(POGL)
I
T
8

PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING
WAGENINGEN UR

Bevordering winterbloei bij Anthurium

Effect van belichting op groei en bloei van potanthurium

H.J. van Telgen, N. Straver, J. van der Hulst, N.Garcia



Productschap Tuinbouw

ISN = 1734874

Bevordering winterbloei bij Anthurium

Effect van belichting op groei en bloei van potanthurium

H.J. van Telgen, N. Straver, J. van der Hulst, N.Garcia

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0957 1320

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business Unit Glastuinbouw
Mei 2004

PPO nr. 41313003/41313007

173487

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek werd gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Productschap Tuinbouw

Projectnummer: 41313003 en 41313007

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business Unit Glastuinbouw
Adres : Linnaeuslaan 2A, 1431 JV Aalsmeer
Tel. : 0297 – 352 525
Fax : 0297 – 352 270
E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1 INLEIDING 5
1.1 Probleemstelling 5
1.2 Bloeiongelijkheid bij *A. andreanum* 5
1.2.1 De rol van bladontwikkeling op groei van de bloem bij Anthurium 5
1.2.2 Ontwikkeling van Anthurium onder Nederlandse kasomstandigheden 7
1.2.3 De rol van de plantbalans 7
1.3 Doel en aanpak 8

2 OPZET EN UITVOERING 9
2.1 Plantmateriaal 9
2.2 Teeltomstandigheden 9
2.2.1 Proef met continu belichting tussen 5-9-2003 en 1-04-2004 9
2.2.2 Wisselproef met belichting gedurende kortere tijd 10
2.3 Waarnemingen 10

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE 11
3.1 Temperatuur en stralingsverloop in de proefkassen 11
3.2 Effect belichting bij 'Bonina', 'Champion' en 'Orange Love'. 11
3.2.1 Effect op ontwikkelingsduur 11
3.2.2 Effect op bloemoverslag 13
3.2.3 Effecten van belichting op groei per ras 13
3.3 Wisselproef 'Champion' 14
3.3.1 Effect van belichten op bloemaantal en –grootte op 15-1-2004 14
3.3.2 Effect van belichten op bloemaantal en –grootte op 5-4-2004 16

4 BEDRIJFSECONOMISCHE EVALUATIE 19
4.1 Berekende opbrengsten 19
4.1.1 Productieversnelling 19
4.1.2 Betere winterkwaliteit en klantenbinding 20
4.2 Kosten 20
4.2.1 Kosten van belichting 20
4.2.2 Extra kosten door productiestijging 21
4.3 Berekend netto bedrijfsresultaat 21
4.4 Evaluatie op basis van de proefresultaten 22
4.4.1 Netto bedrijfsresultaat volgens de proefresultaten 23
4.4.2 Belichting bij Champion als snijanthurium 23
4.4.3 Conclusies 24

5 CONCLUSIES, ALGEMENE DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN 25
5.1 Conclusies en algemene discussie 25
5.2 Aanbevelingen 27

6 SAMENVATTING 29

BIJLAGE 1 31

BIJLAGE 2 32

BIJLAGE 3 36

BIJLAGE 4 42

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Bij een aantal rassen potanthurium vormt de bloei in de winterperiode een probleem. Hierdoor wordt de teeltduur van groepen planten sterk verlengd en ontstaat er een dip in de aanvoer. Een globale inschatting is dat het hierbij gaat om 750.000 planten per jaar. Het vermoeden is dat belichting de knopoverslag kan verminderen en tevens de uitgroei en houdbaarheid van de bloemen bevorderen. Hier is echter nooit onderzoek naar gedaan en er zijn geen harde gegevens over bekend.

1.2 Bloeiongelijkheid bij *A. andreanum*

Bij potanthurium vormen de *andreanum*-typen nu de belangrijkste rassen. Probleem bij deze typen vormt het overslaan in de winterperiode, waardoor gedurende een aantal maanden bloemabortie optreedt en geen of nauwelijks bloemen worden gevormd. Sommige rassen blijken daarvoor gevoeliger dan andere rassen.
In de literatuur met betrekking tot het bloeigedrag van Anthurium is veel beschrijvend onderzoek gepliceerd waarin geprobe erd wordt een verklaring te vinden voor de waargenomen bloemabortie bij snij-anthurium (2, 3); verwacht mag worden dat de waarnemingen ook gelden voor de potplanttypen van *A. andreanum*. Aan toetsing van de mogelijke hypothesen - zoals effecten van belichten (duur, intensiteit) en temperatuur op knopoverslag bij anthurium - is of geen direct onderzoek gedaan of dit is nooit gepliceerd.

1.2.1 De rol van bladontwikkeling op groei van de bloem bij Anthurium

Planten zijn in feite modulaire organismen; ze zijn opgebouwd uit een beperkt aantal standaardelementen die volgens een bepaald ontwikkelingspatroon worden herhaald (F. Buwalda, pers.meded.). De kleinste herhalingseenheid wordt wel een **phytomeer** genoemd. Bij Anthurium bestaat een phytomeer uit één blad, één bloem en een (kort) stengellid. Terwijl de plant als geheel blijft doorgroeien, is de groei van het phytomeer in Anthurium eindig. Na uitgroei wordt de verdere groei van de plant overgenomen door een volgend phytomeer. Door Dai en Paull (3) is de ontwikkeling en uitgroei van een phytomeer van Anthurium snijcultivar onder subtropische omstandigheden (Hawaï) uitvoerig beschreven.

Na een juveniele fase waarin *A. andreanum* vegetatief groeit, gaat de plant over tot generatieve groei, waarbij in de oksel van elk blad een bloem ontstaat. De ontwikkeling van de bloemen mag bij *A.andreanum* vanwege het typische groeigedrag niet los gezien worden van de ontwikkeling van de bladeren.
Het vroegste moment dat in de bladschede van een scheut een meetbare nieuwe bloem werd waargenomen, was ongeveer 21 dagen voordat het bijbehorende blad tevoorschijn kwam. Dit ligt weer ongeveer 80 dagen voordat de bloem zelf uit de bladschede verscheen. Op dit tijdstip waar de bloem voor het eerst kan worden waargenomen is de bloemknop ongeveer 0.3 cm lang en het blad ongeveer 3.5 cm lang. In deze fase vinden volop celdelingen plaats in de bloem. In de daaropvolgende 3 weken tot het verschijnen van het blad, groeit de bloemknop langzaam (0.2 mm/dag) naar een lengte van ongeveer 0.8 - 0.9 cm, terwijl het blad in dezelfde tijd een snelle strekking doormaakt (figuur 2).
Vanaf het moment dat het blad op het punt staat uit de schachtbladeren tevoorschijn te komen (bladgrootte was dan 12-18 cm) om te gaan ontvouwen, vindt er een reductie van de bloemgroeisnelheid tot slechts 0.1 mm/dag plaats. Daardoor lijkt de bloem min of meer in rust te gaan en groeit nauwelijks meer. Deze fase duurt ongeveer 21 dagen. In deze periode zijn nog nauwelijks celdelingen waar te nemen, hoewel vaatweefsel en huidmondjes beginnen te verschijnen. Het blad vertoont in deze periode een negatieve fotosynthese, dat wil zeggen het verbruikt meer assimilaten dan het zelf via fotosynthese levert.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Ongeveer 28 dagen nadat het blad tevoorschijn is gekomen, zich heeft ontvouwen en fotosynthetisch positief is geworden, hervat de bloem zijn groei (figuur 2). Behalve de kolf en het schutblad, begint dan ook de bloemsteel te groeien. Het moment van hernieuwde groei ligt weer 28 dagen voordat de bloem uit de schacht tevoorschijn zal komen. Op het moment dat de bloem uit de bladschede tevoorschijn komt, is deze inmiddels 2.5 - 4.5 cm lang. Tussen het tevoorschijn komen van het blad en het tevoorschijn komen van de bloem liggen dus ongeveer 56 dagen. Ongeveer zeven dagen nadat de bloem tevoorschijn is gekomen, verschijnt al het volgende nieuwe blad (11-13 cm lang) in de oksel van de oude bladschede en begint de cyclus weer van voren af aan.

Op basis van deze gegevens is een ontwikkelingsschema (Tabel 1.1) opgesteld. Hierin zijn de verschillende stadia van ontwikkeling aangegeven en het bijbehorende tijdstip waarop deze ontwikkeling heeft plaatsgevonden. Daarbij moet wel bedacht worden dat de absolute waarden van het aantal dagen vanwege andere gemiddelde temperatuur- en lichtniveaus kan verschillen voor de Nederlandse situatie. Het verloop van de ontwikkeling zal echter hetzelfde zijn.
Globaal zijn er vijf verschillende groei- en ontwikkelingsfasen te onderscheiden (A t/m E). Aangezien na bloemabortie in de verdroogde knop vaak nog wel de resten van een bloem kunnen worden aangetroffen, lijkt de inductie van de bloem zelf niet verstoord te zijn en treedt de abortie dus na fase A op. Een verdere aanwijzing hiervoor komt uit de plicatie van Dai & Paull, waarin vrij terloops wordt gemeld dat daar van tijd tot tijd dode bloemknoppen werden gevonden tijdens de fase dat het blad snel strekt (= fase B).

