

Phalaenopsis met minimale input: CO₂, licht en vocht naar gewasbehoefte

deelrapport II: Energiezuinige teelt



Januari 2019

S.W. Hogewoning, J. Sanders, A. de Jong en S. Persoon

Phalaenopsis met minimale input: CO₂, licht en vocht naar gewasbehoefte

deelrapport II: Energiezuinige teelt

Januari 2019

S.W. Hogewoning¹, J. Sanders², A. de Jong² en S. Persoon³

¹Plant Lighting B.V.
Veilingweg 46
3981 PC Bunnik
info@plantlighting.nl
www.plantlighting.nl

²Demokwekerij Westland
Europa 1
2672 ZX Naaldwijk
info@proeftuinzwaagdijk.nl
www.proeftuinzwaagdijk.nl

³Inno-Agro B.V.
Europa 1
2672 ZX Naaldwijk
stefan@inno-agro.nl
www.inno-agro.nl

REFERAAT

S.W. Hogewoning, J. Sanders, A. de Jong, S. Persoon. 2019. Phalaenopsis met minimale input: CO₂, licht en vocht naar gewasbehoefte. deelrapport II: Energiezuinige teelt. Plant Lighting B.V., Bunnik, 31p.

projectnummer: 20052

Financiering:



Ministerie van Economische Zaken



Uitvoering gehele project:



© 2019 Plant Lighting B.V. | Demokwekerij Westland B.V. | Inno-Agro B.V.

Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking met het ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht Nederland in het kader van het programma Kas als Energiebron, ter stimulering van energiebesparende maatregelen in de tuinbouw. Het onderzoek is mede mogelijk gemaakt door bijdragen vanuit de gewascoöperatie potorchidee.

Bovengenoemde partijen zijn niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen als gevolg van gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	5
DANKWOORD.....	7
1 INLEIDING EN DOELSTELLING.....	8
1.1 Probleemstelling, hypothese en doelstelling	8
1.2 Aanpak onderzoek	10
2 MATERIAAL & METHODEN KASPROEF	11
2.1 Technische gegevens kasafdelingen	11
2.2 Plantmateriaal en teeltcondities.....	11
2.3 Klimaat gerealiseerd.....	12
2.3.1 Licht (PAR)	12
2.3.2 Luchttemperatuur.....	14
2.3.3 Planttemperatuur.....	16
2.3.4 Relatieve luchtvochtigheid	17
2.3.5 CO ₂	18
2.4 Proefindeling.....	20
2.5 Gewasmetingen (methode)	21
3 RESULTATEN & DISCUSSIE KASPROEF	23
3.1 Plantgewicht.....	23
3.2 Bloemtakken: aantal en kwaliteit	26
4 CONCLUSIES KASPROEF	28
REFERENTIES.....	29
BIJLAGE I: PLANTGEWICHTEN OMGEZETTE PLANTEN	30
BIJLAGE II: BLOEMTAKKEN OMGEZETTE PLANTEN.....	31

Samenvatting

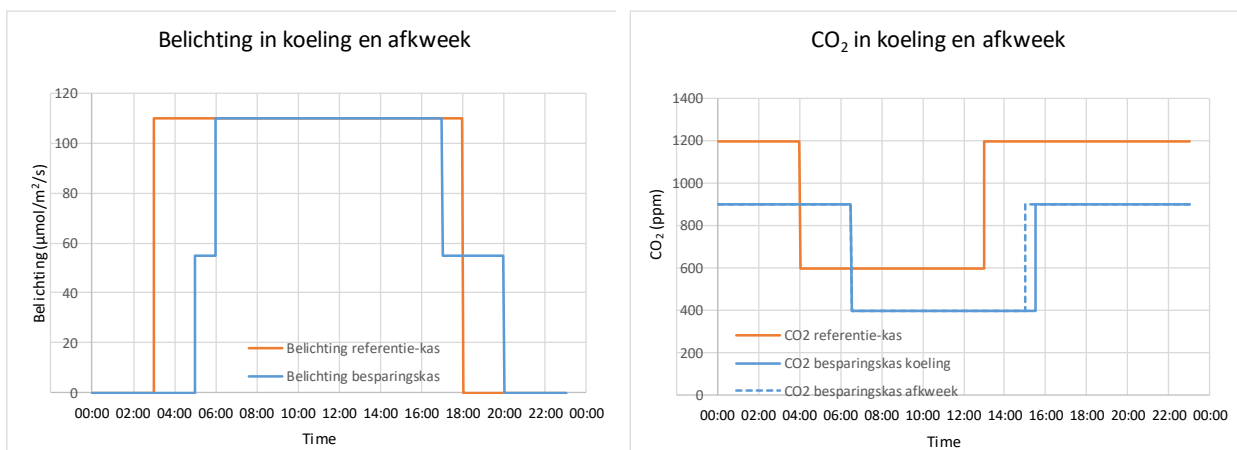
Inleiding en doelstelling

De doelstelling van de kasproef was het demonstreren van een Phalaenopsis-teelt waarin de grenzen van besparing op CO₂-dosering en belichting werden opgezocht, zonder in te leveren op kwaliteit. Dit met in achtneming van de plantfysiologische inzichten rondom CO₂ benutting uit deelrapport I van dit project, en de eerdere onderzoeken naar lichtbenutting door Plant Lighting. Waarbij opgemerkt moet worden dat een betere kwaliteit niet verwacht mag worden in een teelt waarin minder CO₂ gedoseerd wordt en minder wordt belicht.

Aanpak

De kasproef vond plaats in twee identieke afdelingen (elk 86 m² bruto) in het nieuwe World Horti Center. De proef is uitgevoerd met een drietal rassen: 'Sacramento', 'Cambridge' en 'Stellenbosch'. De teelt startte met 13 tot 14 weken oude planten vanaf oppotten in week 49 (2017) en liep tot de bloei in week 32 (2018).

In de referentieafdeling werd praktijk-conform belicht en CO₂ gedoseerd, en in de reductieafdeling werd bespaard op CO₂ en belichting (zie Figuur onder). In de reductieafdeling werd de helft van de belichting uitgeschakeld aan het begin en aan einde van de dag, omdat uit eerder onderzoek bleek dat het licht op die uren niet goed benut wordt. Ook werd de belichting 2 uur later gestart en beëindigd, zodat de planten het daglicht beter benutten gedurende de uren van de dag dat een Phalaenopsis licht goed kan benutten. Dat is overdag op de uren dat de huidmondjes gesloten zijn en CO₂ vrijkomt uit malaat. CO₂ werd niet gedoseerd gedurende die uren, en beduidend minder CO₂ tijdens de uren dat de huidmondjes wel open zijn. Ook werd een iets hogere RV aangehouden in de reductieafdeling om te compenseren voor de lagere CO₂ dosering (huidmondjes verder open).



Figuur: Settings belichting en CO₂ in koeling en afkweek. Tijdens de opkweek werd een vergelijkbaar verschil aangehouden tussen de twee afdelingen (zie details in hoofdstuk 2).

Conclusies

Er kan worden geconcludeerd dat er fors bespaard is op CO₂ en elektra (-23%) voor belichting

ten opzichte van de referentiebehandeling, maar niet of nauwelijks is ingeleverd op kwaliteit. Na een 35 weken durende teelt was er bij oogst geen significant verschil tussen de twee behandelingen in totaal plantgewicht (vers) en in het bovengrondse drooggewicht (bladeren en bloemtakken). Wel waren wortels in alle drie de onderzochte cultivars zwaarder voor de planten uit de referentie-afdeling. Uiteindelijk waren in de referentiebehandeling Sacramento en Stellenbosch significant zwaarder (+10%) in drooggewicht, wat vooral door het verschil in wortelgewicht komt. Er was geen significant verschil in aantal bloemtakken, wat een van de belangrijkste kwaliteitskenmerken is. Ook verder waren er geen heel opvallende verschillen in bloemtak-kwaliteit. Het aantal botanische knoppen was net iets hoger in de referentiebehandeling (alleen significant bij Cambridge), maar het aantal bloemknoppen dat meetelt volgens de veilingnormen verschilde niet.

Er is aangetoond dat geteeld kan worden volgens de op CO₂ en belichting besparende principes uit deze proef, zonder dat dat tot beduidend mindere kwaliteit leidt bij oogst. Houdbaarheid na oogst is niet gemeten.

Dankwoord

Dit onderzoek is ondersteund door het programma 'Kas als Energiebron', gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht Nederland en door de gewascoöperatie potorchidee. Het volledige onderzoek bestaat uit twee delen. Het eerste gedeelte is in het voorjaar en de zomer van 2017 uitgevoerd en richtte zich op plant-fysiologische processen in relatie tot van CO₂ dosering, RV en potvochtgehalte bij Phalaenopsis. Dit gedeelte is uitgevoerd door Plant Lighting B.V. In het tweede gedeelte dat tussen december 2017 en Augustus 2018 is uitgevoerd, worden eerder behaalde inzichten met betrekking tot CO₂-dosering en belichting gecombineerd in een kasproef in het World Horti Center. Deze proef wordt uitgevoerd door Demokwekerij Westland B.V., Inno-Agro B.V en Plant Lighting B.V.

We willen een aantal personen nog met name hartelijk bedanken voor hun bijdrage en inzet: Onderzoekscoördinatoren Leo Oprel (EZ) en Dennis Medema (LTO Glaskracht Nederland) van het programma 'Kas als Energiebron' voor kritische discussie over het onderzoeksvoorstel. Astrid van der Helm (LTO Glaskracht) wordt bedankt voor haar coördinerende rol bij de totstandkoming van dit project. Phalaenopsiskwekers Maurice van der Hoorn (Van der Hoorn orchideeën B.V.), Erwin van Vliet (Levoplant B.V.), Henri Buttermann (Piko Plant B.V.), Otwin van Geest (VG Orchids) en Raymond van der Knaap (Optiflor B.V.) worden bedankt voor hun betrokkenheid en input gedurende het onderzoek.

November 2018,

Sander Hogewoning, Jeroen Sanders, Ary de Jong en Stefan Persoon

1 Inleiding en doelstelling

Dit onderzoek bestaat uit twee delen: Het eerste gedeelte richt zich op de plantfysiologische processen (zie deelrapport I Trouwborst *et al.* 2017a). Daarin wordt in de inleiding ook uitgebreider ingegaan op belangrijke processen rondom de fotosynthese van CAM-planten.

