onder 1^e bloemknop, boven de 1^e bloemknop en totale lengte van de bloemtak bij veilingrijpe planten na twee CO₂-doseringen tijdens de generatieve fase. Gemiddelde van acht cultivars.

CO ₂ -dosering tijdens generatieve fase	Lengte onder 1 ^e bloemknop	Lengte boven 1 ^e bloemknop	Totale lengte bloemtak
400 ppm	38,6 a	20,5 a	59,1 a
1000 ppm	40,3 b	20,5 a	60,8 b

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

Tabel 23. Gemiddelde lengte onder 1^e bloemknop, boven de 1^e bloemknop en totale lengte van de bloemtak bij veilingrijpe planten na opkweek bij vijf dag-/nachttemperaturen. Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nachttemperatuur tijdens opkweek	Lengte onder 1 ^e bloemknop	Lengte boven 1 ^e bloemknop	Totale lengte bloemtak
25/29°C	38,5 a	20,1 a	58,6 a
26/30°C	39,1 ab	20,7 a	59,8 abc
28/28°C	39,4 abc	20,1 a	59,5 ab
29/25°C	40,4 c	21,0 a	61,4 c
30/26°C	40,1 bc	20,6 a	60,7 bc

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

2.4.3 Versgewicht bladeren en bloemtakken

In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm CO₂ was het vers- en drooggewicht van de bloemtakken 12% hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase (Tabel 24). Er was geen verschil in het percentage droge stof van de bloemtakken. De CO₂-dosering tijdens de afkweek had geen effect op het vers- en drooggewicht en het percentage droge stof van de vegetatieve plantendelen (=blad en stengel).

Tabel 24. Gemiddeld vers- en drooggewicht en percentage droge stof van bloemtakken en vegetatieve plantendelen van veilingrijpe planten bij twee CO₂-doseringen tijdens de generatieve fase. Gemiddelde van acht cultivars.

CO ₂ tijdens afkweek	Versgewicht bloemtakken	Drooggewicht bloemtakken	% droge stof bloemtakken	Versgewicht blad**	Drooggewicht blad	% droge stof blad
400 ppm	34,6 a	3,4 a	10,1 a	97,6 a	6,1 a	6,3 a
1000 ppm	38,9 b	3,8 b	10,1 a	97,7 a	6,1 a	6,3 a

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

** Blad=bladeren en stengel afgeknijpt net boven de wortels.

De dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek gaf geen na-effect op het vers- en drooggewicht en het percentage droge stof van de bloemtakken (Tabel 25). Het versgewicht van de vegetatieve plantendelen (=bladeren en stengel afgeknijpt net boven de wortels) van de veilingrijpe planten werd wel beïnvloed door de dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek. Na een lage dag-/hoge nachttemperatuur tijdens de opkweek was het versgewicht van de vegetatieve plantendelen lager dan na een hoge dag-/lage nachttemperatuur. De opkweekbehandelingen gaven geen betrouwbaar verschil in het drooggewicht en het percentage droge stof van de vegetatieve plantendelen. Bij het vers- en drooggewicht en het percentage droge stof van de bloemtakken en vegetatieve plantendelen was er geen interactie tussen de dag-/nachttemperatuur tijdens de opkweek en CO₂-dosering tijdens de generatieve fase.

Het versgewicht van blad en stengel was bij de veilingrijpe planten (Tabel 24) gemiddeld 50% hoger dan bij het einde van de opkweek (Tabel 12). Het drooggewicht van blad en stengel was bij de veilingrijpe planten zelfs 65% hoger dan aan het einde van de opkweek. Het totale bovengrondse versgewicht (blad, stengel en bloemtakken) was bij de veilingrijpe planten 100% hoger dan aan het einde van de opkweek. Het totale bovengrondse drooggewicht was zelfs 157% hoger.

Tabel 25. Gemiddeld vers- en drooggewicht van bloemtakken en vegetatieve plantendelen bij veilingrijpe planten na vijf dag-/nachttemperaturen tijdens de opkweek. Gemiddelde van acht cultivars.

Dag-/nachttemperatuur	Versgewicht bloemtakken	Drooggewicht bloemtakken	% droge stof bloemtakken	Versgewicht blad**	Drooggewicht blad	% droge stof blad
25/29°C	34,5 a	3,3 a	9,8 a	88,5 a	5,6 a	6,3 a
26/30°C	37,3 a	3,7 a	10,1 a	95,0 b	5,9 a	6,2 a
28/28°C	37,4 a	3,8 a	10,2 a	99,1 bc	6,4 a	6,4 a
29/25°C	37,3 a	3,8 a	10,3 a	104,2 c	6,4 a	6,2 a
30/26°C	37,2 a	3,7 a	10,1 a	101,4 c	6,3 a	6,2 a

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.

** Blad=bladeren en stengel afgeknijpt net boven de wortels.

3 Conclusies en discussie

Geen nadelige effecten dag-/nachttemperatuur opkweek bij gelijke etmaaltemperatuur

Een opkweek van *Phalaenopsis* bij een dag-/nachttemperatuur van respectievelijk 25/29°C, 26/30°C, 29/25°C of 30/26°C gaf in dit onderzoek geen nadelige effecten in vergelijking met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. Nadat alle planten onder gelijke omstandigheden in bloei waren getrokken, waren er geen negatieve na-effecten van de opkweektemperatuur op de bloemtak vorming. Het aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers (=planten met twee of meer bloemtakken) was gelijk of in een enkel geval zelfs hoger dan bij de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm tijdens de generatieve fase gaven de planten opgekweekt bij vijf opkweektemperaturen geen verschil in het aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers. In de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm tijdens de generatieve fase gaf de opkweektemperatuur van 30/26°C gemiddeld een wat hoger aantal bloemtakken per plant dan de overige vier opkweektemperaturen. Bij de overige vier opkweektemperaturen was er geen onderling verschil.