Tabel 1.1: Ontwikkelingsschema *A. andreanum*

DvB* 1	- 80	-70	-60	**-56**	-50	-40	-30	-28	-20	-17	-14	-10	**0**	7	10	20
Fase →	1A			1B				1C			1D			1E		
Blad & bloem 1	Blad ca. 3.5 cm, bloem ca 0.3 cm.	Snelle groei blad, langzame groei bloem		**Blad 1 verschijnt**, bloem ca. 0.9 cm	Exponentiële groei blad, netto fotosynthese negatief, groei bloem 0.1 mm/dag			Blad ca. 35 cm, bloem 0.9 cm	Bloem en bloemsteel groeien		Blad ca. 45 cm, bloem 1.5- 2.5 cm	Groei bloem	**Bloem verschijnt, 2.5 – 4.5 cm lang**	Exponentiële groei bloem		

DvB 2 →	-80	-70	-60	**-56**	-50	-40
Fase →	2A			2B		
Blad & bloem 2	Blad ca. 3.5 cm, bloem ca 0.3 cm.	Snelle groei blad, langzame groei bloem		**Blad 2 verschijnt**, bloem ca. 0.9 cm	Exponentiële groei blad, netto fotosynthese negatief,	

DvB: Dagen voor verschijnen zichtbare bloem

Andere aanwijzingen dat vooral fase B en C belangrijk zijn:

I. Jonge, onrijpe bladeren hebben een negatieve nette fotosynthese, omdat het fotosyntheseapparaat nog niet volledig ontwikkeld is en de onderhoudsademhaling hoger is dan de assimilatieopbrengst. Het blad groeit dan aanvankelijk op de reserves uit andere delen van de plant.
II. Jonge ontwikkelende bladeren zijn blijkbaar grotere sinks dan andere delen van de plant, inclusief de nog onrijpe bloem. De snelle groei van het blad fungeert als sterke sink, die alle assimilaten en nutriënten naar zich toe trekt en daarmee de bloem de benodigde assimilaten en nutriënten ontzegt, waardoor de groei bijna komt stil te staan.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

III. Wanneer vóór fase D het jonge ontwikkelende blad verwijderd werd (= verandering van de source-sink verhouding), resulteerde dit in een versneld verschijnen van de bloem (4).
IV. Pas wanneer het blad weer een positieve netto fotosynthese had (aan het eind van fase B) en meer assimilaten maakt dan verbruikt, kan het weer als source voor de bijbehorende bloem gaan fungeren en kon de groei en ontwikkeling van de bloem weer op gang komen.

1.2.2 Ontwikkeling van Anthurium onder Nederlandse kasomstandigheden

Door Klapwijk (2) werden in de jaren 80 in Naaldwijk en omgeving 11 verschillende *Anthurium* klonen gevolgd in hun groei en ontwikkeling. Klapwijk heeft de ontwikkelingstijd van de phytomeren (voor begrip phytomeer zie 1.2.1) gemeten, die door hem wordt aangeduid met bladplastochron. Hierbij bleek dat vanaf begin maart tot begin oktober de periode tussen twee dezelfde ontwikkelingsstadia van twee opeenvolgende bladeren (de bladplastochron of opvolgingssnelheid) vrij constant was en gemiddeld 72 dagen bedroeg. Daarbij leken in deze periode het buitenstraling niveau en daglengte niet van invloed te zijn op de initiatiesnelheid van de bladeren. Rond 10 oktober trad echter een abrupte toename van de bladplastochron op tot een waarde van meer dan 150 dagen. In de volgende 4 maanden nam de bladplastochron weer geleidelijk af tot eerder genoemde 72 dagen.
Vanaf februari, wanneer de bladplastochron zich weer op een stabiel niveau van ongeveer 72 dagen had hersteld, nam ook de tijd vanaf tevoorschijn komen van de bloem tot oogst weer af, waarschijnlijk als gevolg van een betere groei door hogere stralingsniveaus en/of temperatuur. De kortste groeiduur (ca. 48 dagen) werd waargenomen in de zomermaanden juli en augustus. De groeiduur van de bloemen ijlt dus enigermate na op die van de bladeren.
Vanaf september (dus al vóór de abrupte toename in bladplastochron) begon de groeiduur van de bloemen al langzaam toe te nemen. Hierbij gaat het dus om de bloemen die uiteindelijk nog wel tot bloei kwamen. Daarnaast trad echter in de winter ook massale abortie van reeds gevormde bloemen op en dit vormt vermoedelijk de oorzaak van het overslaan en matige bloei vroeg in het jaar. Het hoge niveau van bloemabortie in de proeven van Klapwijk viel samen met lage natuurlijke stralingsniveaus van november tot januari. Dit suggereert dat een veranderde plantbalans mogelijk de oorzaak is van het aborteren van de bloemknop.

1.2.3 De rol van de plantbalans

Met plantbalans wordt bedoeld het evenwicht tussen de draagkracht van de plant (aanmaak) aan de ene kant en de vraag (verwerking) aan de andere kant. Sterk versimpeld komt dit neer op:

Draagkracht = Vraag -> stabiele groeisnelheid
Draagkracht > Vraag -> opbouw extra biomassa, groeiversnelling mogelijk
Draagkracht < Vraag -> verbruik reserves, groeivertraging mogelijk.

De aanwijzingen dat een verstoorde plantbalans de oorzaak is van bloemknop abortie in de winter zijn:
- Juist in oktober/november is de anthuriumplant zeer zwaar belast met relatief veel in de nazomer gevormde, jonge bladeren (=grote vraag).
- Als deze bladeren zich dan nog in ontwikkelingsfase B bevinden, hebben deze een negatieve netto fotosynthese, dat wil zeggen dat het blad op dat moment meer assimilaten gebruikt dan het vormt. De groei van de bloem komt in deze fase vrijwel stil te staan (0.1 mm/dag).
- Gelijktijdig lopen de stralingsniveaus in deze periode terug, waardoor minder assimilaten worden aangemaakt, maar doordat de jonge bladeren fungeren als zeer sterke sink, zullen zij sterk trekken aan de nog aanwezige assimilaten. Deze moeten dan haast wel afkomstig zijn uit andere delen van de plant.
- Indien de assimilatenpool leeg raakt, zal de ontwikkelings- en groeisnelheid van het jonge blad sterk afnemen en er langer over doen het stadium te bereiken dat het weer netto fotosynthese vertoont.

Aangezien de groei van de bloemen direct afhangt van het functioneren van het bijbehorende blad, kan het tekort aan assimilaten gedurende een langere tijd grote gevolgen hebben. Hoe dit precies in de Anthurium plant gereguleerd wordt is onbekend, maar er zijn verschillende scenario's mogelijk.
- De aanvoer van assimilaten naar de bloem daalt onder een (genetisch) bepaald drempelniveau waarna geprogrammeerde celdood optreedt.
- De groei- en ontwikkelingssnelheid van de bloem die in deze fase al laag is (0.1 mm/dag), stopt

volledig. Als dit te lang duurt, treedt celdood op.
- De sinkwerking van het blad is zo groot dat de bloem zelf leeg getrokken wordt.

Wat precies de bepalende factor is (assimilaten aanvoer, daling groeisnelheid of stoppen groei), is niet bekend.

Op grond van deze hypothesen zijn een aantal oplossingsrichtingen mogelijk:
- een verhoging van de aanmaak van assimilaten in de probleemperiode.
- proberen de sinkactiviteit van de jonge bladeren te verlagen
- zorgen voor een hogere assimilatenpool aan het eind van de zomer (dus vóór de probleemperiode)

Licht en temperatuur zijn daarbij voor de teler de mogelijkheden tot sturing. Op dit moment is de situatie op de meeste bedrijven zo, dat licht de beperkende en daardoor bepalende factor is, terwijl de temperatuur voldoende gehandhaafd kan worden. De gewenste situatie is dat het licht niet de beperkende factor vormt, zodat alleen met temperatuur gestuurd kan worden. In de Nederlandse situatie zou dit echter dermate hoge installatieniveaus vereisen, dat dit al snel te kostbaar wordt of schade aan de planten kan veroorzaken. Het zoeken is dus naar de middenweg.

Licht en temperatuur hebben elk hun eigen specifieke effect op de groei van ontwikkelende plantonderdelen (F. Buwalda; pers. mededeling): meer licht resulteert over het algemeen in meer biomassa (=groei), terwijl de temperatuur vooral een effect heeft op de ontwikkelingssnelheid (= de snelheid waarmee de phytomeren worden afgesplitst) en daarmee de sinkactiviteit kan beïnvloeden. Hoe de plant er uiteindelijk komt uit te zien wordt hoofdzakelijk bepaald door de verhouding tussen groei (biomassaproductie) en ontwikkelingssnelheid, dus in feite de interactie tussen licht en temperatuur. Voor potanthurium moet daarom eerst duidelijk worden vastgesteld wat precies belangrijk is. Is het de lichtintensiteit of lichtsom die de planten ontvangen en zijn er effecten van daglengte of fotoperiode?