Dit rapport (deelrapport II) gaat in op toepassing van de opgedane kennis in een kasteelt. In het kort is de doelstelling een zo zuinig mogelijke inzet van CO₂ en belichting, zonder uiteindelijk te hoeven in te leveren op productkwaliteit. Dit laatste is van groot belang voor de stap tot daadwerkelijke toepassing van een energiezuinigere strategie in de praktijk.

1.1 Probleemstelling, hypothese en doelstelling¹

Phalaenopsis heeft een teeltduur van bijna een jaar en is een energie-intensieve teelt. In de opweekfase wordt gedurende 24-28 weken de kas verwarmd tot 29°C, wat jaarrond, maar met name in de winterperiode, zwaar drukt op de energiekosten. Ten behoeve van de bloei inductie (~18-19°C) en de daar opvolgende afweekfase (~20-21°C) is er koeling nodig wat eveneens veel energie kost. Daar komt nog eens bij dat er aanzienlijke belichtingsniveaus worden gehanteerd tot soms meer dan 100 µmol/m²/s. Met het oog op de schaars wordende fossiele brandstoffen en een toekomst met meer duurzame energiebronnen is het van belang dat de Phalaenopsistelers een transitie in gaan zetten om in 2020 met minder fossiele energie uit de voeten te kunnen.

De afgelopen jaren is in opdracht van 'Kas als Energiebron' en de gewascoöperatie potorchidee plantfysiologisch onderzoek gedaan naar effectievere benutting van licht en CO₂ door Phalaenopsis: CO₂ doseren blijkt gedurende ±9 uur per etmaal onnodig, en belichting blijkt gedurende een gedeelte van het etmaal fors gereduceerd te kunnen worden zonder productieverlies (Trouwborst *et al.* 2013, 2014, 2016a, 2016b, 2017). Deze inzichten beginnen nu stapsgewijs toegepast te worden door telers. Er is in vrij korte tijd dus veel bereikt bij Phalaenopsis. Maar er liggen ook nog grote, nog onbenutte, kansen voor verdergaande energiebesparing. Deze kansen liggen op de volgende vlakken:

1. Inzicht in plant-fysiologische processen in relatie tot dynamische processen in de kas. Op basis hiervan kunnen CO₂, licht en vocht worden afgestemd op de behoefte van het gewas en wordt verspilling van energie voorkomen.
2. Gas besparen door minder latente warmte af te luchten, en bij hogere RV te telen.

¹ Het eerste gedeelte van deze paragraaf is bijna letterlijk overgenomen uit deelrapport I van dit onderzoek (Trouwborst G, Hogewoning SW, 2017. *Phalaenopsis met minimale input: CO₂, licht en vocht naar gewasbehoefte. Deelrapport I: Plantenfysiologisch onderzoek op procesniveau.*).

Probleemstelling energiezuinige teelt Phalaenopsis in de kas

Voorafgaand aan het plantfysiologische onderzoek op procesniveau (zie deelrapport I) was het uitgangspunt dat bespaard kan worden op CO₂ en licht op basis van de volgende uitgangspunten: Een gewas zonder droogtestress kan met minder CO₂ dosering toe, omdat de huidmondjes voldoende open zijn. Bij drogere potten zullen de bladeren eerder hun huidmondjes dichtknijpen om vochtverlies te beperken. Dit resulteert mogelijk in minder CO₂-opname, dus minder malaat-opslag, dus ook minder lichtbehoefte de volgende dag. Op basis van ontwikkelde kennis over deze processen in deelonderzoek I, zou een kasproef worden ontworpen met dynamische klimaatregeling gericht op een effectieve en zuinige inzet van CO₂ en belichting.

Echter, op basis van de inzichten uit deelonderzoek I is de strategie aangepast. Het volgende bleek namelijk (onder andere) in deelonderzoek I:

- De potten moeten behoorlijk droog zijn voordat de huidmondjes daadwerkelijk zover knijpen dat de CO₂ opname fors gereduceerd wordt. In een praktijksituatie zal dit hooguit de dag voor watergift voorkomen, tenzij een teler zeer droog teelt.
- Zelfs zonder droogtestress is de CO₂ behoefte hoog: Bij hoge RV is CO₂ doseren zinvol tot maximaal 900 ppm. Bij lage RV kan meer dan 900 ppm zelfs nog zinvol zijn (Tabel 1).

Tabel 1. Effect van CO₂ en RV op de CO₂-opname en de maximale huidmondjesopening. Verschillende letters (a, b, c) geven statistisch significante verschillen tussen de gemiddelden aan (n=6-8, Fishers LSD, $\alpha < 0.05$). Data uit deelrapport I (Trouwborst et al. 2017a)

CO ₂ -gehalte	Dagsom CO ₂ -opname (mol/m ² /s) Bark grof nat		Mate van huidmondjes-opening (mol/m ² /s)	
	60% RV	80% RV	60% RV	80% RV
600 ppm	0.23 ^d	0.26 ^c	0.021 ^b	0.030 ^a
900 ppm	0.26 ^c	0.29 ^{ab}	0.017 ^{cd}	0.019 ^{bc}
1200 ppm	0.28 ^{bc}	0.30 ^a	0.014 ^e	0.015 ^{de}
1500 ppm	0.29 ^{ab}	-	0.013 ^e	-

Deze inzichten beperken de mogelijkheid om CO₂ dosering te reduceren tot lage concentraties, zonder een groot risico dat wordt ingeleverd op productkwaliteit. Echter, er lijken nog genoeg mogelijkheden om toch tot een zuinigere inzet van CO₂ en belichting te komen (zie onder).

Hypothese en doelstelling

Op basis van bovengenoemde inzichten uit deelonderzoek I, en eerder onderzoek, hebben we de volgende hypothese om tot een energiezuinigere kasteelt te komen zonder in te leveren op productkwaliteit:

- In de praktijk wordt CO₂ vaak gedurende 24 uur per dag gedoseerd tot soms hoge concentraties. Uit een informele enquête eind 2016 onder 14 gerenommeerde Phalaenopsisbedrijven bleek dat gemiddeld ± 600 ppm CO₂ overdag en 900 ppm 's nachts gedoseerd wordt in de opkweek, en in de afkweek ± 730 ppm CO₂ overdag en ruim 1000

ppm 's nachts. Juist overdag CO₂ doseren kost relatief veel CO₂, omdat luchtramen vooral overdag geopend worden. Onze hypothese is dat overdag CO₂ doseren gedurende de uren dat de huidmondjes naar verwachting dicht zijn (9 à 10 uur per dag, zie onderbouwing in Trouwborst *et al.* 2016a en 2017b) geen zin heeft. Verder wordt gedurende de opkweek tot 800 ppm gedoseerd, ervan uitgaande dat maximalisatie van de assimilatie gedurende de opkweekfase nog niet bepalend is voor de eindkwaliteit. Juist hele hoge concentraties CO₂ vragen relatief extra veel dosering, vanwege de toenemende diffusie-verliezen naar de buitenlucht (400 ppm CO₂). Daarom kan 100 ppm minder dosering relatief veel besparen. Zie verdere details over de CO₂-strategie in hoofdstuk 2.

- Er wordt getracht met een hogere RV te telen gedurende de uren dat de huidmondjes naar verwachting open zijn overdag, zodat de CO₂-opname door het gewas wordt gemaximaliseerd. Bovendien bespaart een verminderde noodzaak tot afluchten van vocht op inzet van warmte (gas).
- Er wordt met de helft minder belicht gedurende de uren dat de huidmondjes naar verwachting open zijn overdag. Uit eerder onderzoek blijkt dat licht op die uren niet goed benut wordt (Trouwborst *et al.* 2016a en 2017b).
- Het belichtingsschema wordt enige uren verschoven, zodat er meer natuurlijk daglicht is gedurende de uren dat het gewas het licht het beste benut (CAM-fase III; zie Trouwborst *et al.* 2017b).

De uiteindelijke doelstelling is dat de resultaten uit dit onderzoek bijdragen aan een besparing op verbruik CO₂, elektra, en gas (warmte) bij de teelt van *Phalaenopsis*. Dit door ontwikkeling van een teeltconcept waarbij CO₂-dosering en belichting zijn aangepast op de behoefte van het gewas, en waarbij niet meer wordt gegoten en afgelucht dan nodig.

1.2 Aanpak onderzoek

In twee identieke onderzoeksafdelingen van Demokwekerij Westland in het World Horti Center is onderzoek gedaan: een controle-afdeling waarin praktijk-conform geteeld is, en een afdeling waarin bovengenoemde besparende maatregelen zijn toegepast. Het effect op de groei en eindkwaliteit van de drie onderzochte rassen is gemeten.

In week 49 van 2017 is gestart met 13 tot 14 weken oud plantmateriaal (vanaf oppotten) dat volledig afgekweekt is tot bloeiende *Phalaenopsis* planten (week 31 2018).

Zie verdere details over de proefopzet in hoofdstuk 2, en de resultaten en discussie in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 sluit af met de conclusies.

2 Materiaal & methoden kasproef

Het toegepaste onderzoek vond plaats in twee identieke afdelingen van Demokwekerij Westland in het World Horti Center.

2.1 Technische gegevens kasafdelingen

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in twee afdelingen (bouwjaar 2017) van elk 86,4m² bruto. De onderzoeksafdeling en haar installaties waren geheel nieuw en ongebruikt tot dat moment. De kassen waren voorzien van 3 rijen aluminium tafels met een gaasbodem.

De kassen waren voorzien van de volgende installaties: koeling, SON-T belichting, scherming (verduistering/zon/energie), verneveling en buisverwarming. In onderstaande Tabel 2 zijn de technische gegevens terug te vinden. Zie ook de foto op de voorkant voor een indruk.

Tabel 2. Technische gegevens proefkassen.