Met uitzondering van de cultivar Liverpool, zijn er tijdens de opkweek geen voortakken opgetreden. Hoewel de cultivars Malibu Lagoon, Smart Thing en Lennestadt in de praktijk doorgaans makkelijk voortakken geven, zijn deze cultivars in dit onderzoek helemaal vegetatief gebleven. Omdat er maar bij één cultivar voortakken zijn gevormd, konden de verschillen tussen de vijf temperatuurbehandelingen niet statistisch getoetst worden. Er waren wel wat lichte trends zichtbaar, maar omdat deze niet statistisch getoetst konden worden, is het niet bekend of deze trends het gevolg zijn van de temperatuurbehandelingen tijdens de opkweek of van natuurlijk variatie binnen het gewas. Aangezien er bij het gewas *Phalaenopsis* doorgaans sprake is van een grote variatie binnen een partij plantmateriaal kunnen de kleine verschillen in voortakken ook het gevolg zijn van natuurlijke variatie binnen een partij. Bij de gevoelige cultivar Liverpool was er een lichte trend dat bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur wat eerder en wat meer voortakken werden gevormd dan bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur. Bij de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C kwamen de voortakken het laatst, maar bij de eindmeting na 29 weken opkweek was er geen verschil meer in het percentage voortakken bij een dag-/nachttemperatuur van 28/28°C en 26/30°C. Bij een etmaaltemperatuur van 27°C kwamen er eerder en wat meer voortakken dan bij een etmaaltemperatuur van 28°C. Dit bevestigt resultaten van eerder onderzoek (Kromwijk, 2003) waarbij het aantal voortakken toenam, naarmate de etmaaltemperatuur lager was. Een hoger percentage voortakken tijdens de opkweek van de cultivar Liverpool ging in deze proef echter niet samen met een vermindering van het aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten. Dit is in tegenspraak met de gedachte in de praktijk dat een weggehaalde voortak tijdens de opkweek een lager aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten veroorzaakt. Mogelijk waren de verschillen in aantal voortakken in deze proef te klein om een betrouwbaar effect te geven. Anderzijds was er bij het hoge CO₂-niveau eerder sprake van een positieve correlatie dan van een negatieve correlatie. Bij de behandelingen met een hoog aantal voortakken leek ook het aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten wat hoger.

Bij de tussenmeting was het aantal bladeren bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur wat lager dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur, maar aan het einde van de opkweek was er geen verschil meer in het aantal bladeren bij de vijf opkweektemperaturen. Een lage dag-/hoge nachttemperatuur gaf compacter blad dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur. De controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28/28°C lag daar tussen in. Het vers- en drooggewicht van de bovengrondse plantendelen was na een opkweek bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur wat lager dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur en de controlebehandeling met een dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar weer tussenin. Een dagtemperatuur van 29°C met een nachttemperatuur van 25°C gaf een hoger vers- en drooggewicht aan wortels dan de andere vier temperatuurcombinaties. Bij de overige vier temperaturen was er na 29 weken opkweek geen verschil in wortelgewicht. Ondanks de verschillen in bladgrootte en vers- en drooggewicht aan het eind van de opkweek gaven de vijf opkweektemperaturen geen nadelige na-effecten op het aantal bloemtakken van de veilingrijpe planten. Het percentage meertakkers en het aantal bloemtakken per plant was gelijk of hoger dan bij de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm tijdens de generatieve fase gaven de vijf opkweektemperaturen geen verschil in het

aantal bloemtakken per plant en het percentage meertakkers. In de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm tijdens de generatieve fase gaf de opkweektemperatuur van 30/26°C gemiddeld een wat hoger aantal bloemtakken per plant dan de overige vier opkweektemperaturen.

De lichte trend bij de gevoelige cultivar Liverpool dat bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur wat eerder en wat meer voortakken werden gevormd dan bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur zou verklaard kunnen worden uit een positief effect van de lagere nachttemperatuur op de opslag van CO₂ in de vacuolen. Phalaenopsis is een CAM-plant en bij CAM-planten wordt 's nachts CO₂ opgenomen en als appelzuur opgeslagen in de vacuolen van de cellen. Bij hoge nachttemperaturen kan het opgeslagen appelzuur weglekken uit de vacuolen, waardoor er overdag minder CO₂ beschikbaar is voor de fotosynthese. Dit zou mogelijk ook kunnen verklaren waarom er na een opkweek bij een dag-/nachttemperatuur van 30/26°C en generatieve fase bij een laag CO₂-niveau (400 ppm) wat meer bloemtakken werden gevormd. Mogelijk was er bij deze behandeling tijdens de opkweek wat minder appelzuur weggelekt uit de vacuolen, konden daardoor meer assimilaten worden aangemaakt en opgeslagen en konden deze tijdens de generatieve fase benut worden voor extra bloemtakken. Dit was echter niet zichtbaar in het vers- en drooggewicht aan het einde van de opkweek. Het vers- en drooggewicht aan het einde van de opkweek was juist bij een dag-/nachttemperatuur van 29/25°C hoger dan bij de andere vier behandelingen, maar deze behandeling gaf geen positief na-effect op het aantal bloemtakken bij de veilingrijpe planten. Bij gunstige omstandigheden tijdens de generatieve fase (=CO₂-dosering tot 1000 ppm) gaven de vijf opkweektemperaturen zoals toegepast in dit onderzoek geen verschil in het aantal bloemtakken en percentage meertakkers.

Energiebesparing mogelijk tijdens opkweek

Bij de opkweek van Phalaenopsis in de praktijk houdt men de temperatuur doorgaans het hele etmaal strak op 27°C of 28°C om voortakken te voorkomen. Voortakken zijn bloemtakken die tijdens de vegetatieve fase al voortijdig uit gaan groeien. Omdat er in dit onderzoek bij een dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 29/25°C en 30/26°C geen nadelige effecten op de bloemtak vorming zijn opgetreden, biedt dit mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de opkweek bij Phalaenopsis. Dit betekent dat zonder negatieve effecten een 2°C hogere of lagere dag- of nachttemperatuur aangehouden kan worden bij een etmaaltemperatuur van 27°C of 28°C tijdens de opkweek van Phalaenopsis. Bij omstandigheden dat het minder energie kost om 's nachts een hogere temperatuur aan te houden (bijv. onder het gesloten scherm) kan een lage dag-/hoge nachttemperatuur aangehouden worden en bij omstandigheden dat het minder energie kost om overdag een hogere temperatuur aan te houden (bijv. in de zomer) kan dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur aangehouden worden. Het is vooralsnog aan te bevelen om daarbij wel een gemiddelde etmaaltemperatuur van minimaal 27 of 28°C te realiseren omdat het aantal voortakken toeneemt naarmate de etmaaltemperatuur lager is (Kromwijk, 2003). Bij toepassing in grote kassen in de praktijk is het ook belangrijk om te letten op de horizontale temperatuursverdeling in de kas en te controleren of er geen plekken in de kas zijn, waar de temperatuur te veel weg gaat zakken.