1.3 Doel en aanpak

Doel van de proef is om gedurende de winterperiode de invloed van assimilatielicht op bloemoverslag en plantontwikkeling te inventariseren. De werkhypothese is dat bloemoverslag veroorzaakt wordt door een verstoring in de verdeling van assimilaten tussen blad en ontwikkelende bloem. Het probleem lijkt vooral te ontstaan in oktober-november wanneer de planten vanuit de lichte zomer komen en plotseling veel lagere lichtintensiteiten krijgen. De verwachting is dat hoe meer licht gegeven wordt, hoe minder overslag. De vragen die in de proeven beantwoord moeten worden, zijn:

(1) Wat is het minimaal benodigde belichtingsniveau (intensiteit en duur) om groei- en bloeivertraing te voorkomen?
(2) Hoe groot zijn deze effecten precies in termen van groeisnelheid, bloeirijkheid en biomassaproductie, m.a.w. wat zijn de kwantitatieve effecten? Hiermee is meer inzicht te krijgen in de economische haalbaarheid van belichten.

Het is niet bekend bij welke drempelwaarden de bloem gaat aborteren (daarvoor dient de proef), maar ook niet of het voldoende is om de planten alleen door de kritieke periode heen te loodsen mét belichting om ze daarna op eigen kracht door de winter te laten groeien (dus eigenlijk hoeveel weken de belichting minimaal moet duren). Om dit te onderzoeken vindt op de randtafels een extra proef plaats, waarbij de planten op gezette tijden worden gewisseld tussen wel belicht en niet belicht.

2 Opzet en uitvoering

2.1 Plantmateriaal

In totaal zijn in de proef drie rassen opgenomen: "Bonina", "Champion" en "Orange Love".
Halfwas, jonge planten van ieder ras waren ter beschikking gesteld door respectievelijk KP-Holland, Anthura BV en Rijnplant BV. Om invloed van substraat- en pottype te minimaliseren zijn de benodigde jonge planten in de eerste week van juli 2003 bij KP-Holland centraal opgepot in hetzelfde type pot en potgrond. Daarna zijn de planten direct naar PPO Aalsmeer vervoerd en in de kas gezet.
De planten van 'Champion' bleken echter aanzienlijk jonger dan de andere 2 rassen en zijn op 15 september vervangen door oudere planten. Deze stonden echter in een ander pottype en substraat, zodat een echte vergelijking van de rassen niet meer mogelijk was. De oorspronkelijke 'Champion' planten zijn op de randtafels gezet en hiermee is de wisselproef uitgevoerd.

2.2 Teeltomstandigheden

2.2.1 Proef met continu belichting tussen 5-9-2003 en 1-04-2004

De planten zijn per kashelft geloot; per kashelft waren per behandeling per ras steeds 2 eb-vloed tafels met 70 planten per tafel. Per kashelft zijn de groepen planten dagondersteunend belicht met verschillende lichtintensiteiten en duur als het niveau van de buitenstraling onder de 150 W/m^2 kwam. De ingestelde behandelingen waren (zie ook tabel 2.1):

- Kas A - links: geen belichting.
- Kas A - rechts: 4000 lux, maximaal **14** uur per dag wanneer niveau buitenstraling lager dan 150 W/m^2, tussen 04.00 en 18.00 uur.
- Kas B - links: 8000 lux, maximaal **14** uur per dag wanneer niveau buitenstraling lager dan 150 W/m^2, tussen 04.00 en 18.00 uur.
- Kas B - rechts: 8000 lux, maximaal **10** uur per dag wanneer niveau buitenstraling lager dan 150 W/m^2, tussen 06.00 en 16.00 uur.

Vanaf 5 september tot en met 1 april werd belicht. In deze periode waren de belichte kashelften van elkaar gescheiden door een 4 m hoog gordijn van ondoorzichtig wit dubbelfolie om wederzijdse instraling te voorkomen.

Tabel 2.1. Verdeling lichtbehandelingen en planten over de kashelften

Kas A (Onbelicht en 4000 Lux)			**Kas B (8000 Lux)**		
Onbelicht		**14 uur 4000 lux**	**14 uur 8000 lux**		**10 uur 8000 lux**
'Champion' II		*'Champion' II*	*'Champion' II*		*'Champion' II*
'Orange Love'		'Orange Love'	'Champion' I		'Orange Love'
'Champion' I		"Bonina"	"Bonina"		'Bonina'
'Bonina'		"Champion" I	'Orange Love'		'Champion' I
'Champion' I		"Orange Love"	'Orange Love'		'Orange Love'
'Bonina'		'Champion' I	'Champion' I		'Bonina'
'Orange Love'		'Bonina'	'Bonina'		'Champion' I
'Champion' II	deur	*'Champion' II*	*'Champion' II*	deur	*'Champion' II*

De ingestelde dag-nacht ruimtetemperaturen waren voor september 22 – 21°C, oktober 21 – 20°C, november 20 – 19°C en voor december en januari 19.4 – 18.6°C. Vanaf 1 februari werd het omgekeerde stookschema aangehouden. Het gebruik van het ondernet werd beperkt tot een maximaal toegestane pottemperatuur van 1° boven de ruimtetemperatuur. De meetbox voor de klimaatcomputer hing per kas in

het deel met de laagste lichtintensiteit of -duur. Per kashelft werden met aparte sensoren aanvullend de temperatuur en hoeveelheid PAR licht op gewasniveau gemeten.
Naar behoefte werd voeding gegeven met standaard voedingsoplossing EC 1.8; 1 maand nadat het belichten begonnen was, werd de EC voor de belichte behandelingen verhoogd naar 2.0 voor de 4000 Lux behandeling en 2.2 voor de 8000 Lux behandelingen.

2.2.2 Wisselproef met belichting gedurende kortere tijd

Om te onderzoeken of het voldoende is om de planten alleen tijdens de kritieke periode in oktober-november te belichten en ze daarna op eigen kracht door de winter te laten groeien (dus eigenlijk hoeveel weken de belichting minimaal moet duren), zijn 'Champion' planten uit de verschillende behandelingen op gezette tijden gewisseld. Aangezien er per behandeling hiervoor 140 planten waren en de groepen niet te klein mogen worden, zijn niet alle behandelingen gewisseld, maar is een combinatie van twee bij twee gemaakt. Planten uit kas A - onbelicht werden gewisseld met planten uit Kas B - 10 uur, 8000 Lux en planten uit kas A – 14 uur, 4000 Lux werden gewisseld met kas B – 10 uur, 8000 Lux.
De wisseldata waren 3 november (2 maanden belicht), 2 december (3 maanden belicht) en 5 januari (4 maanden belicht).

2.3 Waarnemingen

In de proef waarbij de planten voortdurend belicht of onbelicht werden geteeld, werden op 15 september op iedere tafel 10 planten geselecteerd met een scheut in een gelijk ontwikkelingsstadium (blad net uit de bladschede) en gemerkt. Van iedere behandeling en ras zijn zodoende 20 planten geselecteerd. Vanaf 15 september tot 1 april zijn deze gemerkte planten wekelijks waargenomen en is het verschijnen van blad en bloem geregistreerd om zodoende de ontwikkelingssnelheid en bloemoverslag in kaart te kunnen brengen. Voor verdere details zie paragraaf 3.2.1.

Bij het einde van de proef in april zijn van alle gemerkte planten het aantal bloemen, de lengte en breedte van de langste bloem, de hoogte en breedte van het grootste blad en het aantal bloeiende scheuten per plant gemeten. Uit iedere behandeling is van 10 planten het vers- en drooggewicht van de bovengrondse delen bepaald. Het gewicht van de ondergrondse delen is niet betrouwbaar te meten en daarom achterwege gelaten.

De planten uit de wisselproef zijn twee keer waargenomen: op 15 januari en op 5 april. Op die data zijn het aantal bloemen per plant, lengte en breedte van de langste bloem gemeten. Alle data zijn vervolgens verwerkt en geanalyseerd met behulp van Genstat.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

3 Resultaten en discussie

3.1 Temperatuur en stralingsverloop in de proefkassen

In Bijlage 1, figuren B1.1 en B1.2 is het verloop van de gemiddelde etmaaltemperatuur en stralingssom op plantniveau weergegeven. Vanaf het begin van de belichtingsperiode op 5 september geeft de assimilatie-belichting al een verhoging van de dagelijkse ontvangen PAR som. Op 21 september is ten opzichte van de onbelichte controle de verhoging ongeveer 44% voor de 4000 Lux behandeling en 65% voor de 8000 Lux behandelingen. Op 21 december werd ruim 200% meer PAR licht ontvangen door de 4000 Lux en gemiddeld ruim 300% door de 8000 Lux behandelingen. Hierdoor ontstonden over de hele periode flinke verschillen in ontvangen hoeveelheid PAR licht tussen de behandelingen (zie de tabellen in Bijlage 4).
Voor het stoken werd niet gecorrigeerd voor opwarming ten gevolge van de belichting. Hierdoor wordt op donkere dagen waarbij de belichting veel ingeschakeld is, de temperatuur gemiddeld 0.5°C (4000 Lux) tot 1.5°C (8000 Lux) hoger dan in de onbelichte behandelingen. Wanneer werd berekend wat deze verhoging betekende voor de hoeveelheid PAR-licht per graad Celsius, bleken de planten bij 14x4000 Lux en 10x8000 Lux de planten gemiddeld ongeveer evenveel PAR licht per °C hebben ontvangen, de 14x8000 Lux daar iets boven te blijven en de onbelichte sterk achter te blijven.