Kasconstructie	6,40 x 13,5m pothoogte 6,5m
Glas	Diffuus glas Haze factor 40%
Koelinstallatie	200 W koelvermogen per m ² *
Belichting	112 umol/m ² .sec middels 600 W SON-T
CO ₂	Vloeibaar Lindegas
Beregening	Boven
Scherf 1 (onder)	Verduisteringsscherf 99% obscura
Scherf 2a	Bonar PhormiTex Bright energiescherf
Scherf 2b	LS Harmony doek5747 (op hetzelfde dradenbed als 1)
Gevelscherf	Wit, verduisterend en gehele periode gesloten
Aluminium tafels	3x tafel L = 11,5m B= 1,3m netto oppervlakte 45m ² gaasbodem
Verneveling	Hogedruk, afgifte 5,6L

* = eerste 20 weken mobiele koeling

2.2 Plantmateriaal en teeltcondities

De proef is uitgevoerd met een drietal rassen geleverd door Levoplant:

1. Phalaenopsis cv 'Sacramento'
2. Phalaenopsis cv 'Cambridge'
3. Phalaenopsis cv 'Stellenbosch'

Het plantmateriaal werd geleverd op 7 december 2017 (week 49) en was 13 tot 14 weken oud vanaf oppotten. De opkweekfase heeft geduurd tot en met week 15 2018 waarna de koelfase volgde tot en met week 22. De afkweekfase duurde t/m week 31 2018.

De belangrijkste klimaatsettings voor de twee proefkassen staan in Tabel 3 hieronder. Waarbij opgemerkt dat er gestuurd is op een zo gelijk mogelijke planttemperatuur in beide afdelingen. Daarom is in kas 13 iets meer gestookt op de uren dat de lampen voor de helft afgeschakeld waren.

Het belichtingsaspect van de proef is vooral relevant voor het winterseizoen, terwijl de proef liep tot en met week 31 (zomer). Daarom is tweemaal een schermmiddel aangebracht om zo lang mogelijk ‘winterse’ lichtsommen aan natuurlijk daglicht in de kas te behouden.

Details over het *gerealiseerde* klimaat volgen in hoofdstuk 2.3 hieronder.

Tabel 3. Overzicht klimaatsettings in de twee proefkassen.

Kas 14 controle teelt (kas links aan gevel)	Kas 13 energiezuinige teelt (kas rechts)
Belichting SON-T hele teelt: 114 µmol 2:00-17:00*	Belichting SON-T (opkweek) 57 µmol 04:00-05:30* 114 µmol 05:30-15:30* 57 µmol 15:30-19:00* - In koeling en afkweek half uur langer voluit belicht in ochtend en namiddag
CO ₂ : - opkweek 1000 ppm; 600 ppm 3:00-12:30 - koeling en afkweek: 1200 ppm; 600 ppm 4:00-14:00	CO ₂ : - opkweek 800 ppm; 400 ppm 5:00-14:30 - koeling en afkweek: 900 ppm; 400 ppm 6:30-16:00
RV etmaal 68% (nacht >70%)	RV etmaal 78% (lager 5:00-14:30)
Temperatuur: - opkweek 29/28°C D/N - koeling 19.5 °C etmaal - afkweek 21.5 °C etmaal	Temperatuur: - opkweek 29/28°C D/N - koeling 19.5 °C etmaal - afkweek 21.5 °C etmaal

**)Belichtingsschema is halverwege de opkweek (22 februari) verschoven naar een uur later vanwege de toenemende natuurlijke daglengte. De winter is kunstmatig verlengd door fors te krijten en schermen.*

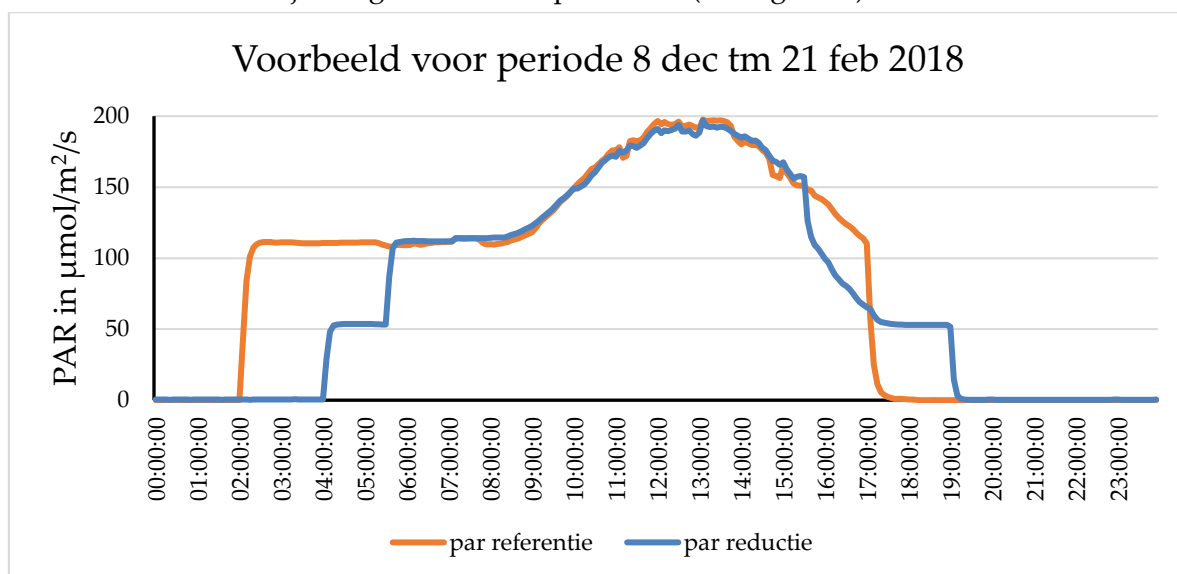
2.3 Klimaat gerealiseerd

2.3.1 Licht (PAR)

In onderstaande grafiek is het verschil in de hoeveelheid aangeboden licht tussen beide afdelingen gevisualiseerd. Het is duidelijk te zien dat in de energiezuinigere afdeling de lampen twee uur later aan- en uit gaan, en met halve intensiteit starten en eindigen. Het betreft een opsomming van zowel kunstlicht als buitenlicht. Per 22 februari is de start- en

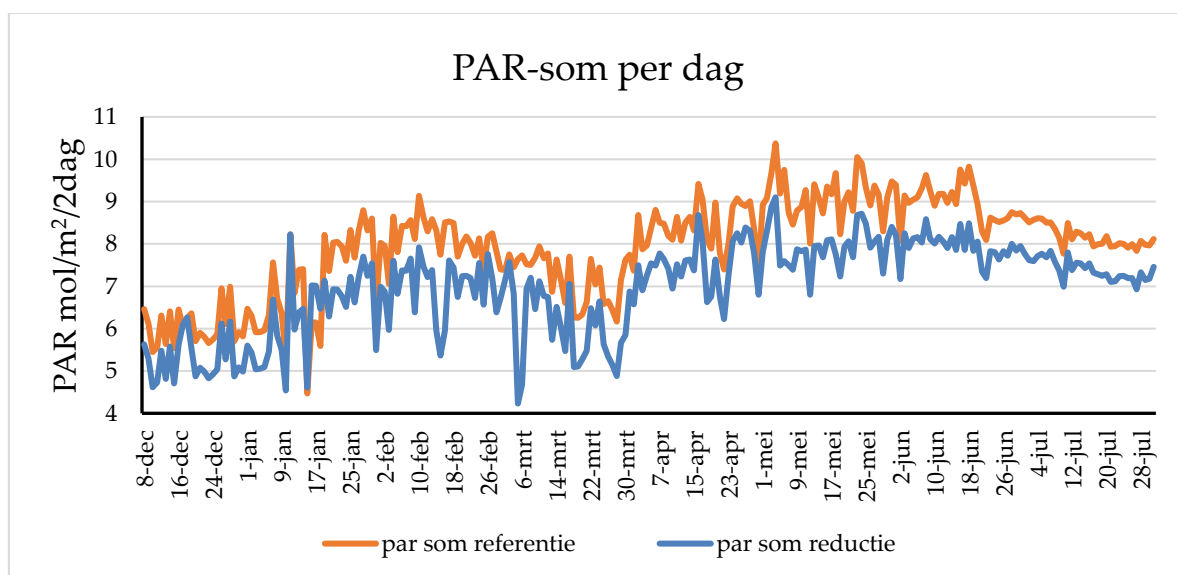
eindtijd van de belichting van zowel de referentie als de proefafdeling met 1 uur verlaat (start 03:00 en 05:00). Er werd gestreefd naar een maximaal lichtniveau van 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ en hiertoe is er tweemaal een schermmiddel aangebracht: 10 februari en 31 maart 2018. Zie details in Tabel 4 op de volgende pagina.

Ervan uitgaande dat het meeste in malaat opgeslagen CO_2 omgezet wordt in assimilaten in de periode van ± 1 uur tot ± 10.5 uur na aangaan licht, zou de energiezuinige behandeling het beste van het natuurlijke daglicht moeten profiteren (zie Figuur 1).



Figuur 1. PAR in de kas op een representatieve dag voor de periode 8 december 2017- 21 februari 2018. De belichting in kas 13 (reductie) begint en eindigt 2 uur later dan in kas 14 (referentie), en was voor de helft uit aan begin en einde dag.

De gerealiseerde PAR-som per dag staat in Figuur 2 onder. Vanaf de koeling (start 11 april) is de PAR-som in beide kassen nauwelijks onder de 7 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{dag}$ geweest.



Figuur 2. PAR-som in de twee proefkassen gedurende de gehele teelt (11 april 2018: start koeling).

Tabel 4. Overzicht acties licht gedurende de proef.