Bij andere gewassen wordt temperatuurintegratie toegepast om energie te besparen. Temperatuurintegratie is gebaseerd op het principe dat de gemiddelde temperatuur over een bepaalde periode bepalend is voor de groei van een gewas en dat fluctuatie van de temperatuur binnen die periode binnen gewasspecifieke grenzen geen invloed heeft. Dit wordt bij Phalaenopsis niet toegepast omdat men in de praktijk de ervaring heeft dat na een periode waarin de temperatuur is weggezakt er meer voortakken ontstaan. Gezien de resultaten van het onderzoek beschreven in dit rapport rijst de vraag of het nu ook mogelijk is om bij een etmaaltemperatuur van 27°C of 28°C binnen een bandbreedte van 2°C boven of onder het setpoint temperatuurintegratie binnen een etmaal toe te passen bij de opkweek van Phalaenopsis. Dit zou in vervolgonderzoek verder uitgezocht kunnen worden. De mogelijkheid voor temperatuurintegratie over meerdere dagen lijkt bij Phalaenopsis beperkt gezien de grotere kans op voortakken. Daarvoor zou eerst onderzocht moeten worden hoe lang de temperatuur hoeveel graden lager mag zijn om nog door middel van een hoge temperatuur gecompenseerd te kunnen worden zonder nadelige effecten.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek:

- Is temperatuurintegratie binnen een etmaal mogelijk bij de opkweek van Phalaenopsis?
- Hoe lang mag de temperatuur hoeveel graden lager zijn om nog door middel van een hoge temperatuur gecompenseerd te kunnen worden zonder nadelige effecten bij Phalaenopsis?

Compactere planten m.b.v. lage dag-/hoge nachttemperatuur (=negatieve DIF)

Een lage dag-/hoge nachttemperatuur gaf compacter blad dan een hoge dag-/lage nachttemperatuur. Na 29 weken opkweek waren de volgroeide bladeren 2 à 3 cm korter, 0,2 tot 0,5 cm smaller en de lengte/breedteverhouding van het blad was kleiner dan bij een hoge dag-/lage nachttemperatuur. De controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C lag daar tussen in. Deze resultaten komen overeen met onderzoeksresultaten bij andere potplanten en snijbloemen. Daar is aangetoond dat een negatieve DIF (=lage dag-/hoge nachttemperatuur) compactere planten geeft dan een gelijke dag-/nachttemperatuur. Bij andere gewassen is gebleken dat hoe groter het verschil tussen dag- en nachttemperatuur hoe compacter de planten. In dit onderzoek bij Phalaenopsis is alleen een negatieve en positieve DIF van 4°C onderzocht. Deze resultaten bieden de mogelijkheid om de bladvorm bij Phalaenopsis te beïnvloeden tijdens de opkweek. Als de bladeren doorgaans te lang en te smal worden, kan met behulp van een lage dag-/hoge nachttemperatuur tijdens de opkweek een betere bladvorm gerealiseerd worden. De compactere bladvorm had geen negatief na-effect op de bloemtak vorming tijdens de koeling en afkweek. Er was geen negatief effect op het aantal bloemtakken en er was geen verschil in de lengte van de bloemtakken ten opzichte van de controlebehandeling met een gelijke dag-/nachttemperatuur van 28°C. In vergelijking met een hoge dag-/lage nachttemperatuur was er wel een betrouwbaar na-effect op de lengte van de bloemtakken. Na een opkweek bij een lage dag-/hoge nachttemperatuur waren de bloemtakken gemiddeld 1,5 cm korter dan na een hoge dag-/lage nachttemperatuur.

Positief effect van CO₂-dosering tijdens generatieve fase (=koeling en afkweek)

CO₂-dosering tijdens de generatieve fase heeft bij Phalaenopsis een positief effect op de bloemtak vorming. In de kas met CO₂-dosering tot 1000 ppm was het gemiddelde aantal bloemtakken per plant 0,16 hoger dan in de kas met CO₂-dosering tot 400 ppm. Dit betekent dat 16% van de planten een extra bloemtak heeft aangelegd. Het percentage planten met twee bloemtakken was 8,8% hoger en het percentage planten met drie bloemtakken was 3,5% hoger. Het percentage meertakkers (=planten met twee of meer bloemtakken) was dus 12,4% hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering. Het vers- en drooggewicht van de bloemtakken was in de kas met 1000 ppm CO₂-dosering gemiddeld 12% hoger dan in de kas met 400 ppm CO₂-dosering. De twee CO₂-niveaus gaven geen verschil in vers- en drooggewicht van blad en stengel. De resultaten van dit onderzoek worden bevestigd door resultaten van Japans onderzoek beschreven in de literatuurstudie van Warmenhoven et al (2003). Daar werd bij snij-Phalaenopsis een hoger versgewicht van bloemtakken gevonden bij een stijgende CO₂-concentratie (700 - 1000 ppm) en er werden ook meer bloemtakken en meer bloemen gevormd. Naast CO₂ spelen ook temperatuur en licht een rol bij het aantal bloemtakken dat gevormd wordt tijdens de generatieve fase. Eerder onderzoek heeft laten zien dat het percentage meertakkers toeneemt naarmate de etmaaltemperatuur tijdens de generatieve fase lager is (Wertwijn, R. en van Os, P., 2003) en een hoger lichtniveau tijdens de generatieve fase geeft meer bloemtakken per plant (Uitermark et al., 1998).

Bij de Phalaenopsisteelt in Nederland werd tot voor kort weinig tot geen CO₂ gedoseerd omdat Phalaenopsis een CAM-plant is en bij CAM-planten de CO₂-opname 's nachts weinig gevoelig zou zijn voor de CO₂-concentratie in de lucht. Dit wordt bevestigd door de literatuurstudies van Warmenhoven et al (2003) en Schapendonk (2005). Bij CAM-planten zijn de huidmondjes in de donkerperiode open en wordt er in de donkerperiode CO₂ opgenomen. De CO₂ wordt gebonden aan PEP-carboxylase en als malaat (appelzuur) opgeslagen in de vacuolen. In de literatuur wordt er van uit gegaan dat de binding van CO₂ aan PEP-carboxylase niet gevoelig is voor CO₂ en dat CO₂-dosering in deze fase niet zinvol is. Recente metingen aan de CO₂-opname bij een temperatuur van 28°C laten een geringe toename zien van de CO₂-opname 's nachts bij een verhoogde CO₂-concentratie (Dueck en Meinen, 2008). Bij eerdere metingen tijdens opkweekomstandigheden werd in een enkel geval ook een geringe toename gezien bij een verhoogd CO₂-niveau, maar meestal was er weinig verschil (Kromwijk et al., 2005). De vraag is of dit ook geldt voor de afkweekfase.