3.2 Effect belichting bij 'Bonina', 'Champion' en 'Orange Love'.

3.2.1 Effect op ontwikkelingsduur

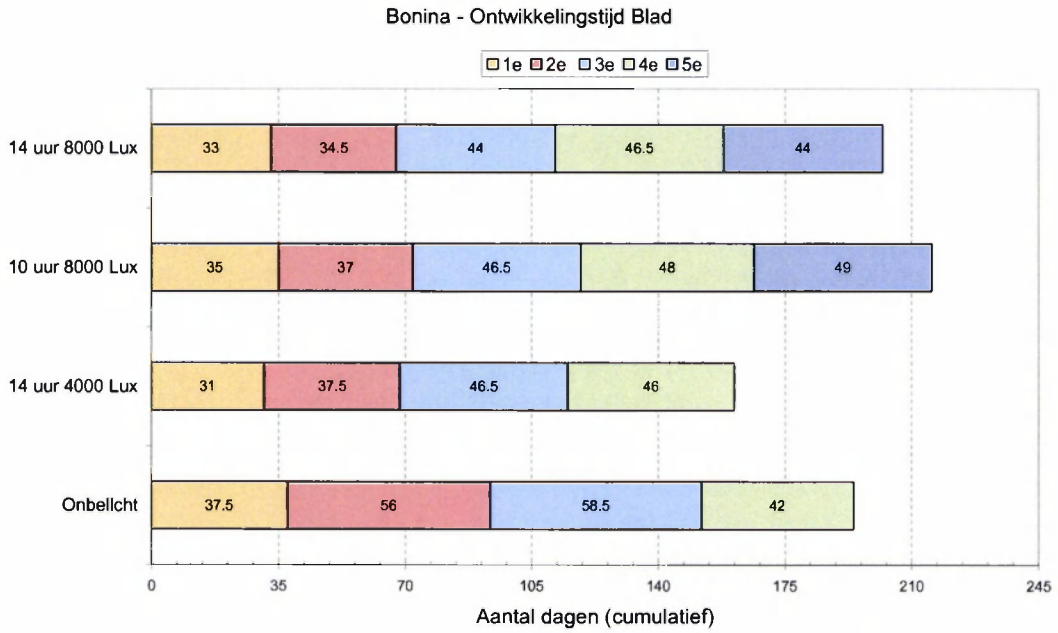
Bij de tussenmeting op 15 januari 2004 was visueel al waar te nemen dat belichten resulteert in meer en grotere bloemen (zie foto's in Bijlage 2). De oorzaak van het verschil was dat vooral bij de onbelichte planten veel scheuten geen enkele bloem hadden gevormd, terwijl dit bij de belichte planten wel gebeurd was. Ook waren deze bloemen significant langer en breder.

Om een indruk te krijgen wat het effect van belichting op de ontwikkeling en groei van de planten is, is ieder ras gedurende de volle belichtingsperiode wekelijks waargenomen. De gevolgde methode daarbij was:
- Op 15 september (dag 0) zijn per tafel tien planten per ras (in totaal 20 planten per ras) geselecteerd waarin een scheut aanwezig was met een net uitgekomen blad. Dit blad werd blad 0 genoemd en de scheut werd gemerkt.
- Vervolgens is wekelijks de verdere ontwikkeling van deze gemerkte scheuten waargenomen.
- Vastgesteld werd op welke dag
  - (a) de bloem behorend bij blad 0 verschijnt (1^{e} bloem) en
  - (b) wanneer het volgende blad (= 1^{e} blad) verschijnt.
- Het gemiddeld aantal dagen (gerekend vanaf dag 0) van de 20 meetplanten werd de ontwikkelingstijd 1 van bloem respectievelijk blad genoemd.
- Hierna zijn de waarnemingen voortgezet en genoteerd wanneer het volgende blad of bloem verscheen en hieruit zijn opnieuw de gemiddelde ontwikkelingstijden berekend.
- De berekende gemiddelde ontwikkelingstijden zijn vervolgens in grafieken uitgezet.

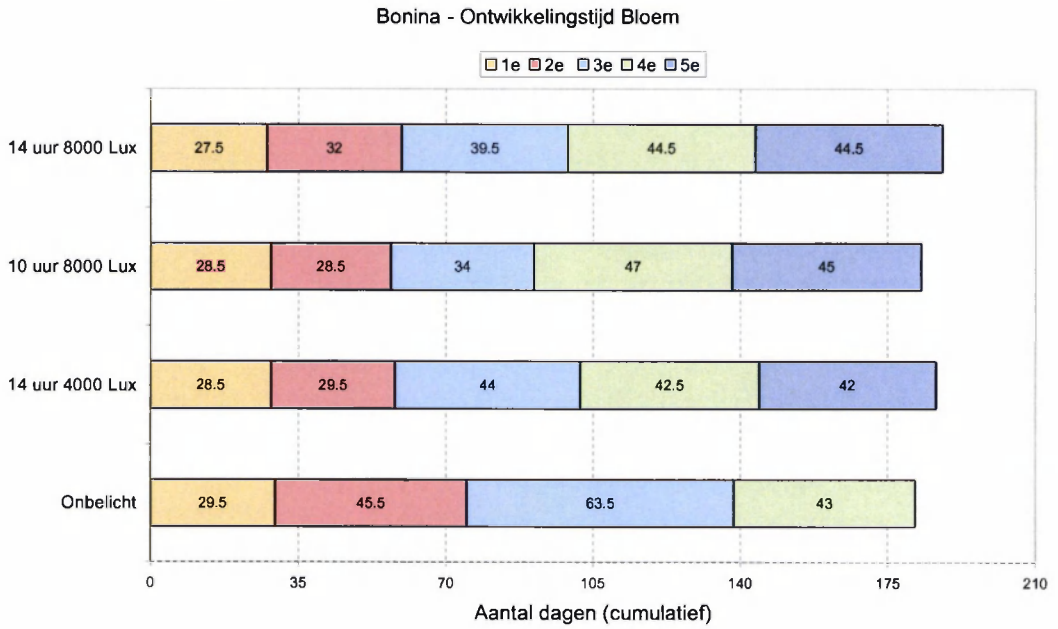
Ter illustratie worden hier alleen de grafieken van 'Bonina' getoond (Figuren 3.1 en 3.2). De grafieken van 'Champion' en 'Orange Love' zijn te zien in Bijlage 2, Figuren B2.1 – B2.4).

De lengte van de verschillend gekleurde balkjes en het getal daarin is de gemiddelde ontwikkelingstijd van 20 planten. In figuren 3.1 en 3.2 is te zien dat bij 'Bonina' de onbelichte planten in de periode september tot april gemiddeld één blad en bloem minder hebben gevormd dan de belichte planten (5^{e} blad en bloem ontbreken bij de onbelichte behandeling). Dit lijkt vooral het gevolg van een sterke groeivertraging die vanaf

medio oktober optreedt (rond dag 35) in de onbelichte teelt. In de belichte teelten ligt de ontwikkelingsduur van het blad dan rond de 36 dagen; in de onbelichte teelt rond 56 dagen. In de periode van ca. 110 dagen vanaf midden oktober ontstaat hierdoor bij de belichte behandelingen gemiddeld 1 blad (bloem) per scheut extra. Vanaf ongeveer medio februari (dag 150) lijkt de onbelichte teelt weer in de pas te lopen met belichte teelten qua ontwikkelingsduur.



Figuur 3.1: Grafische weergave van de ontwikkelingstijd per blad bij 'Bonina' vanaf 15 september (= dag 0) bij de verschillende teeltomstandigheden.



Figuur 3.2: Grafische weergave van de ontwikkelingstijd per bloem bij 'Bonina' vanaf 15 september (= dag 0) bij de verschillende teeltomstandigheden

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Doordat de ontwikkelingstijd van blad en bloem elkaar sterk beïnvloeden zien we dit ook terug in de ontwikkelingstijd van de bloemen (Figuur 3.2). Hoewel ook in de belichte teelten de ontwikkelingstijd toeneemt, is de toename bij de onbelichte behandeling het grootst en bereikt een maximum in januari (rond dag 120 van gemiddeld 63.5 dagen.Soortgelijke conclusies kunnen getrokken worden voor 'Champion' en 'Orange Love'.

'Champion' (Bijlage Figuur B2.1 en B2.2):
- Dit ras heeft niet alleen last van bloemoverslag, maar laat ook regelmatig een blad zitten zodat er opvolging bloem-bloem optreedt i.p.v. bloem-blad-bloem.
- Niet belichten heeft enorme vertraging in ontwikkelingsduur tot gevolg.
- Deze vertraging speelt al vanaf het moment waarop de waarneming waren begonnen (15 september). Vanaf dit moment duurt het gemiddeld 95 dagen voordat het 1e nieuwe blad verschijnt.
- Dit heeft weer grote gevolgen voor de ontwikkelingsduur van de bijbehorende bloem. De ontwikkelingsduur van de bloem in de onbelichte controle bedraagt gemiddeld 125 dagen, tegenover 50-57 dagen in de belichte behandelingen!!!
- Uiteindelijk resulteert dat bij de onbelichte teelt in één blad en bijna 2 bloemen minder aan het einde van de 7 maanden belichting.