WK	Datum	Gebeurtenis / handeling
49	6 Dec 2017	Planten in afdeling
06	10 Febr 2018	Schermmiddel aangebracht (1)
08	22 Febr 2018	Start- en eindtijd belichting 1u verlaat
13	29 Mrt 2018	Start- en eindtijd belichting 1u verlaat
13	31 Mrt 2018	Schermmiddel aangebracht (2)

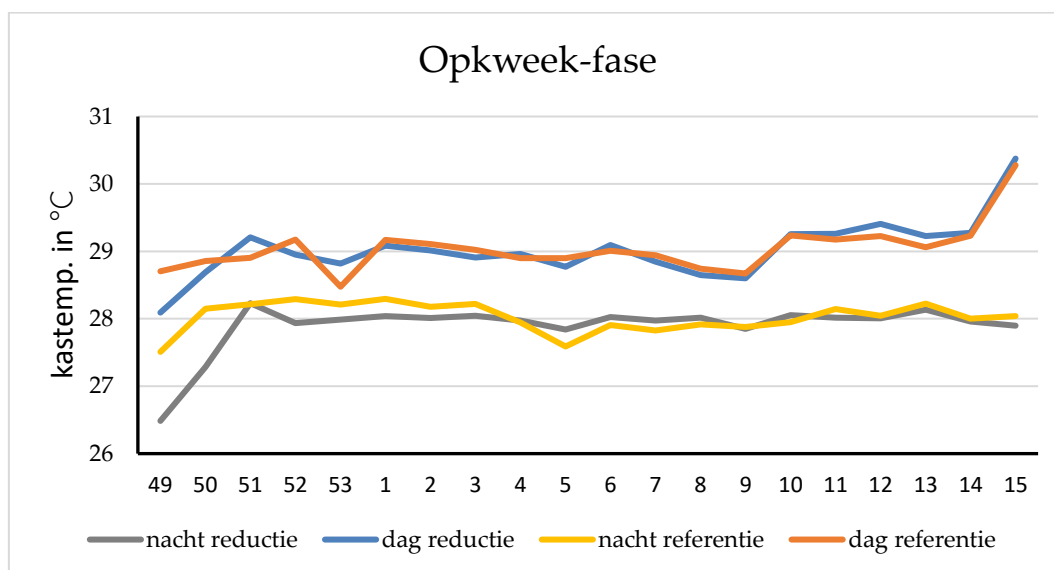
Tabel 5. Overzicht totaal PAR-licht en belichting gedurende de proef (week 49-31). PAR-som totaal (lamplicht + daglicht) is gemeten met PAR-sensor in kas (puntmeting). PAR-som belichting is berekend op basis van de gemiddelde lichtintensiteit en het aantal uren dat de lampen aan waren (hele of halve intensiteit).

Teelt week 49-week 31	Kas 13 reductie	Kas 14 referentie	Percentage kas 13 t.o.v. kas 14
PAR-som totaal (mol/m ²)	1685	1916	88%
PAR-som belichting (mol/m ²)	906	1173	77%

In Tabel 5 hierboven is te zien is dat in totaal 23% op belichting is bespaard in kas 13.

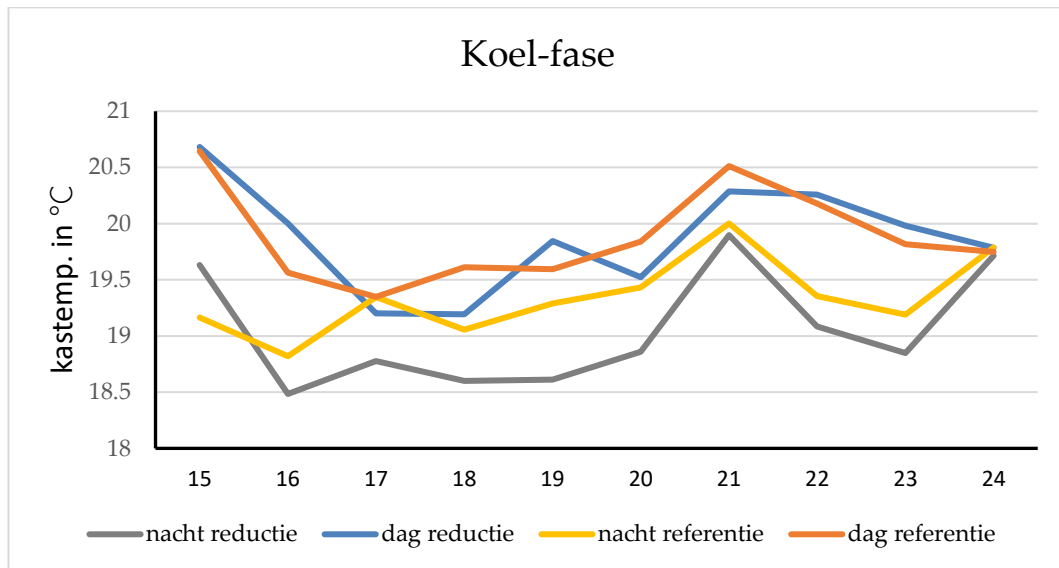
2.3.2 Luchttemperatuur

In onderstaande Figuren staan de dag- en nachttemperaturen van de kaslucht weergegeven voor de opkweek, koeling en afkweekfase.



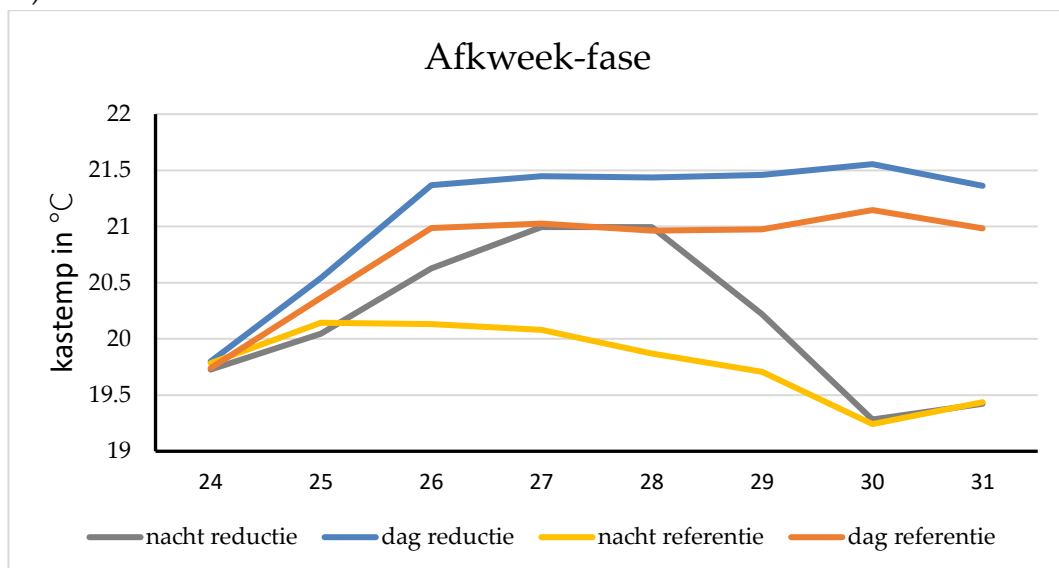
Figuur 3. Temperatuur kaslucht overdag en 's nachts gemiddeld per week (weeknummer) gedurende de opkweekfase.

Het valt op dat de gemiddelde nachttemperatuur een aantal weken wat hoger ($\sim 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) ligt in kas 14 (referentie) gedurende de koelfase. Het effect hiervan op de etmaaltemperatuur is beperkt doordat de nachtperiode slechts 9 van de 24 uur betreft.



Figuur 4. Temperatuur kaslucht overdag en 's nachts gemiddeld per week (weeknummer) gedurende de koelfase.

Gedurende de afkweekfase ligt de temperatuur in kas 13 (reductie) juist iets hoger (gemiddeld $\sim 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

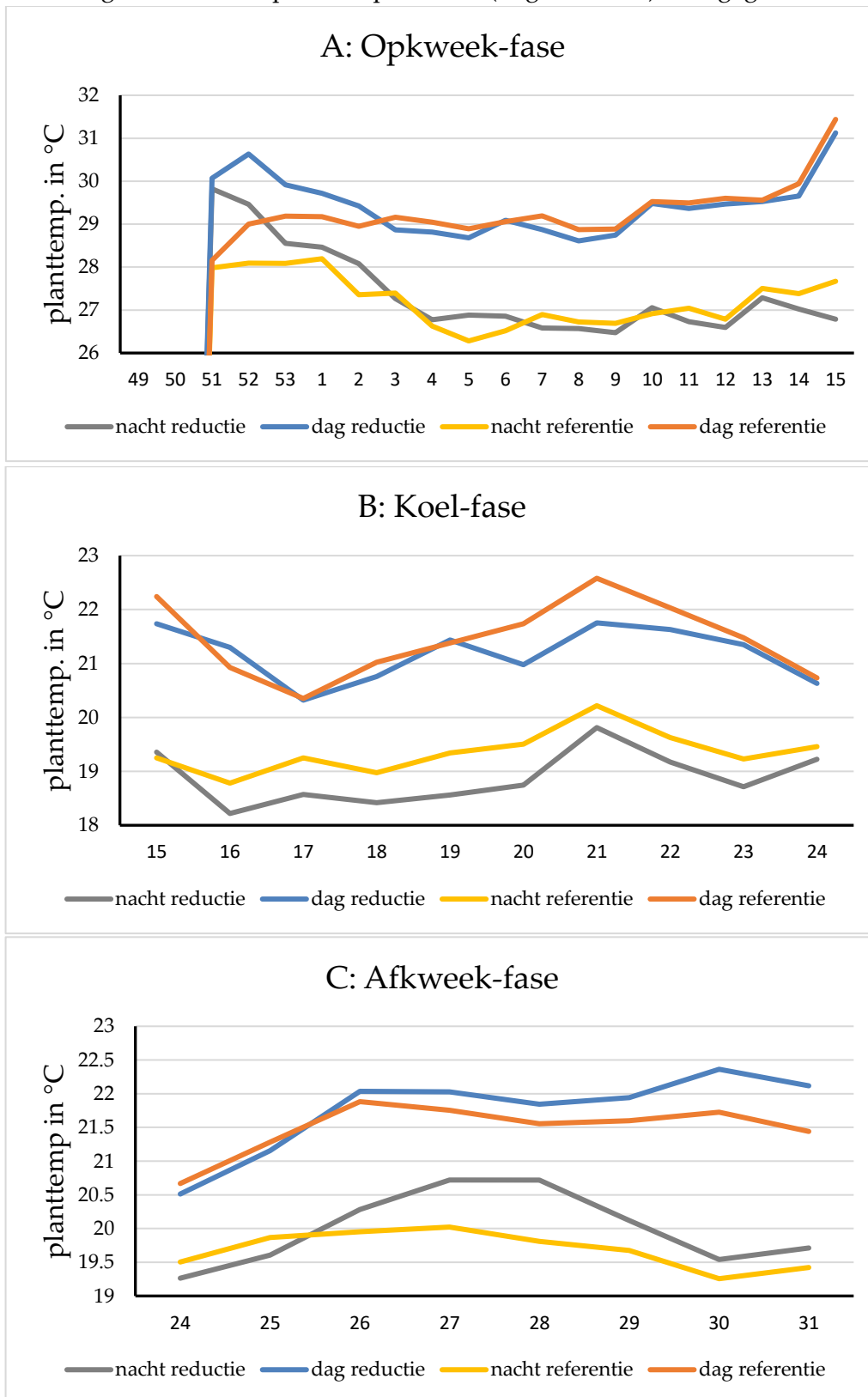


Figuur 5. Temperatuur kaslucht overdag en 's nachts gemiddeld per week (weeknummer) gedurende de afkweekfase.