Op grond van de literatuurstudies zou CO₂-dosering vooral in de overgangsfasen van licht naar donker en van donker naar licht een positief effect hebben bij Phalaenopsis (Tabel 26). Bij CAM-planten wordt in deze fasen CO₂ gebonden door zowel PEP-carboxylase als Rubisco. Rubisco is hetzelfde enzym dat CO₂ bindt in 'normale' C₃ planten zoals roos en tomaat, waar overdag de huidmondjes open zijn en CO₂ direct door Rubisco wordt gefixeerd ten behoeve van de fotosynthese. Men verwacht een positief effect van CO₂-dosering omdat in de overgangsfasen fotorespiratie

optreedt. Bij fotorespiratie wordt 'per ongeluk' een O_2 -molecuul gebonden aan het Rubisco in plaats van een CO_2 -molecuul. Door het verhogen van de CO_2 -concentratie in de kas zal de netto O_2 -opname dalen, waardoor de fotorespiratie af zal nemen ten gunste van de fotosynthese (Warmenhoven et al., 2003). Het positieve effect van CO_2 -dosering bij normale C_3 planten wordt ook verklaard door een afname van de fotorespiratie.

In het onderzoek beschreven in dit rapport is in beide behandelingen 24 uur per dag CO_2 gedoseerd. In vervolgonderzoek zou uitgezocht kunnen worden of men kan volstaan met CO_2 -dosering in de overgangsfasen of dat er wellicht ook nog positieve effecten optreden in de donker of lichtperiode. Schapendonk, 2005 vermeldt dat het niet uitgesloten is dat CO_2 -dosering ook in andere perioden van de dag een positief effect heeft, aangezien recent is gebleken dat een hoog CO_2 -gehalte mogelijk ook via een hormonale weg een positief effect zou kunnen geven op de groei. Daarnaast is in recent onderzoek vastgesteld dat bij een temperatuur van $28^\circ C$ de jonge bladeren van *Phalaenopsis* de huidmondjes overdag geopend zijn, overdag CO_2 wordt opgenomen en direct gebruikt wordt voor de C_3 -fotosynthese (Dueck en Meinen, 2008). Dit betekent dat CO_2 -dosering overdag dan een positief effect zou kunnen hebben op de fotosynthese van de jonge bladeren. Het rendement van CO_2 -dosering overdag hangt dan af van het aandeel van de jonge bladeren met C_3 -fotosynthese ten opzichte van de totale fotosynthese van de plant. Is dit aandeel klein dan is het de vraag of CO_2 -dosering overdag rendabel zal zijn, als dit alleen bij de jonge bladeren een positief effect heeft. Dit zou dan apart voor opkweekomstandigheden en voor afkweekomstandigheden bepaald moeten worden.

Als een hoog CO_2 -gehalte alleen in de overgangsfasen effect heeft, is het overbodig om ook in de andere fasen CO_2 te doseren. Dan is het wel nodig om te weten of te kunnen meten wanneer deze overgangsfasen precies starten en eindigen bij de teelt van *Phalaenopsis* in de praktijk. Het moment van openen en sluiten van de huidmondjes is echter per temperatuur en per cultivar verschillend (Warmenhoven et al., 2003). Schapendonk (2005) vermeldt dat de overgangsfase van nacht naar dag ongeveer 1-3 uur duurt en dat de overgangsfase van dag naar nacht start als het appelzuur op raakt en de CO_2 -concentratie in het blad daalt. Dit betekent dat het begintijdstip van fase IV kan variëren afhankelijk van bijvoorbeeld de lichtomstandigheden. Mogelijk spelen ook de vochtomstandigheden een rol bij het openen van de huidmondjes. Aangezien het CAM-mechanisme ontstaan is als bescherming tegen te sterke uitdroging rijst de vraag of de huidmondjes bij een lage R.V.'s middags mogelijk minder of niet open gaan. Dueck en Meinen (2008) hebben vastgesteld dat bij alleen een verhoogd dampdrukdeficiet maar een gering effect heeft op de CO_2 -opname, maar dat een verhoogde dampdrukdeficiet in combinatie met een verhoogde temperatuur (zomerse condities) de CO_2 -opname ernstig kan verstoren. Zowel in de donker- als in de lichtperiode werd geen netto CO_2 -opname meer gemeten. Daarnaast kan ook droogtestress een negatief effect hebben op de CO_2 -opname (Hew et al., 2004).

In Arditti en Pridgeon (1997) wordt verondersteld dat *Phalaenopsis* bladeren bij hoge temperaturen ($25^\circ C$ en $30^\circ C$) CAM fotosynthese vertonen, maar bij lagere temperaturen C_3 -fotosynthese zouden gaan vertonen ($10^\circ C$, $15^\circ C$, $20^\circ C$). Als dit betekent dat *Phalaenopsis*bladeren tijdens de generatieve fase C_3 -fotosynthese gaan vertonen, dan zal CO_2 -dosering overdag juist veel effect hebben. Of *Phalaenopsis*bladeren onder Nederlandse teeltomstandigheden inderdaad geheel of gedeeltelijk C_3 worden tijdens de generatieve fase zou vastgesteld kunnen worden met malaat-onderzoek of CO_2 opname onderzoek bij lage temperatuur.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek:

- Is het voldoende om alleen CO_2 te doseren in de overgangsfasen van licht naar donker en van donker naar licht of geeft CO_2 -dosering ook nog positieve effecten in de donker of lichtperiode?
- Blijven *Phalaenopsis*bladeren ook CAM tijdens de generatieve fase of gaan de *Phalaenopsis*bladeren tijdens de generatieve fase geheel of gedeeltelijk C_3 -fotosynthese vertonen?

Tabel 26. Vier fasen van het dagelijks ritme van CAM-planten (bron: Warmenhoven et al., 2003 en Schapendonk, 2005).