'Orange Love' (Bijlage Figuur B2.3 en B2.4):
- Deze cultivar lijkt van alle rassen het minst gevoelig voor overslag. Er is wel een groeivertraging aanwezig maar deze is niet extreem: circa 10 dagen voor het blad en 6 dagen voor de bloem..
- Belichten houdt de groei er goed in; na 140 dagen is er in de belichte teelten gemiddeld 1 blad en bloem meer. Ten opzichte van de onbelichte teelt scheelt dit al snel een maand in teeltduur.
- Hoewel 8000 Lux mogelijk negatieve effecten kan hebben (Tabel 3.2) hebben die behandelingen wel de kortste ontwikkelingstijden en uiteindelijk meer bloemen per scheut aangelegd.

3.2.2 Effect op bloemoverslag

Uit de waarnemingen van de ontwikkelingstijden is het gemiddelde overslagpercentage over de gehele periode berekend door van de gemerkte scheuten per ras te bepalen waar een bloem was overgeslagen en dit te delen door het totale aantal bloemen in deze scheuten (Tabel 3.1).

Tabel 3.1: Overslag percentage per ras per behandeling (± se)

	PARsom	'Bonina'	'Champion'	'Orange Love'
Onbelicht	456	8.7 ± 0.4	57.9 ± 19.0	13.4 ± 3.7
14 uur 4000 Lux	836	0.0	18.1 ± 8.8	1.3 ± 1.3
10 uur 8000 Lux	932	4.5 ± 4.5	12.4 ± 1.3	2.8 ± 2.8
14 uur 8000 Lux	1061	1.2 ± 1.2	12.7 ± 3.0	6.3 ± 4.0

Uit de berekende overslagpercentages blijkt dat overslag vooral een raseigenschap is ('Champion' is veel gevoeliger voor overslaan dan 'Bonina' en 'Orange Love') en dat belichten de overslag sterk reduceert. Daarbij lijkt het voor 'Bonina' en 'Orange Love' iets gunstiger om met 4000 Lux te belichten, maar vanwege de kleine grootte van de meetgroepen en de redelijk grote variatie is deze uitspraak niet keihard. Voor 'Champion' lijkt de trend iets duidelijker: de 8000 Lux behandelingen gaven beide minder overslag dan de 4000 Lux behandeling.
Uit de resultaten blijkt ook dat belichten de overslag niet volledig voorkomt, maar doordat er meer bloemen per plant tot bloei komen valt het wegvallen van een enkele bloem minder op.

3.2.3 Effecten van belichting op groei per ras

In Bijlage 3 zijn de resultaten van de eindmetingen na een periode van in totaal 7 maanden wel of niet onder belichting weergegeven in tabelvorm (Bijlage 3, Tabel B3.1) en in aparte grafieken.
Uit de eindresultaten is berekend hoe groot de toe- of afname van de gemeten eigenschap ten opzichte van de gemiddelde waarde bij de niet-belichte controle planten is. Daarbij werd de waarde van de onbelichte

controle op 100% gesteld. Deze berekende percentages zijn weergegeven in Tabel B3.2 in Bijlage 3.
Uit deze berekening blijkt dat door te belichten de planten in de periode september tot april bij 4000 Lux gemiddeld 83% meer PAR-straling hebben ontvangen dan de onbelichte controle. Bij de 8000 Lux behandelingen is dit ruim 100% voor de 10 uur behandeling en 133% voor de 14 uur behandeling.
Dit heeft uiteindelijk bij alle rassen geresulteerd in meer bloemen per plant. Ook de andere gemeten eigenschappen vertonen deze effecten. De trends daarbij waren over het algemeen voor alle rassen min of meer hetzelfde; de grootte van de verandering lijkt echter rasafhankelijk te zijn. Samengevat zijn de gevolgen van belichting per ras:

Bij 'Bonina':
- een toename in het aantal bloemen van minimaal 64 tot maximaal 86% ; deze wordt veroorzaakt door een toename van het aantal scheuten met bloem met 31-47%.
- een 12% toename in de lengte van de bloem bij 4000 Lux en een geringe verkorting van het blad bij 8000 Lux, met als gevolg dat de bloem verder boven het blad uitsteekt bij de belichte behandelingen
- een toename van het vers- en drooggewicht van 35-50%, maar geen verandering in het drooggewicht percentage. De toename is dus voornamelijk omgezet in extra groei.
- De 14 uur 8000 Lux gaf geen grotere toename in vers- en drooggewicht.

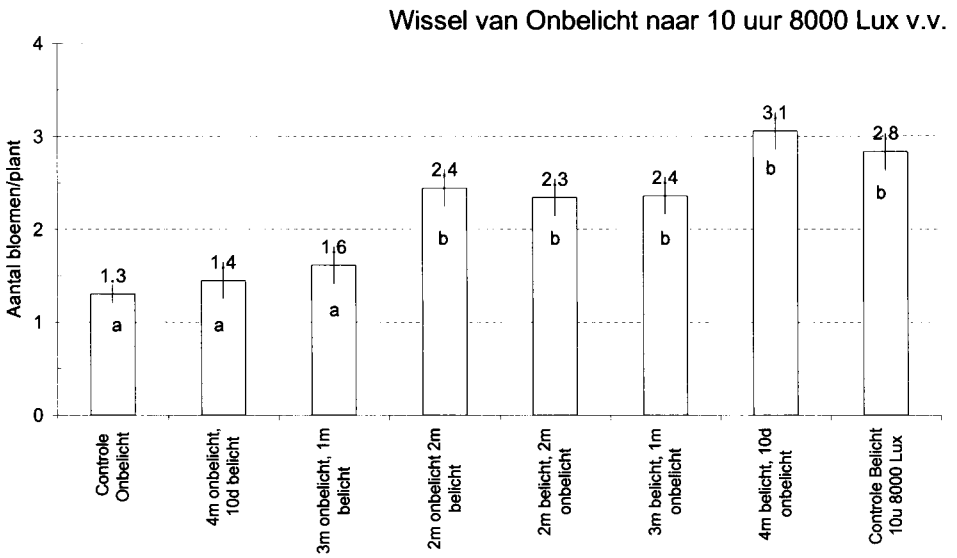
Bij 'Champion':
- een toename in het aantal bloemen van 69-113%; deze wordt veroorzaakt door een toename van het aantal scheuten met bloem met 63-88%.
- een 20% toename in de lengte van de bloem bij een geringe verlenging van het blad in alle lichtbehandelingen, met als gevolg dat de bloem ver boven het blad uitsteekt bij de belichte behandelingen
- een toename van het vers- en drooggewicht van 40-60%, maar geen verandering in het drooggewicht percentage. De toename is dus voornamelijk omgezet in extra groei.
- De 14 uur 8000 Lux gaf geen grotere toename in vers- en drooggewicht.

Bij 'Orange Love':
- een toename in aantal bloemen van 35-64%; de toename van het aantal scheuten met bloem bedroeg 10-20%.
- een 10-20% toename in de lengte van de bloem en een geringe verkorting van het blad bij alle lichtbehandelingen, met als gevolg dat de bloem verder boven het blad uitsteekt bij de belichte behandelingen
- een toename van het vers- en drooggewicht van 20-40%, maar geen verandering in het drooggewicht percentage. De toename is dus voornamelijk omgezet in extra groei.
- De 14 uur 8000 Lux gaf over het geheel genomen het kleinste effect; in sommige gevallen was er zelfs sprake van een negatief effect wat een aanwijzing is dat 14 uur 8000 Lux te veel van het goede is.

3.3 Wisselproef 'Champion'

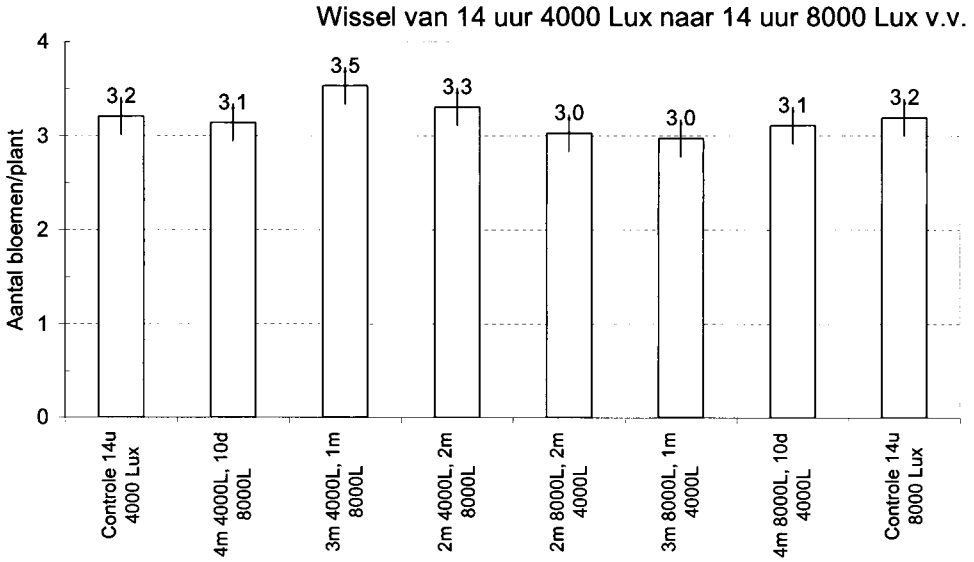
3.3.1 Effect van belichten op bloemaantal en –grootte op 15-1-2004

De metingen van de 'Champion' planten in de wisselproef ondersteunden de visuele waarneming dat belichten meer en grotere bloemen geeft ook getalsmatig (Bijlage 4, Tabel B4.1). Het grootste verschil was tussen planten die 4 maanden belicht en 4 maanden onbelicht waren. Onbelichte 'Champion' planten hadden op 15 januari 2004 gemiddeld 1.3 bloemen (Figuur 3.3) van gemiddeld 33.8 cm lang en 7.8 cm breed (Bijlage 4, Tabel B4.1), terwijl belichte planten op hetzelfde moment gemiddeld 3.0 bloemen (Figuur 3.4) van 40.5 cm lang en 8.5 cm breed hadden (Bijlage 4, Tabel B4.1).