De verschillen in belichtingsstrategie tussen de twee kassen hebben invloed op de planttemperatuur. Er is getracht hiervoor zover mogelijk te compenseren met luchttemperatuur door iets meer te verwarmen op momenten dat de helft van de lampen uit was in kas 13 (reductie). Hieronder wordt de planttemperatuur weergegeven voor beide kassen.

2.3.3 Planttemperatuur

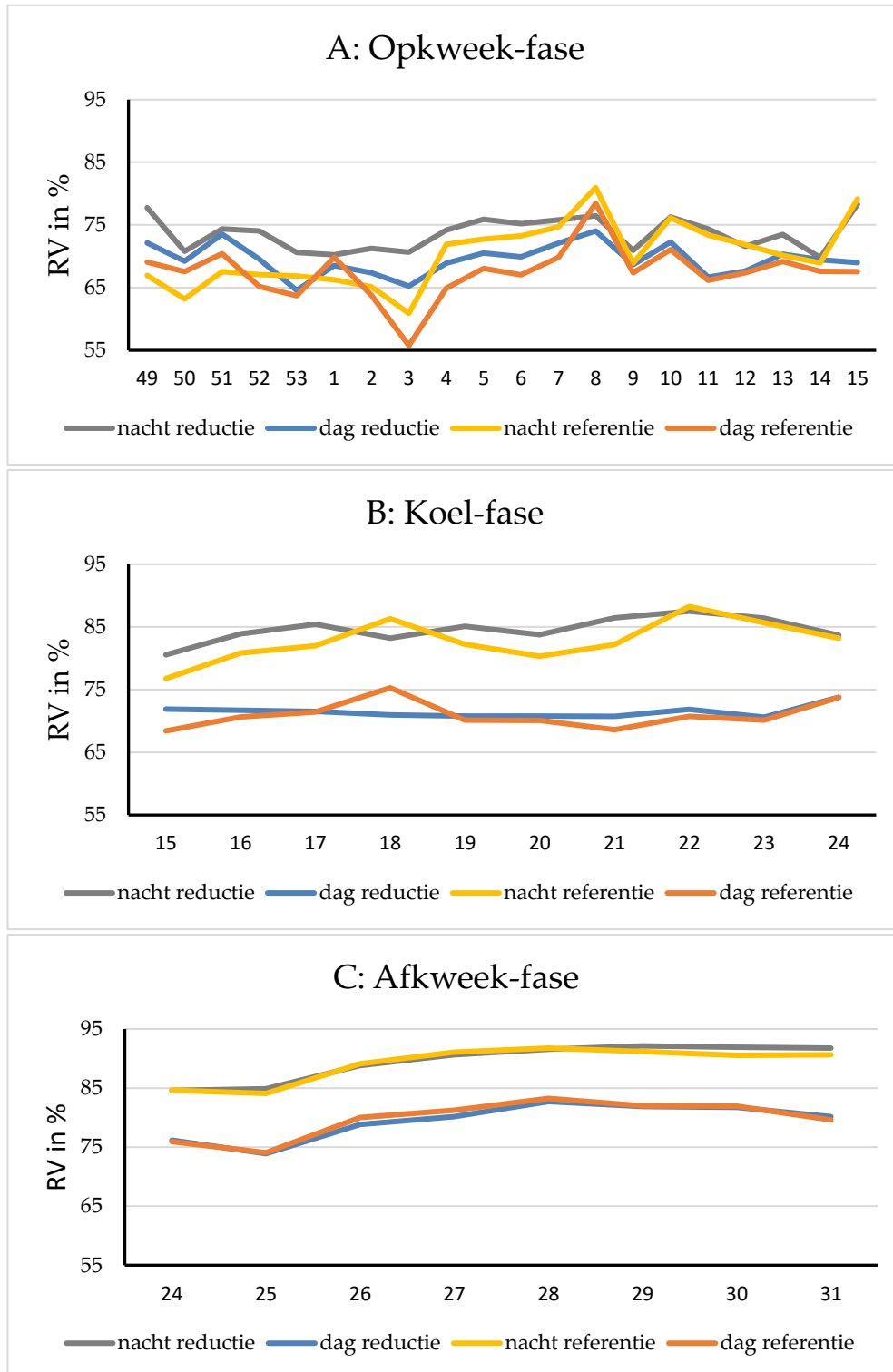
In onderstaande Figuren staan de planttemperaturen (dag- en nacht) weergegeven.



Figuur 6. Planttemperatuur overdag en 's nachts gemiddeld per week (weeknummer) gedurende de opkweek-fase (A), koel-fase (B) en afkweekfase (C).

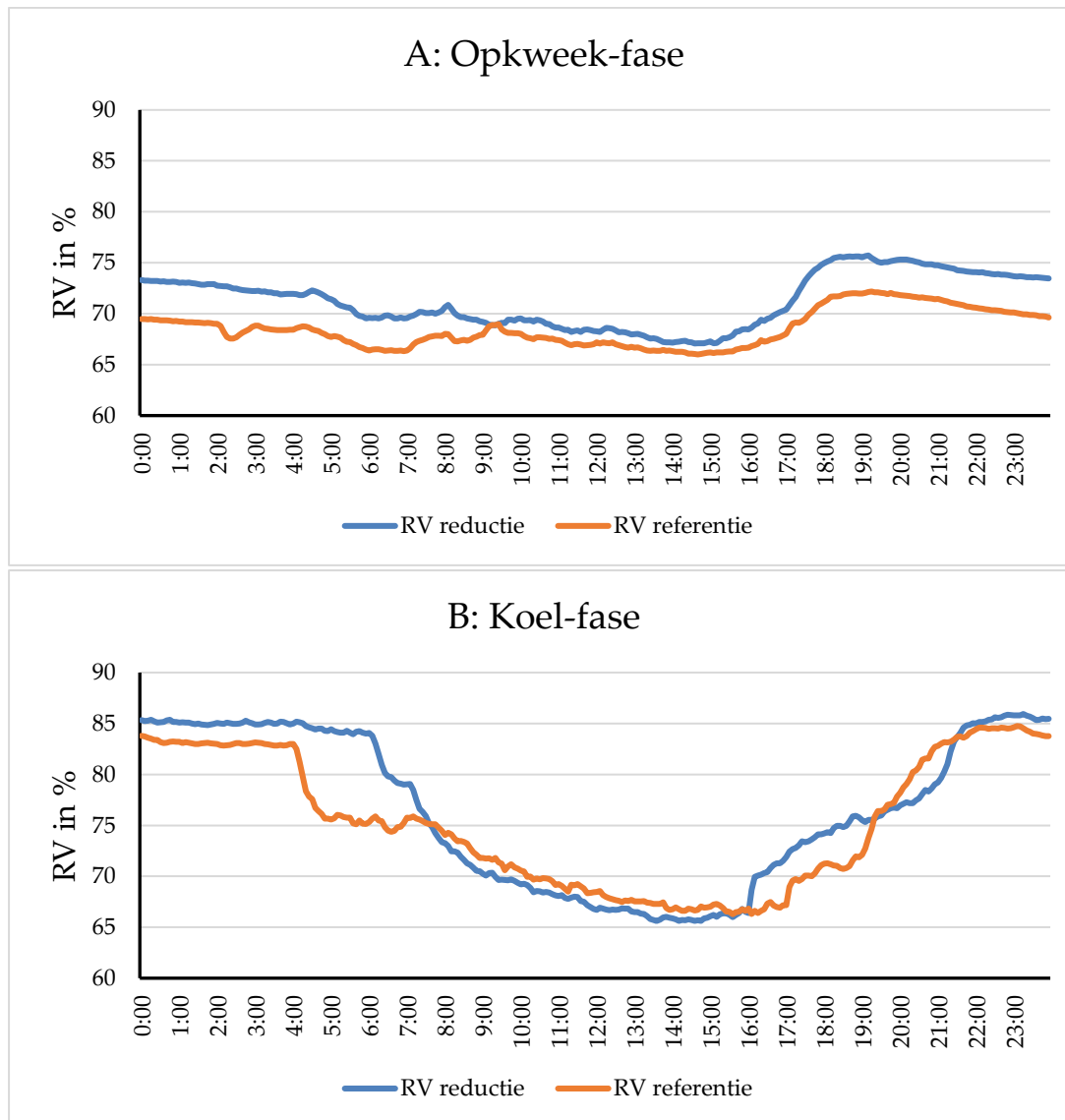
2.3.4 Relatieve luchtvochtigheid

In kas 13 (reductie) is gestuurd op een iets hogere RV dan in kas 1 (referentie). Dit om te compenseren voor de lagere CO₂ dosering (zie 2.3.5): bij hogere RV is de huidmondjesgeleidbaarheid hoger en wordt CO₂ gemakkelijker opgenomen. Zie onderstaande Figuren.



Figuur 7. RV (%) overdag en 's nachts gemiddeld per week (weeknummer) gedurende de opkweek-fase (A), koel-fase (B) en afkweekfase (C).