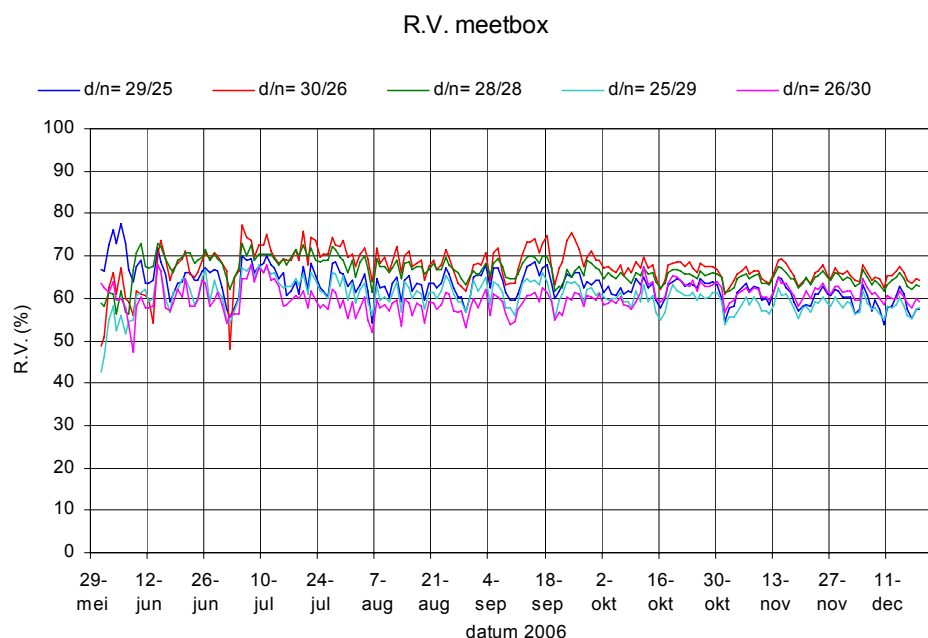
-
- Fase I. De donkerfase. In deze fase zijn de huidmondjes open en wordt er CO₂ opgenomen. De CO₂ wordt gebonden aan PEP-carboxylase en als malaat (appelzuur) opgeslagen in de vacuolen. De snelheid en duur van de CO₂-opname wordt mede bepaald door de voorgaande lichtfase. Bij weinig licht stopt de CO₂-opname eerder. Er wordt vanuit gegaan dat deze fase niet gevoelig is voor CO₂ en dat CO₂-dosering in deze fase niet zinvol is.
- Fase II. Overgangsfase van donker naar licht. In deze fase beginnen de huidmondjes zich in het donker al te sluiten. De aanvang van de sluiting is afhankelijk van de voorgaande daglengtes. In deze overgangsfase wordt CO₂ niet alleen gebonden door PEP-carboxylase voor de vorming van appelzuur, maar ook door Rubisco voor de fotosynthese. Rubisco is hetzelfde enzym dat CO₂ bindt in 'normale' C₃ planten zoals roos en tomaat. Geleidelijk wordt de binding door PEP-carboxylase geheel overgenomen door de binding aan Rubisco. Aan het einde van fase II overheerst de C₃-fotosynthese. Fase II duur 1 tot 3 uur. Er wordt vanuit gegaan dat deze fase wel gevoelig is voor CO₂.
- Fase III. Stabiele lichtfase waarin de huidmondjes volledig gesloten zijn. CO₂ wordt afgesplitst van het appelzuur en wordt nu gebonden door Rubisco voor de fotosynthese. In deze fase wordt geen effect van CO₂-dosering verwacht omdat de huidmondjes volledig gesloten zijn.
- Fase IV. Opening van de huidmondjes aan het einde van de lichtperiode. Deze fase start als het appelzuur op raakt en de CO₂-concentratie in het blad daalt. De huidmondjes gaan open en er wordt CO₂ direct van buiten gebonden door het Rubisco voor de fotosynthese. Geleidelijk aan zal minder CO₂ van buiten door Rubisco gebonden worden en zal steeds meer CO₂ door PEP - carboxylase worden gebonden tot appelzuur. Er wordt vanuit gegaan dat deze fase wel gevoelig is voor CO₂.
-

Literatuurlijst

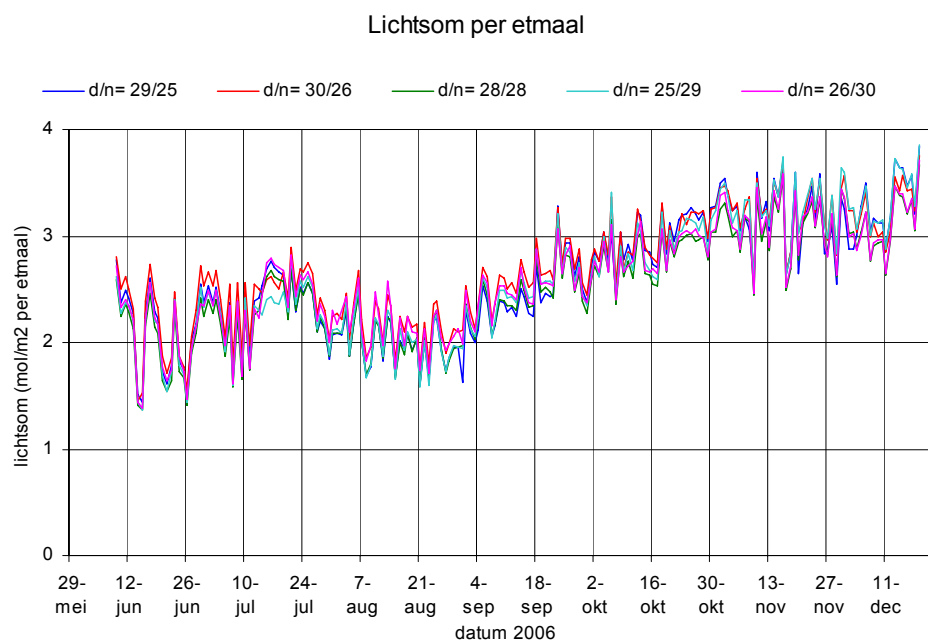
- Arditti, J. & A.M. Pridegeon, 1997.
Orchid Biology: Reviews and Perspectives, VII.
- Dueck, Th. A. & E. Meinen, 2008.
CO₂ opname bij Phalaenopsis. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw.
- Hew, C.S. & J.W.H. Yong, 2004.
The physiology of tropical orchids in relation to the industry.
- Kromwijk, A., 2003.
Voorkomen van voortakken bij Phalaenopsis. Invloed kastemperatuur op voortakken Phalaenopsis (Project 42 - 5207). PPO-rapport GT12050.
- Kromwijk, A., 2003.
Statistische analyse zomer koelproef Phalaenopsis. Onderzoeksnieuws PPO.
- Kromwijk, A., N. van Mourik, H. Schüttler, P. van Os, R. Wertwijn & A. Schapendonk, 2005.
Daglength en lichtintensiteit bij Phalaenopsis. PPO-rapport 41717008 en 41717016.
- Schapendonk, A.H.C.M., 2005.
Belichting Phalaenopsis. Rapport Plant Dynamics PT - Project 12170.
- Uitermark, C.G.T, N.M. van Mourik & H. Schüttler, 1998.
Invloed van assimilatiebelichting en plantleeftijd op de inductie van bloemtakken bij pot-Phalaenopsis. PBG-rapport 144.
- Warmenhoven, M.G., N. Marissen & J.A.M. Kromwijk, 2003.
Invloed van licht en CO₂ bij Phalaenopsis. PPO-rapport GT133017. Projectnummer 41380119.
- Wertwijn, R. & P. van Os, 2003.
Bloemtakinductie Phalaenopsis. Onderzoeksrapport VAN OS research bv.