Figuur 3.3: Gemiddeld aantal bloemen per 'Champion' plant op 15-januari 2004 bij onbelichte en tijdelijk belichte planten. Verschillende letters in de balken geven significante verschillen aan. De controleplanten waren van 5 september 2003 tot 15 januari 2004 gedurende 4 maanden en 10 dagen geteeld zonder licht **of** bij 10 uur 8000 Lux. Na 2, 3 of 4 maanden (november, december en januari) waren groepjes planten uit de belichte resp. onbelichte teelt gewisseld met de onbelichte resp. belichte behandeling. Voor details zie 2.2.

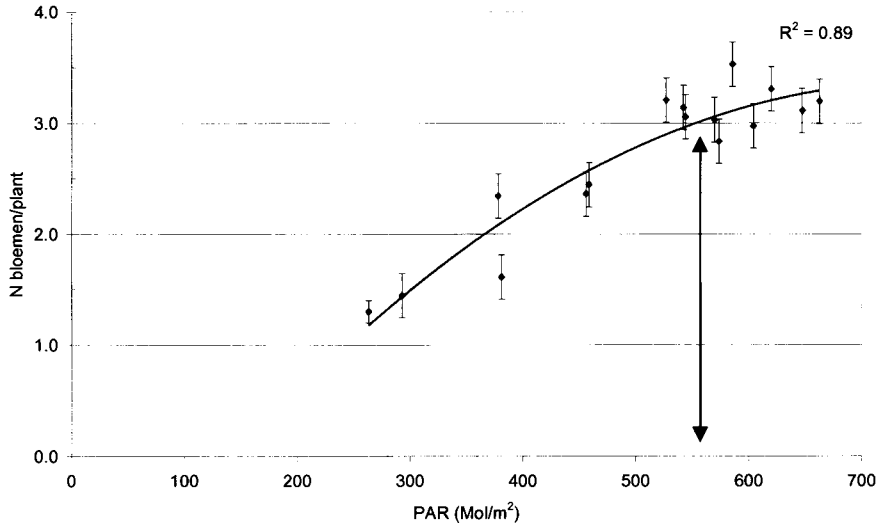
Tussen de **belichte planten onderling** die gedurende 4 maanden continu onder de verschillende lichtintensiteiten waren geteeld, waren **geen** significante verschillen in bloemaantal, bloemlengte en –breedte (Figuur 3.4 en Bijlage 4, Tabel B4.1). Tussen de planten die gewisseld waren tussen 14 uur 4000 Lux en 14 uur 8000 Lux waren geen verschillen te meten (Figuur 3.4), maar ook de planten die maximaal 10 uur 8000 Lux hadden ontvangen gaven geen verschillen te zien met de 14 uur belichtingstijden. Het maakte op 15 januari dus niet uit of de planten onder 4000 Lux of 8000 Lux waren geteeld en of dit gedurende 10 of 14 uur was.



Figuur 3.4: Gemiddeld aantal bloemen per 'Champion' plant op 15-januari 2004 bij planten belicht met 4000 of 8000 Lux. De controleplanten waren van 5 september tot 15 januari gedurende 4 maanden en 10 dagen geteeld bij 14 uur 4000 Lux **of** bij 14 uur 8000 Lux. Na 2, 3 of 4 maanden (november, december en januari) waren groepjes planten uit de 4000 resp. 8000 Lux teelt gewisseld met de 8000 resp. 4000 Lux behandeling. Voor details zie 2.2.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

De planten die geheel of tijdelijk zonder belichting waren geteeld, waren sterk achter gebleven. De achterstand was groter naarmate de planten langer bij onbelichte omstandigheden hadden gestaan. Dit suggereert een verband met de totaal ontvangen stralingssom.
Wanneer het gemeten aantal bloemen uit Bijlage 4, tabel B4.1 wordt uitgezet tegen de totaal ontvangen stralingssom aan PAR-licht (groeilicht) is dit duidelijk te zien (Figuur 3.5). Uit figuur 3.5 en de statistische analyses kon de conclusie getrokken worden dat bij 'Champion' de verschillen in aantal bloemen per 15 januari voor bijna 90% verklaard kan worden uit de verschillen in hoeveelheid PAR straling tot die datum. Op basis van de figuur zou men zelfs kunnen concluderen dat als men rond 15 januari 'Champion' planten met 3 bloemen wil kunnen leveren, de planten vanaf september in totaal minstens 550 Mol/m^2 PAR licht (natuurlijk +kunstlicht) moeten hebben ontvangen (dubbele pijl in figuur 3.5), uitgaande van ongeveer 3 bloemvormende scheuten per plant. Voor de andere rassen zullen soortgelijke verbanden bestaan; die zullen echter wel eerst precies vastgesteld moeten worden.



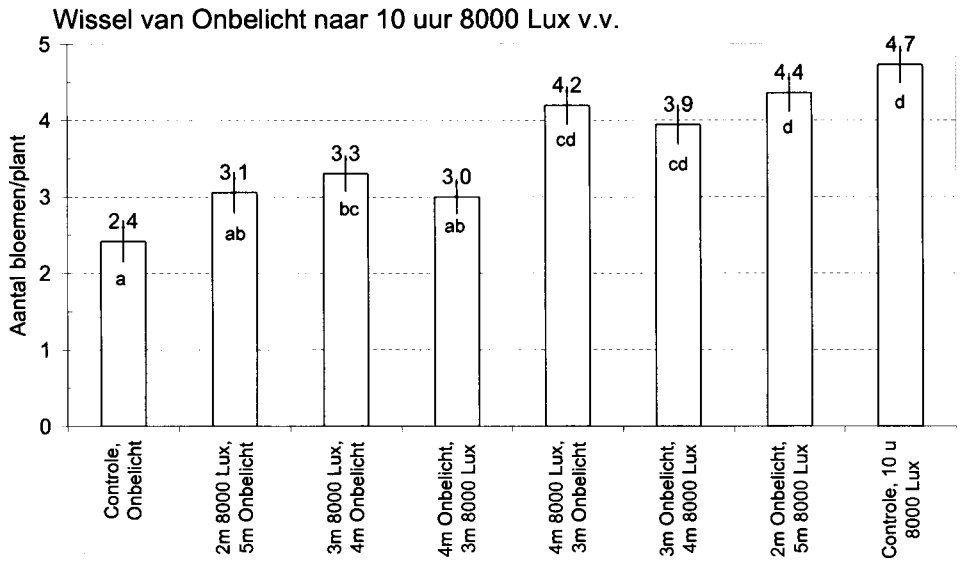
Figuur 3.5: Verband tussen bloemaantal bij 'Champion' op 15 januari 2004 en de totaalsom aan ontvangen PAR-straling tussen 5-9-2003 en 15-1-2004.

Het verband tussen gemeten eigenschap en ontvangen hoeveelheid PAR licht werd ook gevonden voor bloemlengte en -breedte met R^2 van respectievelijk 0.88 en 0.73.