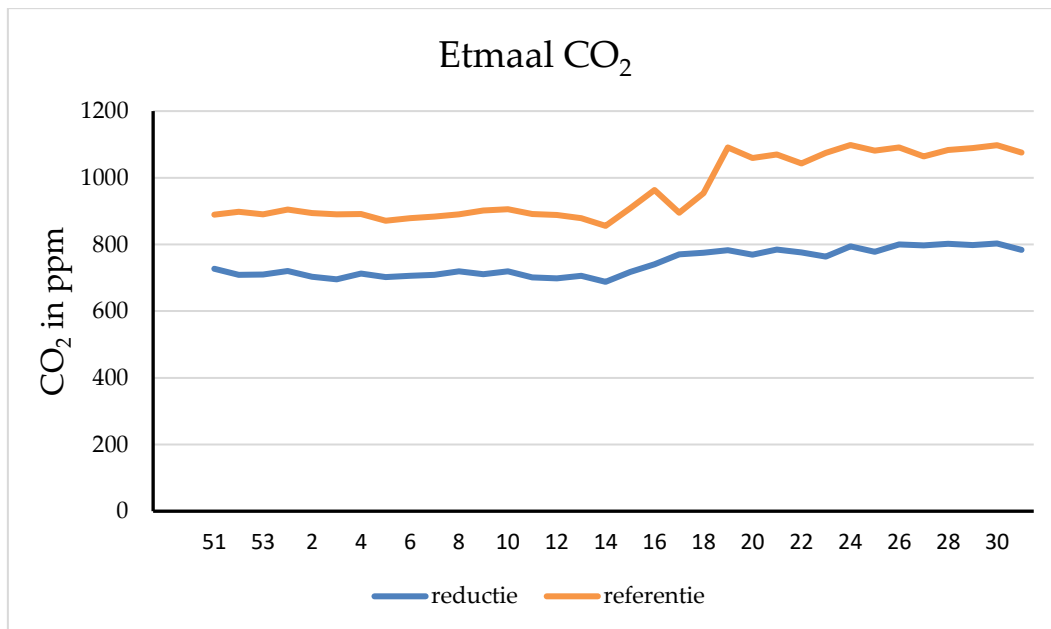
In onderstaande Figuren wordt het verloop van de RV over een representatieve dag weergegeven voor de opkweek en koelfase. Er is getracht juist op die uren dat de huidmondjes open zijn een iets hogere RV aan te houden in kas 13 (reductie). In de afkweek waren de verschillen in RV tussen beide kassen klein (zie Figuur 7 Boven).



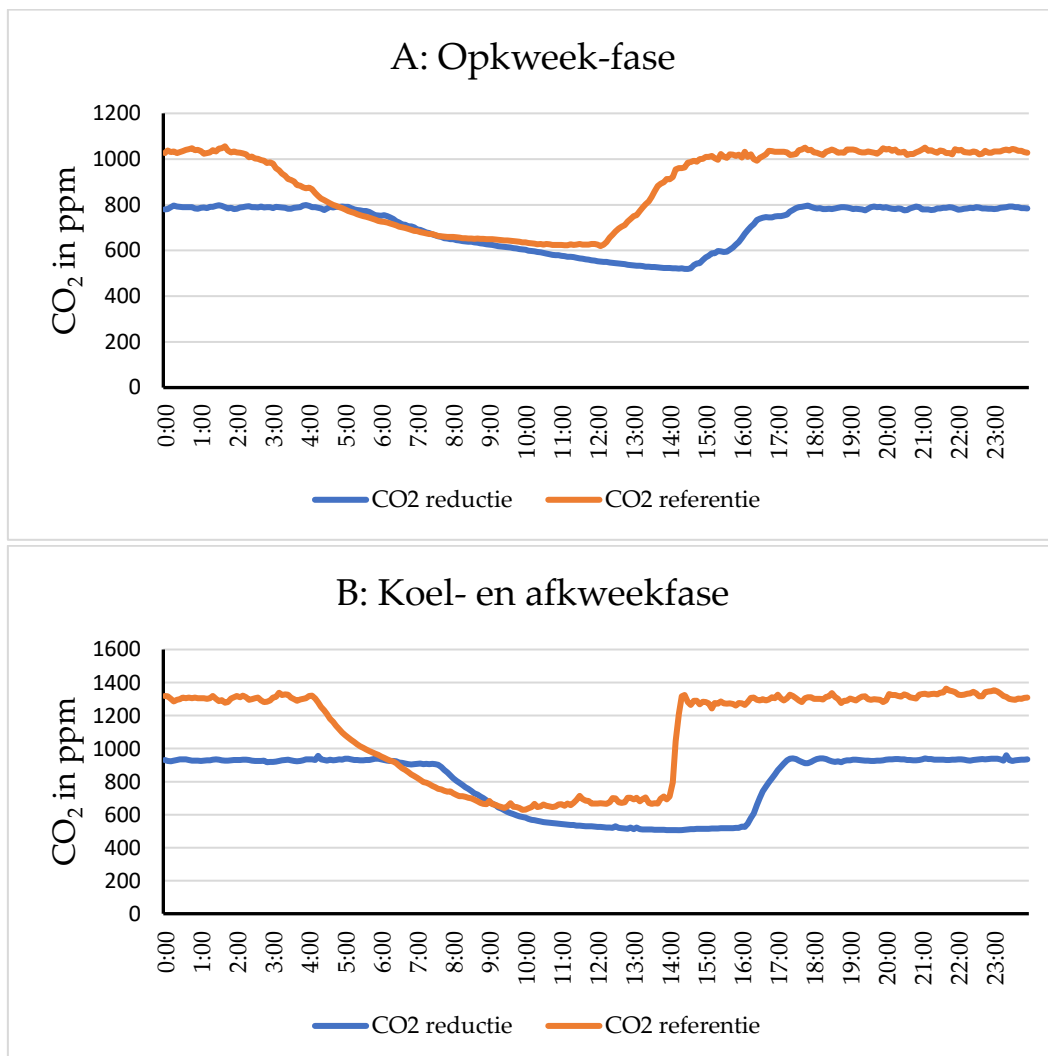
Figuur 8. RV (%) verloop gemeten over een representatieve dag gedurende de opkweek-fase (A) en koel-fase (B).

2.3.5 CO₂

De CO₂ dosering was gedurende de gehele teelt beduidend lager in kas 13 (reductie) dan in kas 14 (referentie). Zie in Tabel 3 de settings voor de verschillende teeltfases voor beide kassen. In onderstaande Figuur 9 is de gemiddelde gerealiseerde CO₂ concentratie per week weergegeven voor de gehele teelt. In Figuur 10 daaronder staat het gerealiseerde verloop over een representatieve dag voor de opkweek en voor de koeling + afkweek.



Figuur 9. CO₂ concentratie in de kas gemiddeld per week (weeknummer) gedurende de gehele teelt.



Figuur 10. CO₂ verloop gemeten over een representatieve dag gedurende de opkweek-fase (A) en de koel- en afkweek-fase (B).

2.4 Proefindeling

De proef is uitgezet in twee proefafdelingen en 4 pseudoheralingen (verschillende veldjes A t/m D binnen dezelfde proefafdeling). In beide afdelingen zijn totaal 12 proefveldjes opgezet, verdeeld over 4 tafelrijen. In onderstaand schema wordt de veldverdeling weergegeven.

Object	Cultivar	Afdelingsnummer	Teeltstrategie
1	Cambridge (wit)	14	Referentie
2	Sacramento (roze)	14	Referentie
3	Stellenbosch (paars)	14	Referentie
4	Cambridge (wit)	13	Reductie
5	Sacramento (roze)	13	Reductie
6	Stellenbosch (paars)	13	Reductie

Referentie-afdeling - 14				
Rest planten Stellenbosch (125 stuks / 1.3*1.6m)	Rest planten Cambridge (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Sacramento (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Cambridge (83 stuks / 1.3*1.1m)	
3A (163 stuks / 1.3*2.1) 3	1B 6	2C 9	1D 12	
2A 2	3B 5	1C 8	3D 11	
1A 1	2B 4	3C 7	2D 10	
Rest planten Cambridge (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Sacramento (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Stellenbosch (125 stuks / 1.3*1.6m)	Rest planten Sacramento (83 stuks / 1.3*1.1m)	

Reductie-afdeling - 13				
Rest planten Stellenbosch (124 stuks / 1.3*1.6m)	Rest planten Cambridge (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Sacramento (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Cambridge (83 stuks / 1.3*1.1m)	
6A (163 stuks / 1.3*2.1) 3	4B 6	5C 9	4D 12	
5A 2	6B 5	4C 8	6D 11	
4A 1	5B 4	6C 7	5D 10	
Rest planten Cambridge (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Sacramento (83 stuks / 1.3*1.1m)	Rest planten Stellenbosch (124 stuks / 1.3*1.6m)	Rest planten Sacramento (83 stuks / 1.3*1.1m)	



Figuur 11. Indeling proefafdeling met 4 tafelrijen.

In week 15 (einde opkweek) zijn 20 planten van ieder proefveldje in kas 13 gewisseld met planten van de proefveldjes in kas 14. Dit om onderscheid te kunnen maken tussen de opkweekfase en de koeling + afkweek voor wat betreft het effect van de teeltstrategie op de eindkwaliteit. Dit is relevant indien blijkt dat de planten van kas 13 (reductie) van mindere kwaliteit zullen blijken te zijn dan de planten uit kas 14 (referentie). In dat geval kan gemeten worden of opkweek bij de zuinigere teeltstrategie (kas 13) en koeling + afkweek bij de praktijkconforme strategie (kas 14) wel voldoende kwaliteit geeft, zodat in ieder geval gedurende een gedeelte van de teelt energiezuiniger geteeld kan worden.

2.5 Gewasmetingen (methode)

In week 49 (start proef) zijn er per cultivar op 4 representatieve planten per cultivar en per teeltstrategie metingen uitgevoerd op:

- Versgewicht – blad en wortel
- Drooggewicht – blad en wortel
- Berekend is het totaal vers en droog gewicht en percentage drogestof

Dit om een indruk te krijgen van het startgewicht van de planten, waardoor eventuele verschillen in groei tussen de behandelingen bij latere plantgewicht-metingen betekenisvoller zijn.

In week 13 (een week voor einde opkweek-fase) zijn per teeltstrategie en per cultivar de volgende metingen uitgevoerd op een representatief aantal van 40 planten; 10 per herhaling:

- Versgewicht – blad en wortel
- Drooggewicht – blad en wortel
- Berekend is het totaal vers en droog gewicht en percentage drogestof

In week 32 zijn eindmetingen uitgevoerd op een representatief aantal van 40 planten; 10 per herhaling. Ook aan de omgezette planten die in de afdeling stonden zijn deze eindmetingen uitgevoerd. Ook hierbij zijn per cultivar en per teeltstrategie 40 planten gebruikt; 10 per herhaling.