Bijlage I

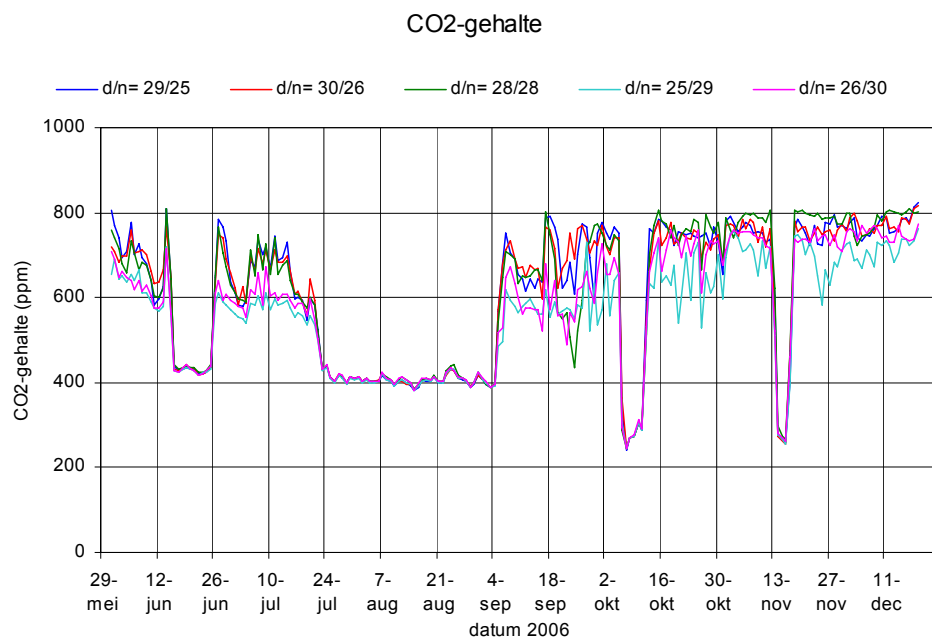
Gerealiseerd klimaat opkweek



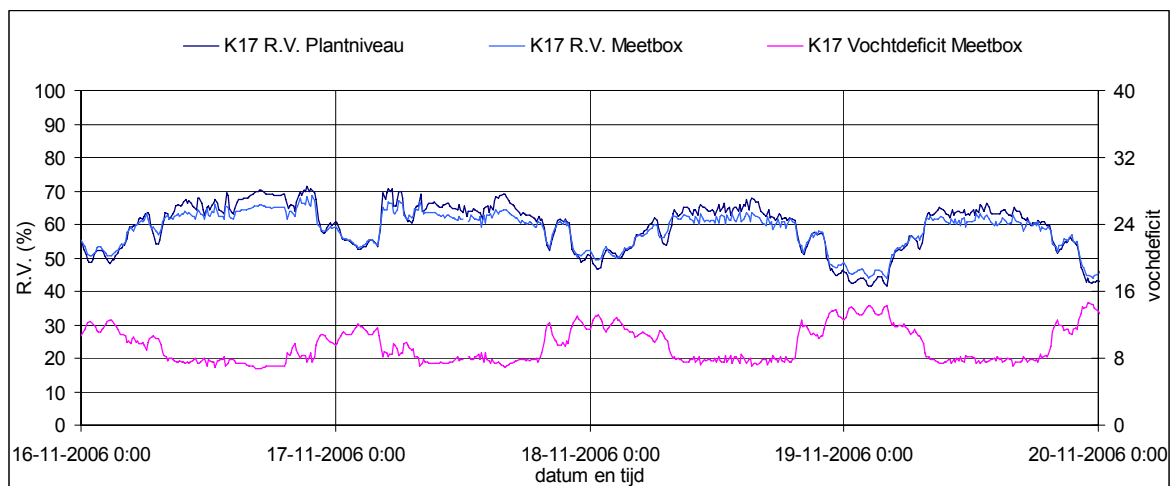
Figuur I - 1. Etmaalgemiddelden relatieve luchtvochtigheid (R.V.) bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 28/28°C, 29/25°C en 30/26°C.



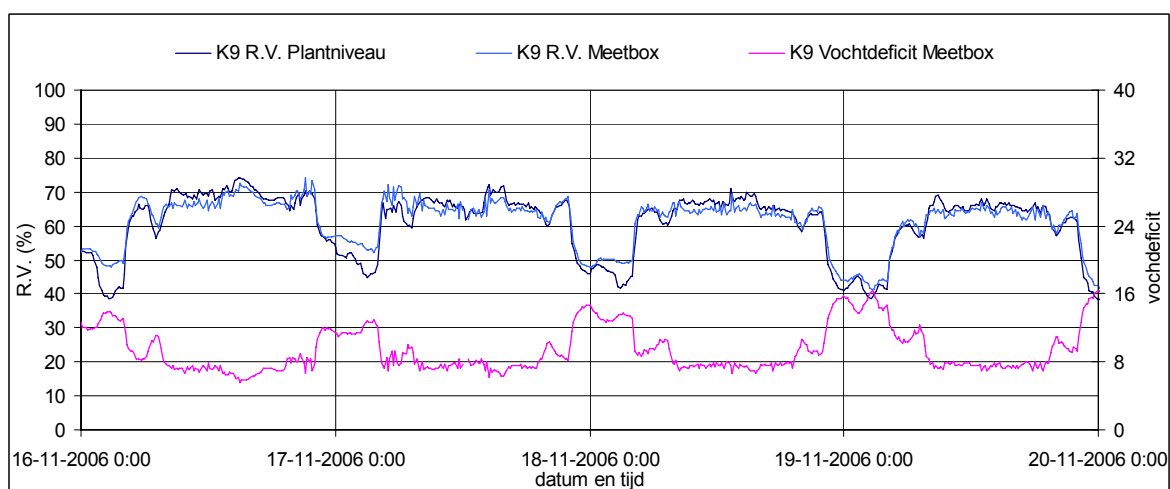
Figuur I - 2. Lichtsom per m² per dag op plantniveau bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 28/28°C, 29/25°C en 30/26°C.