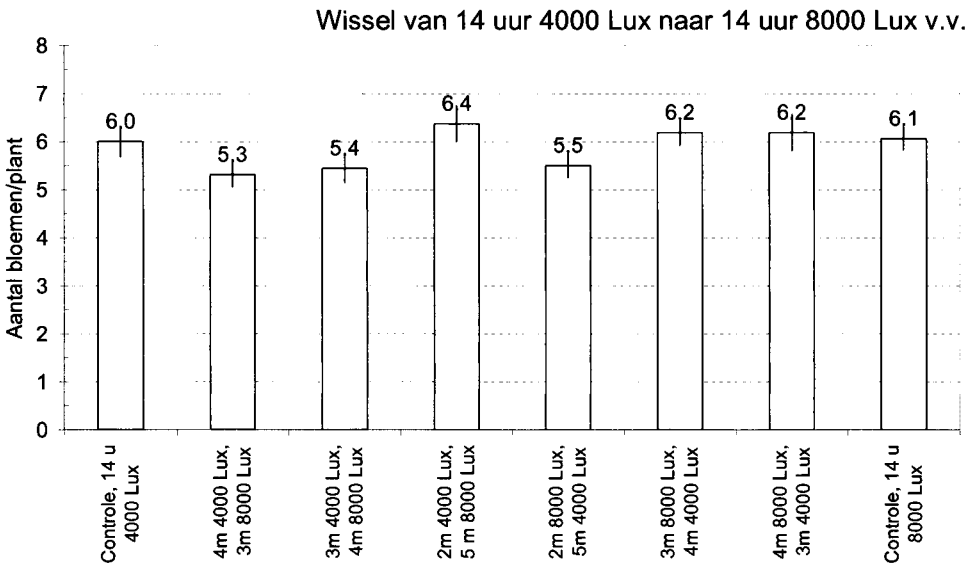
3.3.2 Effect van belichten op bloemaantal en –grootte op 5-4-2004

Na de beëindiging van de belichtingsperiode op 1 april 2004 zijn van de 'Champion' planten in de wisselproef opnieuw aantal bloemen, lengte en breedte van de grootste bloem gemeten.
De gemiddelde waarden waren hoger dan bij de tussenmeting in januari, maar de trends waren vrijwel identiek.
De planten die gedurende de gehele belichtingsperiode onder belichting waren geteeld hadden de meeste bloemen per plant, terwijl de onbelichte controle het laagste aantal bloemen per plant had (Bijlage 4, Tabel B4.2). Daarmee is deze algemene trend vergelijkbaar met die van de tussenmeting in januari: de grootste verschillen waren weer tussen de planten die continu belicht waren geteeld en de planten die gedurende dezelfde periode niet of gedeeltelijk belicht waren (Figuren 3.6 en 3.7).
Onbelichte 'Champion' planten hadden gemiddeld 2.4 bloemen na zeven maanden teelt; de planten die gedurende die periode voortdurend bij 10 uur 8000 Lux waren geteeld hadden gemiddeld 4.7 bloemen per plant. De planten die tussen deze beide behandelingen gewisseld waren zaten daar tussenin.
Naarmate de periode van telen zonder belichting langer had geduurd, werden er minder bloemen gevormd. Daarbij leek het niet uit te maken of de periode van belichting voor of na de wisseling plaats had gevonden. Planten die eerst 3 maanden belicht waren geteeld en daarna 4 maanden onbelicht, hadden bijna evenveel bloemen als de omgekeerde wissel van eerst 3 maanden onbelicht en vervolgens 4 maanden belicht (Figuur 3.6). Hetzelfde gold voor de wisseling na 4 maanden.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.



Figuur 3.6: Gemiddeld aantal bloemen per 'Champion' plant op 5-april 2004 bij onbelichte en (tijdelijk) belichte planten. Verschillende letters geven significante verschillen aan. De controle planten waren van 5 september tot 5 april gedurende 7 maanden geteeld zonder licht **of** bij 10 uur 8000 Lux. Na 2, 3 of 4 maanden (november, december en januari) waren groepjes planten uit de belichte resp. onbelichte teelt verplaatst naar de onbelichte resp. belichte behandeling, waar zij vervolgens tot 5 april bleven staan. De behandelingen staan op volgorden van totale PAR som.

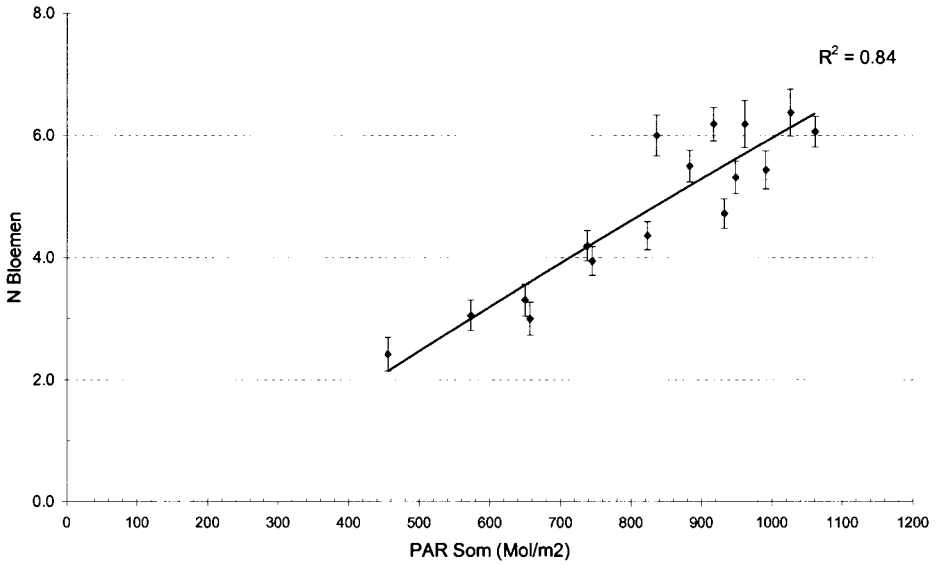


Figuur 3.7: Gemiddeld aantal bloemen per 'Champion' plant op 5-april 2004 bij planten belicht met 4000 of 8000 Lux. De controle planten waren van 5 september tot 5 april gedurende 7 maanden geteeld bij 14 uur 4000 of 14 uur 8000 Lux. Uit de 4000 resp. 8000 Lux teelt waren groepjes planten na 2, 3 of 4 maanden (november, december en januari) verplaatst naar de 8000 resp. 4000 Lux behandeling, waar zij vervolgens tot 5 april bleven staan. Voor details zie 2.2.

De planten die gewisseld waren tussen 14 uur 4000 Lux en 14 uur 8000 Lux hadden gemiddeld tussen de 5.3 en 6.4 bloemen per plant (Figuur 3.7 en Bijlage 4, Tabel B4.2), maar dit verschil was statistisch niet significant. De lengte en breedte van de grootste bloem vertoonde een vergelijkbaar verloop als het aantal bloemen per plant. Tussen de diverse wisselingen bij deze behandelingen waren de verschillen kleiner en minder significant.
Dit vormt opnieuw een aanwijzing dat niet de lichtintensiteit op zich, maar de in een bepaalde periode

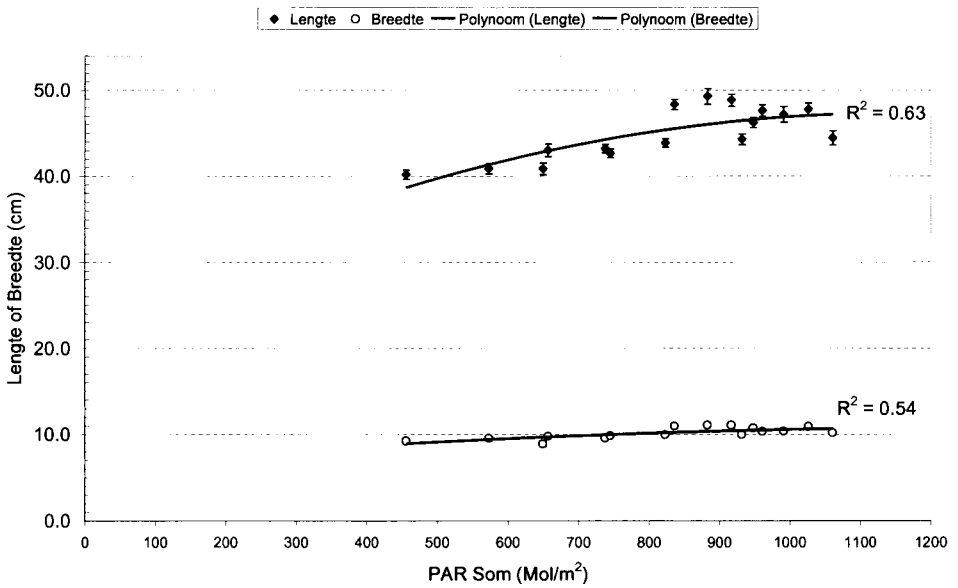
© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

ontvangen totale stralingssom waarschijnlijk een rol speelt bij het optreden van groeivertraging en bloemoverslag. Uit de statistische analyse van de data bleek dat er het aantal gevormde bloemen vrijwel evenredig is met de totaal ontvangen stralingssom aan PAR licht. Dit is ook duidelijk te zien in Figuur 3.8 waar het aantal bloemen is uitgezet tegen de ontvangen PAR som.



Figuur 3.8: Verband tussen bloemaantal 'Champion' en totaal ontvangen PAR-straling tussen 5-9-2003 en 1-4-2004.

Op dezelfde manier als uitgelegd bij figuur 3.5 kan uit figuur 3.8 geconcludeerd worden dat om op 5 april 'Champion' planten met 4 bloemen te kunnen afleveren, de totale PAR-som tot die datum minstens 700 Mol/m^2 moet zijn geweest, voor 5 bloemen ca. 850 Mol/m^2 en voor 6 bloemen ca. 1000 Mol/m^2 indien wordt uitgegaan van 3 bloemvormende scheuten per plant.
Waarschijnlijk gaat het verband tussen bloemaantal en ontvangen PAR-straling ook voor andere rassen op; welke minimumniveaus bij deze rassen noodzakelijk zijn zal voor ieder ras proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Het bij de tussenmeting in januari waargenomen verband tussen bloemlengte en bloembreedte was ook nu nog aanwezig, maar minder sterk dan bij de meting op 15 januari met R^2 – waarden van respectievelijk 0.63 en 0.54 (Figuur 3.9).