- Versgewicht – blad, bloemtak en wortel
- Drooggewicht – blad, bloemtak en wortel
- Berekend is het totaal vers en droog gewicht en percentage drogestof

In week 32 zijn er verder per teeltstrategie voor elke cultivar op een representatief aantal van 80 planten (20 per herhaling) aanvullende gewasmetingen uitgevoerd op diverse plantkenmerken. De metingen zijn daarbij ook apart uitgevoerd aan de omgezette planten (20 per herhaling) bij de cultivars Stellenbosch en Cambridge. In de onderstaande lijst worden de diverse metingen beschreven. Behalve voor de telling van het aantal bloemtakken zijn de metingen alleen uitgevoerd op planten met minimaal 2 bloemtakken.

Tabel 6. Eindmetingen op gewaskenmerken – week 32 (2018)

Plantkenmerken ¹⁾	Omschrijving
Aantal open bloemen	<i>Per plant</i>
Taklengte tweetakkers (van beide takken)	<i>cm</i>
Aantal zijtakken ¹⁾	<i>Per plant</i>
Aantal bloemknoppen (botanisch) ²⁾	<i>Per plant</i>
Aantal bloemknoppen (commercieel) ³⁾	<i>Per plant</i>
Percentage 1 en 2 takkers	<i>Per veld</i>

¹⁾ zijtakken ≥ 5 cm

²⁾ alle zichtbare knoppen

³⁾ alle knoppen groter dan 0.5 cm

De statistische analyses in dit rapport zijn uitgevoerd met het programma Genstat (Anova). Significante verschillen tussen de gemiddelde meetwaarden voor de verschillende behandelingen worden aangeduid met verschillende letters in de tabellen met resultaten (hoofdstuk 3). Verschillen worden aangeduid als significant wanneer de waarschijnlijkheid (P-waarde) gelijk is of lager is dan 0,05.

3 Resultaten & discussie kasproef

3.1 Plantgewicht

Aan het begin van de proef is van een beperkt aantal planten (8 stuks) het startgewicht gemeten (Tabel 7). Deze gegevens zijn puur ter indicatie van het startgewicht van de planten. De spreiding in plantgewicht tussen de individuele planten was groot. Dit geeft aan dat voor betrouwbare uitspraken over verschillen in plantgewicht tussen behandelingen veel grotere aantallen planten gemeten moeten worden.

Tabel 7. Vers- en drooggewicht aan het begin van de proef (week 49). De waarden zijn gemiddelden van 8 planten per cultivar.

Begin proef (week 49)	Cambridge	Sacramento	Stellenbosch
Blad vers (g) ¹⁾	39.5	28.3	44.2
Blad droog (g)	1.9	1.4	2.0
Blad % droog	4.8	5.0	4.5
Wortel vers (g) ¹⁾	17.4	12.3	22.4
Wortel droog (g)	1.2	1.0	1.5
Wortel % droog	6.8	7.8	6.6
Totaal vers (g) ¹⁾	56.9	40.6	66.6
Totaal droog (g)	3.0	2.4	3.5
Totaal % droog	5.3%	5.8%	5.2%



Figuur 12. Overzicht kas 13 (reductie) direct na planten.

Aan het einde van de opkweek (week 13) en afkweek (week 32) is dan ook het plantgewicht aan een groter aantal planten gemeten (10 per proefveldje, dus 40 planten per behandeling per cultivar. Zie de resultaten in Tabel 8 en 9. Het drooggewicht van de bladeren is aan het einde van de opkweek voor drie de cultivars gelijk voor de twee behandelingen (Tabel 8). Het drooggewicht van de wortels is wel hoger voor de planten uit de referentie-afdeling, hoewel de verschillen statistisch niet significant zijn. Dit resulteert alleen bij Stellenbosch in een significant hoger totaal droog plantgewicht aan het einde van de opkweek. Deze trend zet zich

door na de opkweek: aan het einde van de afkweek (Tabel 9) is er geen significant verschil tussen de twee behandelingen in het bovengrondse drooggewicht (bladeren en bloemtakken). Echter, de wortels zijn in alle drie de cultivars zwaarder voor de planten uit de referentie-afdeling. Alleen bij Sacramento is dit verschil ook statistisch significant. Uiteindelijk zijn Sacramento en Stellenbosch significant zwaarder (+10%) in drooggewicht, wat vooral door het verschil in wortelgewicht komt. Het totaal versgewicht verschilt niet significant.

Tabel 8. Metingen plantgewicht kas 13 (reductie) en kas 14 (referentie) vlak voor het einde van de opkweek-fase (week 13 gemeten, start koelfase week 15). Metingen uit 4 veldjes (10 planten per veldje) per behandeling per cultivar. Verschillende letters (a, b) geven statistisch significante verschillen aan.

Einde opkweekfase (week 13)	Cambridge		Sacramento		Stellenbosch	
	Reductie	Referentie	Reductie	Referentie	Reductie	Referentie
Blad vers (g)¹⁾	94.3	93.1	73.0	72.6	88.4	86.0
Blad droog (g)	4.6	4.7	4.0	4.1	4.6	4.6
Blad % droog	4.9	5.1	5.4	5.7	5.2	5.4
Wortel vers (g)¹⁾	57.8	62.5	44.1	45.8	58.8	62.6
Wortel droog (g)	4.6	5.0	3.9	4.3	4.4	5.2
Wortel % droog	8.0	8.0	8.9	9.6	7.5	8.2
Totaal vers (g)¹⁾	152.1	155.5	117.1	118.4	147.2	148.5
Totaal droog (g)	9.2	9.7	7.9	8.4	8.9 ^a	9.8 ^b
Totaal % droog	6.1	6.3	6.8	7.2	6.1	6.6

Tabel 9. Metingen plantgewicht kas 13 (reductie) en kas 14 (referentie) aan het einde van de afkweek-fase (week 32). Metingen uit 4 veldjes (10 planten per veldje) per behandeling per cultivar. Verschillende letters (a, b) geven statistisch significante verschillen aan.

Einde afkweek (week 32)	Cambridge		Sacramento		Stellenbosch	
	Reductie	Referentie	Reductie	Referentie	Reductie	Referentie
Blad vers (g)¹⁾	126.5	122.4	114.3	112.1	129.7	132.0
Blad droog (g)	7.2	7.1	6.6	6.6	4.8	5.3
Blad % droog	5.7	5.8	5.8	5.9	3.7	4.0
Wortel vers (g)¹⁾	77.0	85.6	72.6	74.4	100.3	116.9
Wortel droog (g)	7.8	9.5	7.1 ^b	8.4 ^b	7.1	8.2
Wortel % droog	10.1	11.1	9.7 ^a	11.4 ^b	7.1	7.0
Tak vers (g)¹⁾	48.6	44.6	40.0	40.1	61.8	65.3
Tak droog (g)	4.6	4.5	4.0	4.3	6.3	6.6
Tak % droog	9.4	10.0	9.8 ^a	10.9 ^b	10.2	10.1
Totaal vers (g)¹⁾	252.1	252.6	227.8	226.5	291.8	314.3
Totaal droog (g)	19.5	21.1	17.4 ^a	19.4 ^b	18.2 ^a	20.1 ^b
Totaal % droog	7.7	8.3	7.7 ^a	8.6 ^b	6.3	6.4

In Bijlage I staan de plantgewichten van de planten die aan het einde van de opkweek naar de andere behandeling zijn omgezet. Deze resultaten werpen geen ander licht op bovengenoemde resultaten uit de hoofdbehandelingen: Het enige verschil dat consistent optreedt is een lager wortelgewicht in de reductie-behandeling, waarbij de afname in wortelgewicht ten opzichte van de referentie minder groot is voor de omgezette planten dan voor de planten die de volledige teelt in de reductie-behandeling stonden.

De effecten van de behandelingen zijn in overeenstemming met eerder onderzoek: Een proef waarin een teelt bij 400 vs. 800 ppm CO₂ vergeleken werd liet aan het einde van de opkweek ook een lager wortelgewicht en geen lager bladgewicht zien voor de 400 ppm teelt aan het einde van de opkweek-fase (Trouwborst *et al.* 2016b). In die proef waren aan het einde van de afkweek overigens wel alle plantorganen zwaarder bij de planten uit de 800 ppm behandeling. Ook een eerdere proef waarin de grenzen van het reduceren van belichting werden opgezocht resulteerde in een lager wortelgewicht in de reductiebehandeling aan het einde van opkweek, koeling en afkweek, terwijl de bovengrondse plantdelen steeds niet in gewicht verschilden (Trouwborst *et al.* 2017b).

Figuur 13. Klaarmaken samples voor bepaling drooggewicht wortels en bladeren.



3.2 Bloemtakken: aantal en kwaliteit

In onderstaande Tabel 10 staan de kwaliteitskenmerken van de bloemtakken aan het einde van de afkweek.

Tabel 10. Kwaliteitskenmerken bloemtakken voor kas 13 (reductie) en kas 14 (referentie) aan het einde van de afkweek-fase (week 32). Metingen uit 4 veldjes (20 planten per veldje) per behandeling per cultivar. Verschillende letters (a, b) geven statistisch significante verschillen aan.

Einde afkweek (week 32)	Cambridge		Sacramento		Stellenbosch	
	Reductie	Referentie	Reductie	Referentie	Reductie	Referentie
Percentage 1-takkers	43.5	48.8	0.0	0.0	12.0	12.1
Percentage 2-takkers	56.5	51.2	100.0	100.0	84.5	85.7
Percentage 3-takkers	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.3
Lengte tak 1 (cm)	72.1	77.3	60.9	61.3	72.3 ^a	78.3 ^b
Lengte tak 2 (cm)	73.9	74.1	60.0	61.3	76.2	76.8
Aantal bloemen open	3.6	3.5	1.4	2.2	3.4	4.2
Aantal knoppen botanisch	21.7 ^a	23.7 ^b	18.7	20.9	17.8	18.7
Aantal knoppen commercieel	11.4	11.0	13.4	14.2	11.5	11.0
Aantal zijtakken	0.3	0.5	0.7 ^a	1.1 ^b	0.0	0.0

Het aantal bloemtakken verschilde niet significant tussen de twee behandelingen: Cambridge had in beide behandelingen in iets meer dan de helft van de planten tweetakkers en bij Sacramento hadden alle telplanten twee takken. Bij Stellenbosch was het aantal ééntakkers gelijk (12%) en kwamen ook enige drietakkers voor (Tabel 10). De taklengte kwam gemiddeld iets hoger uit voor de referentie, echter, de verschillen waren alleen bij één van de twee bloemtakken bij Stellenbosch significant.