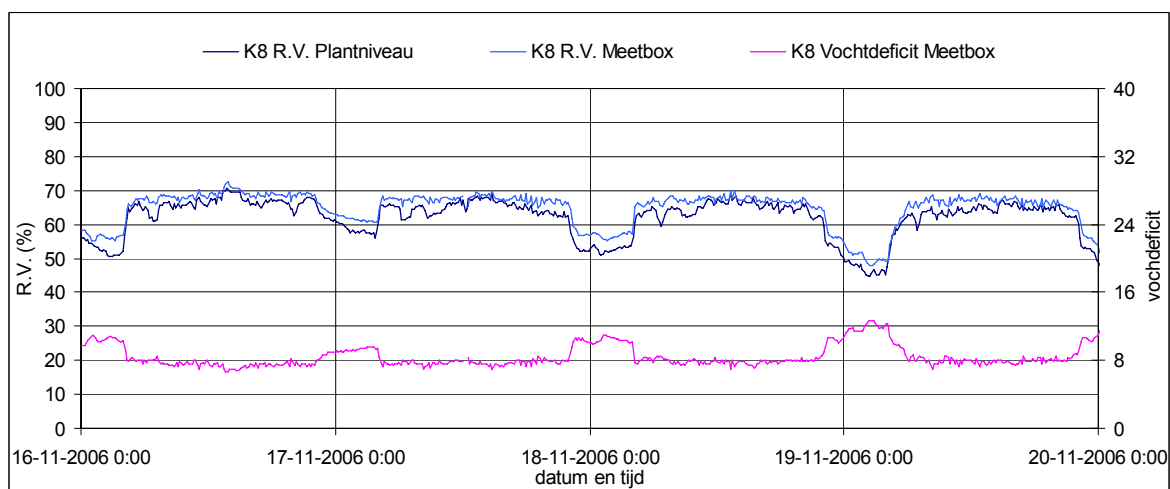
Figuur I - 3. Gemiddelde CO₂-concentratie in de kaslucht bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C, 26/30°C, 28/28°C, 29/25°C en 30/26°C.



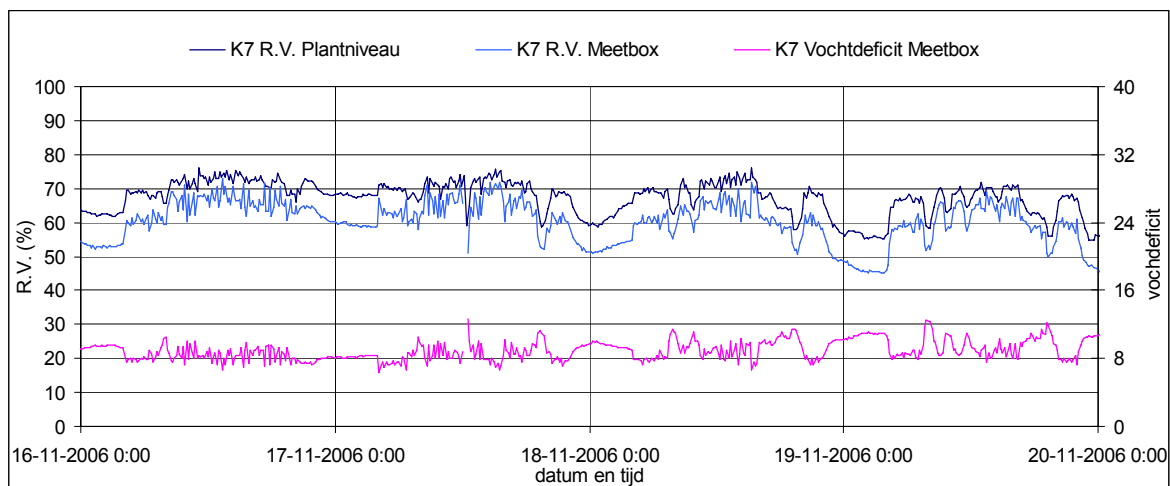
Figuur I - 4. Verloop van relatieve luchtvochtigheid (R.V.) en vochtdeficit in meetbox en relatieve luchtvochtigheid op plantniveau bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 25/29°C (kas K17).



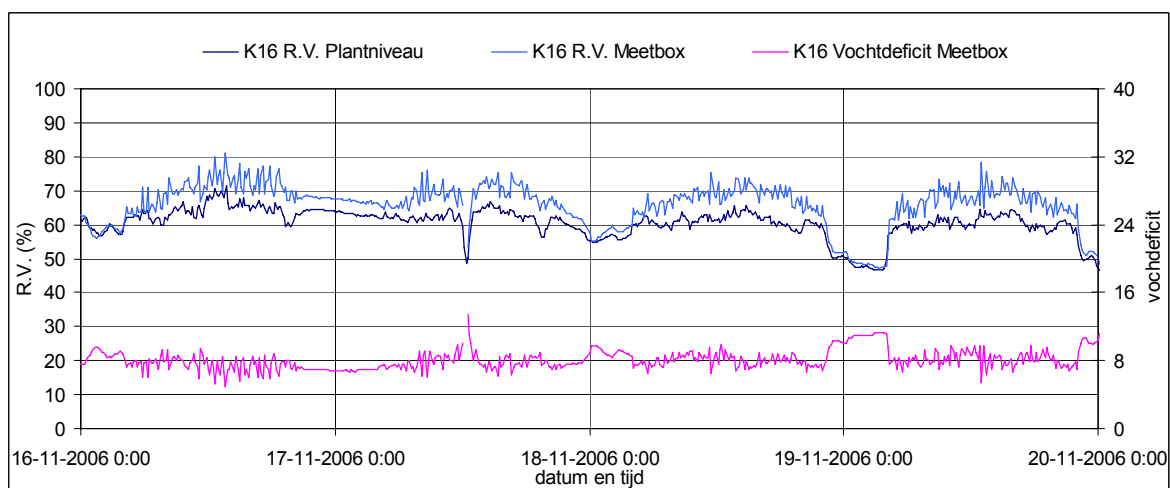
Figuur I - 5. Verloop van relatieve luchtvochtigheid (R.V.) en vochtdeficit in meetbox en relatieve luchtvochtigheid op plantniveau bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 26/30°C (kas K9).



Figuur I - 6. Verloop van relatieve luchtvochtigheid (R.V.) en vochtdeficit in meetbox en relatieve luchtvochtigheid op plantniveau bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 28/28°C (kas K8).