Het aantal open bloemen is een maat voor de rijpheid tijdens de tellingen. Bij twee van de drie cultivars was de referentie net iets rijper. Dit kan invloed hebben op de telling van het aantal bloemknoppen: rijpere planten hebben eerder meer knoppen die meetellen volgens de veilingnormen ('aantal knoppen commercieel'). Desalniettemin verschilde het aantal knoppen commercieel per plant niet significant. De telling van het totale aantal knoppen ('aantal knoppen botanisch'), dus inclusief de kleine knopjes, lag iets hoger bij de referentie en was

alleen bij Cambridge significant hoger. Er waren vrij weinig zijtakken, met alleen bij Sacramento een klein significant verschil van 0.4 zijtak per plant.

Van de omgezette planten (zie Bijlage II) zijn alleen Cambridge en Stellenbosch beoordeeld op aantal bloemtakken en bloemtakkwaliteit (Sacramento niet). De resultaten van de omgezette planten zijn in dezelfde lijn als de bovengenoemde resultaten voor de twee hoofdbehandelingen. De reductie-behandeling heeft niet tot een significant kwaliteitsverlies geleid op het moment van oogst, gebaseerd op de kenmerken die zijn gemeten. Houdbaarheidsmetingen zijn niet gedaan.



Figuur 14. Cambridge (links) en Stellenbosch (rechts) vlak voor de eindmetingen (week 32).

4 Conclusies kasproef

De doelstelling van de kasproef was het demonstreren van een teelt waarin de grenzen van besparing op CO₂-dosering en belichting werden opgezocht, zonder in te leveren op kwaliteit. Dit met in achtneming van de plantfysiologische inzichten rondom CO₂ benutting uit deelrapport I van dit project, en de eerdere onderzoeken naar lichtbenutting door Plant Lighting. Waarbij opgemerkt moet worden dat een betere kwaliteit niet verwacht mag worden in een teelt waarin minder CO₂ gedoseerd wordt en minder wordt belicht.

Er kan worden geconcludeerd dat er fors bespaard is op CO₂ en elektra (-23%) voor belichting ten opzichte van de referentiebehandeling, maar niet of nauwelijks is ingeleverd op kwaliteit. Na een 35 weken durende teelt was er bij oogst geen significant verschil tussen de twee behandelingen in totaal plantgewicht (vers) en in het bovengrondse drooggewicht (bladeren en bloemtakken). Wel waren wortels in alle drie de onderzochte cultivars zwaarder voor de planten uit de referentie-afdeling. Uiteindelijk waren in de referentiebehandeling Sacramento en Stellenbosch significant zwaarder (+10%) in drooggewicht, wat vooral door het verschil in wortelgewicht komt.

Er was geen significant verschil in aantal bloemtakken, wat een van de belangrijkste kwaliteitskenmerken is. Ook verder waren er geen heel opvallende verschillen in bloemtak-kwaliteit. Het aantal botanische knoppen was net iets hoger in de referentie-behandeling (alleen significant bij Cambridge), maar het aantal bloemknoppen dat meetelt volgens de veilingnormen verschilde niet.

Er is aangetoond dat geteeld kan worden volgens de op CO₂ en belichting besparende principes uit deze proef, zonder dat dat tot beduidend mindere kwaliteit leidt bij oogst. Houdbaarheid na oogst is niet gemeten.

Referenties

- Trouwborst G, Hogewoning SW, Pot CS. 2013.** Meer rendement uit belichting en CO₂ bij Phalaenopsis. Bunnik: Plant Dynamics B.V. & Plant Lighting B.V., 28p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW, Pot CS. 2014.** Minder belichten Phalaenopsis zonder productieverlies? Plant Lighting B.V., Bunnik. 60p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW, Van der Spek R, Pot CS. 2016a.** Minder belichten Phalaenopsis zonder productieverlies II. Plant Lighting B.V., Bunnik. 45p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW, Van der Spek R, Pot CS. 2016b.** Zuiniger met CO₂ bij gelijkblijvende of hogere productie: Phalaenopsis. Plant Lighting B.V., Bunnik. 37p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW. 2017a** Phalaenopsis met minimale input: CO₂, licht en vocht naar gewasbehoefte. Deelrapport I: Plantenfysiologisch onderzoek op procesniveau. Plant Lighting B.V., Bunnik, 27p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW, Van der Spek R. 2017b.** Minder belichten Phalaenopsis zonder productieverlies III: Maximale daglichtbenutting voor minimale belichting Phalaenopsis. Plant Lighting B.V., Bunnik. 52p.
- Taiz L, Zeiger E. 2015.** Plant physiology and development. Sunderland (USA): Sinauer. 761p.

Bijlage I: Plantgewichten omgezette planten

Tabel A. Metingen plantgewicht aan het einde van de afkweek-fase (week 32) van planten uit kas 13 (reductie) en 14 (referentie), plus de planten die aan het einde van de opkweek-fase omgezet zijn van de ene naar de andere behandeling. Metingen uit 4 veldjes (10 planten per veldje) per behandeling per cultivar. Verschillende letters (a, b) geven statistisch significante verschillen aan.

Einde afkweek (week 32)	Cambridge		Sacramento		Stellenbosch	
	Reductie	Reductie→ Referentie	Reductie	Reductie→ Referentie	Reductie	Reductie→ Referentie
Blad vers (g)¹⁾	126.5	126.5	114.3	108.1	129.7	129.7
Blad droog (g)	7.2	7.3	6.6 ^a	6.1 ^b	4.8 ^a	4.8 ^b
Blad % droog	5.7 ^a	5.8 ^b	5.8	5.7	3.7 ^a	3.7 ^b
Wortel vers (g)¹⁾	77.0	84.9	72.6	69.3	100.3	103.0
Wortel droog (g)	7.8	9.4	7.1 ^a	7.9 ^b	7.1	7.7
Wortel % droog	10.1	11.0	9.7 ^a	11.4 ^b	7.1	7.6
Tak vers (g)¹⁾	48.6	50.7	40.8	39.6	61.8 ^a	66.2 ^b
Tak droog (g)	4.6	4.8	4.0	4.1	6.3	6.4
Tak % droog	9.4	9.6	9.8	10.6	10.2	9.7
Totaal vers (g)¹⁾	252.1	261.0	227.8	217.0	293.8	295.5
Totaal droog (g)	19.5	21.5	17.7	18.1	18.1	19.4
Totaal % droog	7.7	8.2	7.8 ^a	8.4 ^b	6.2	6.6

Einde afkweek (week 32)	Cambridge		Sacramento		Stellenbosch	
	Referentie	Referentie →Reductie	Referentie	Referentie →Reductie	Referentie	Referentie →Reductie
Blad vers (g)¹⁾	122.4	125.8	112.1	107.6	132.0	132.5
Blad droog (g)	7.1	7.3	6.6	6.3	5.3	5.0
Blad % droog	5.8	5.8	5.9	5.9	4.0	3.8
Wortel vers (g)¹⁾	85.6	83.8	74.4	70.3	116.9	99.7
Wortel droog (g)	9.5	9.4	8.4	7.5	8.2	7.3
Wortel % droog	11.1	11.2	11.4	10.9	7.0	7.3
Tak vers (g)¹⁾	44.6	43.6	40.1 ^b	34.2 ^a	65.3	62.3
Tak droog (g)	4.5	4.3	4.3	3.5	6.6	6.5
Tak % droog	10.0	9.9	10.9	10.4	10.1	10.4
Totaal vers (g)¹⁾	252.6	253.2	226.5 ^b	212.1 ^a	314.3	294.5
Totaal droog (g)	21.1	21.0	19.4	17.4	20.1 ^b	18.8 ^a
Totaal % droog	8.3	8.3	8.6	8.2	6.4	6.4

Bijlage II: Bloemtakken omgezette planten

Tabel B. Metingen aantal bloemtakken en bloemtakkwaliteit aan het einde van de afkweek-fase (week 32) van planten uit kas 13 (reductie) en 14 (referentie), plus de planten die aan het einde van de opkweek-fase omgezet zijn van de ene naar de andere behandeling. Metingen uit 4 veldjes (20 planten per veldje) per behandeling per cultivar. Verschillende letters (a, b) geven statistisch significante verschillen aan.

Einde afkweek (week 32)	Cambridge		Stellenbosch	
	Reductie	Reductie→ Referentie	Reductie	Reductie→ Referentie
Percentage 1-takkers	43.5	38.8	12.0	12.5
Percentage 2-takkers	56.5	61.3	84.5	78.8
Percentage 3-takkers	0.0	0.0	3.5	8.8
Lengte tak 1 (cm) ¹⁾	72.1	73.9	72.3	76.1
Lengte tak 2 (cm) ¹⁾	73.9	70.5	76.2	77.0
Aantal bloemen open	3.6	3.2	3.4	4.3
Aantal knoppen botanisch	21.7	22.0	17.8	19.1
Aantal knoppen commercieel	11.4	9.8	11.5	11.2
Aantal zijtakken	0.3	0.5	0.0	0.0

Einde afkweek (week 32)	Cambridge		Stellenbosch	
	Referentie	Referentie →Reductie	Referentie	Referentie →Reductie
Percentage 1-takkers	48.8	48.7	12.1	12.0
Percentage 2-takkers	51.2	51.3	85.7	88.0
Percentage 3-takkers	0.0	0.0	2.3	0.0
Lengte tak 1 (cm) ¹⁾	77.3 ^a	71.6 ^b	78.3	76.6
Lengte tak 2 (cm) ¹⁾	74.1	70.6	76.8	76.4
Aantal bloemen open	3.5 ^b	1.8 ^b	4.2	3.8
Aantal knoppen botanisch	23.7	21.7	18.7	17.5
Aantal knoppen commercieel	11.0	11.5	11.0	10.9
Aantal zijtakken	0.5	0.3	0.0	0.0