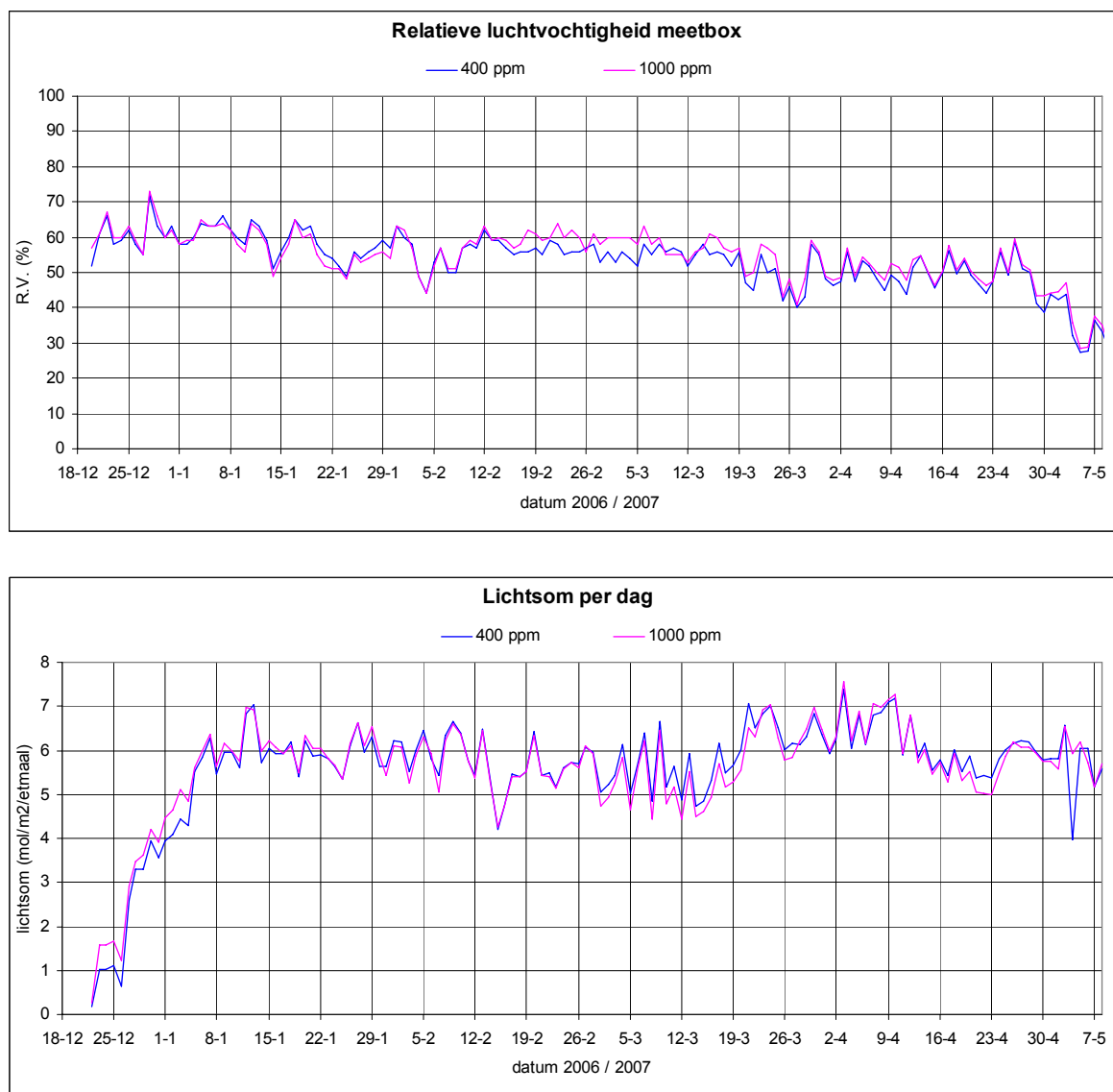
Figuur I - 7. Verloop van relatieve luchtvochtigheid (R.V.) en vochtdeficit in meetbox en relatieve luchtvochtigheid op plantniveau bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 29/25°C (kas K7).



Figuur I - 8. Verloop van relatieve luchtvochtigheid (R.V.) en vochtdeficit in meetbox en relatieve luchtvochtigheid op plantniveau bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 30/26°C (kas K16).

Bijlage II

Gerealiseerd klimaat generatieve fase



Figuur. Etmaalgemiddelden relatieve luchtvochtigheid (boven) en lichtsom per etmaal op plantniveau (onder) in de kassen met 400 en 1000 ppm CO₂-dosering tijdens de generatieve fase.

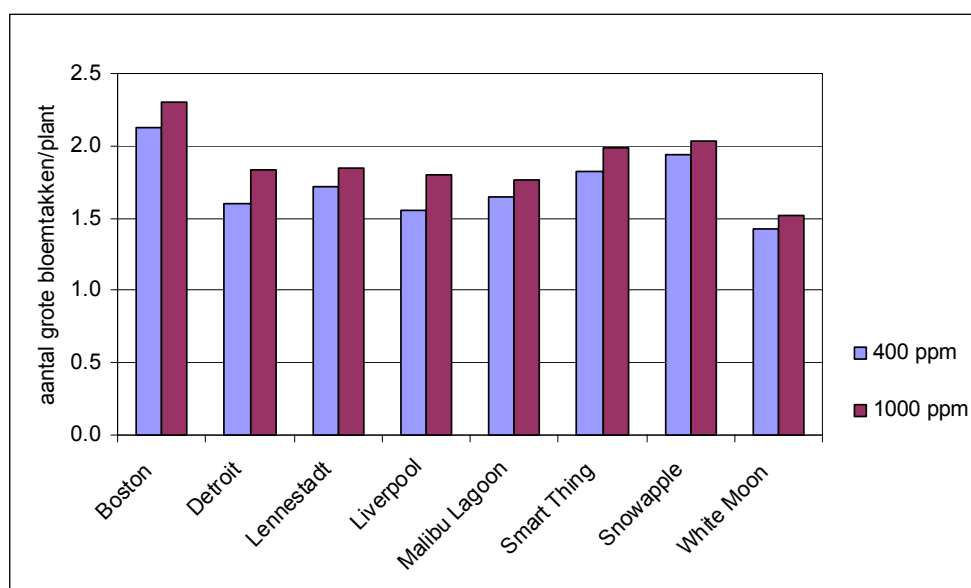
Bijlage III

Resultaten generatieve fase

Tabel. Percentage planten met 2 of meer bloemtakken (meertakkers) en met 0, 1, 2, 3 en 4 bloemtakken bij CO₂-dosering tot 400 en 1000 ppm tijdens de generatieve fase bij de tussenmeting 12 weken na de start van de koeling. Gemiddelde van acht cultivars en vijf temperatuurbehandelingen tijdens de opkweek. Alle zichtbare bloemtakken zijn meegeteld.

CO ₂ -gehalte afkweek	% meertakkers	% 0-tak	% 1-tak	% 2-tak	% 3-tak	% 4-tak	Aantal bloemtakken per plant
400 ppm	72,2	0,2	27,7	68,2	4,0	0,0	1,76 a *
1000 ppm	85,2	0,4	14,3	75,1	9,9	0,2	1,95 b

* Gemiddelden binnen één kolom zijn betrouwbaar verschillend ($p < 0,05$) indien niet gevolgd door zelfde letter.



Figuur. Aantal grote bloemtakken per plant bij de veilingrijpe planten van acht cultivars geteeld bij 400 en 1000 ppm CO₂ tijdens de generatieve fase.