Figuur 3.9: Verband tussen bloemlengte en –breedte van 'Champion' en totaal ontvangen PAR-straling in de periode tussen 5-9-2003 en 1-4-2004.

4 Bedrijfseconomische evaluatie

Met een bedrijfseconomische evaluatie worden de extra kosten en de opbrengsten van groeilicht, voorzover deze kwantificeerbaar zijn, tegen elkaar afgewogen.

4.1 Berekende opbrengsten

De opbrengsten van groeilicht bestaan uit een algemene productieversnelling, een verschuiving van de productie naar perioden met hogere prijzen in de winter, een betere winterkwaliteit en een betere klantenbinding vanwege de continue levering.

4.1.1 Productieversnelling

Een onbelichte teelt van Anthurium (17 cm pot) duurt ongeveer 47 weken. Door groeilicht is deze teelt met vier tot zeven weken te versnellen, afhankelijk van de belichtingsintensiteit en de belichtingsduur. Uit de proeven is weinig verschil in productieversnelling gebleken tussen de intensief belichte (14 uur bij 8000 lux of 110 µmol/m^2.sec) en de extensief belichte (10 uur bij 4000 lux of 55 µmol/m^2.sec) teelten. In Tabel 4.1 wordt daarom een theoretische productieversnelling berekend met de volgende uitgangspunten:

- 1% meer licht geeft 1% meer productie
- Bij voldoende licht is de minimale teeltduur is 8 perioden (=0,13 teelten per periode)
- Een onbelichte teelt gebruikt 2,756 week.m^2/plant [Van Woerden, red. 2003], ofwel 52/2,756 = 18,87 planten/m^2.jaar.

In tabel 4.1 wordt per periode voor vier verschillende manieren van belichten bepaald hoeveel procent extra PAR-licht er door de lampen wordt gegeven ten opzichte van het PAR-licht dat van de zon door het kasdek op de plant terecht komt. Aan de hand daarvan wordt de productiesnelheid per periode bepaald.

Tabel 4.1 – Extra licht door groeilicht en de invloed hiervan op de productie per periode

	Extra PAR licht			Productie (# teelten per periode)				Prijs
Intensiteit in lux:	4000	8000	8000	0	4000	8000	8000	
µmol/m^2.sec:	55	110	110	0	55	110	110	
Uren/etmaal	14	10	14	0	14	10	14	€/plant
1	77%	108%	155%	0,02	0,04	0,04	0,06	4,20
2	28%	34%	57%	0,04	0,06	0,06	0,07	4,20
3	13%	12%	25%	0,07	0,08	0,08	0,09	4,20
4	6%	3%	11%	0,12	0,13	0,13	0,13	4,15
5				0,13	0,13	0,13	0,13	4,15
6				0,13	0,13	0,13	0,13	3,70
7				0,13	0,13	0,13	0,13	3,50
8				0,13	0,13	0,13	0,13	3,90
9				0,13	0,13	0,13	0,13	4,00
10	11%	9%	21%	0,09	0,10	0,09	0,10	4,00
11	22%	24%	44%	0,05	0,06	0,06	0,07	4,00
12	60%	80%	119%	0,03	0,04	0,05	0,06	4,00
13	110%	157%	220%	0,02	0,04	0,04	0,05	4,00
Gemiddeld	8%	9%	16%					

# teelten/jaar	1,09	1,19	1,21	1,29
teeltduur (weken)	47,52	43,5	42,87	40,35
# planten/m2.jaar	18,87	20,60	20,91	22,22
gemiddelde prijs	3,95	3,96	3,97	3,97
opbrengst/m2.jaar	74,60	81,66	82,95	88,29

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Onder in de tabel wordt deze productiesnelheid gesommeerd tot het aantal teelten per jaar. Door 52 weken te delen door het aantal teelten per jaar wordt de teeltduur in weken berekend. Uitgaande van 2,756 week.m^2/plant komt een onbelichte teelt op 52/2,756 = 18,87 planten/m^2.jaar. Door groeilicht kan dit oplopen tot 22,22 planten/m^2.jaar.
De gemiddelde prijs wordt met groeilicht verhoogd doordat meer planten in de relatief duurdere winterperiode worden verkocht. Door de productieversnelling wordt bij de meest intensieve belichting € 13,70 meer opbrengst verkregen dan bij de onbelichte teelt.

4.1.2 Betere winterkwaliteit en klantenbinding

Twee andere factoren die de opbrengst door groeilicht kunnen verhogen zijn de verbeterde winterkwaliteit en een betere klantenbinding doordat de klant het hele jaar door kan worden beleverd. Het voordeel van een betere klantenbinding is moeilijk te kwantificeren. Het gaat in dit onderzoek te ver om hier uitspraken over te doen.
Uitgaande van een hogere verkoopprijs van € 0,60 per plant gedurende de perioden 1 tot en met 3 komt het voordeel van een verbeterde winterkwaliteit neer op de opbrengstverhoging door de prijsverhoging van 4,20 naar 4,80 €/plant in de periode 1 tot en met 3.

Tabel 4.2 – Opbrengstverhoging door productieverhoging en prijsverhoging in periode 1 t/m 3

Belichtingshoeveelheid	Lux/uur	0/0	4000/14u	8000/10u	8000/14u
Productie periode 1-3	# teelten	0,13	0,18	0,18	0,22
Gemiddelde plantdichtheid	pl/m^2.teelt	17,2	17,2	17,2	17,2
Opbrengst bij 4,20 €/pl	€/m^2	9.39	13.00	13.00	15.89
Verhoogde prijs periode 1-3	€/plant	4,20	4,80	4,80	4,80
Opbrengst periode 1-3	€/m^2	9.39	14.86	14.86	18.16
Opbrengst door productiestijging	€/m^2		3,61	3,61	6,50
Extra opbrengst door prijsverhoging	€/m^2		1.86	1.86	2.27

4.2 Kosten

De kosten van groeilicht bestaan uit de kosten van belichting (lampen, armaturen, bekabeling, energie en eventuele elektriciteitsopwekking) en uit de extra kosten veroorzaakt door de hogere productie.

4.2.1 Kosten van belichting

In tabel 4.3 zijn de kosten van belichting berekend met de volgende uitgangspunten:
- Commoditygasprijs: 0.12 €/m3
- Capaciteitsgasprijs: 0.017 €/m3/uur
- Elektriciteitsprijs: 0.03 €/kWh
- Netkosten: 0.025 €/kWh
- Prijs WKK met rookgasreiniger: 0.5 €/Watt
- Afschrijving WKK: 10%
- Onderhoud WKK: 0.0075 €/kWh
- Rentevoet: 6%
- Afschrijving armaturen: 7 jaar
- Afschrijving lampen: 10000 branduren
- Prijs armatuur en kabels: 209 €/lamp (600 Watt)
- Prijs lamp: 26 €/lamp (600 Watt)

Het energieverbruik is berekend met het rekenmodel Pregas [Raaphorst, 1999].

Uit tabel 4.3 blijkt dat alleen bij 14 uur belichting met 4000 lux een WKK met rookgasreiniger rendabeler is dan de inkoop van elektriciteit via het net. Bij 10 uur belichten per etmaal wordt de bedrijfstijd hiervoor te laag door het geringe aantal belichtingsuren. Bovendien komt de rookgasreiniger niet goed tot zijn recht doordat er weinig CO_2 wordt gedoseerd bij potanthurium. Indien 8000 lux volledig door de WKK van

elektriciteit wordt voorzien, stijgt ook de contractcapaciteit van de gasaansluiting tot 235 m^3/ha.uur, waardoor deze capaciteit zeer duur wordt. Ook als dan 14 uur wordt belicht ontstaat meer warmte dan de teelt nodig heeft. Een gedeeltelijke voorziening met een WKK kan dan wel voordelig zijn.
De kosten van belichting kunnen oplopen van 10,21 – 6,53 = 3,68 €/m^2 tot 20,93 – 6,53 = 14,40 €/m^2. Het zwaartepunt van de kosten ligt bij de energiekosten (WKK, elektriciteit en aardgas), maar bij minder belichtingsuren wordt ongeveer de helft van de kosten bepaald door de investeringskosten in lampen, armaturen en bekabeling.

Tabel 4.3 – Kosten belichting bij verschillende intensiteiten, belichtingsduren en elektriciteitsvoorzieningen

Belichtingsintensiteit (lux)	Belichtingsduur (uur/etmaal)	Belichtingsduur (uur/jaar)	Voorziening	gasverbruik ketel (m^3/m^2)	gasverbruik WKK (m^3/m^2)	elektr. Inkoop (kWh/m^2)	elektr. Verkoop (kWh/m^2)	Piekverbruik (m^3/ha.uur)	kosten energie (€/m^2)	kosten WKK (€/m^2)	kosten lampen en bekabeling (€/m^2)	kosten energie en investering (€/m^2)
0				34,4		5,0		125	6,53			6,53
4000	14	2203	net	25,0		98,8		110	10,30		1,95	12,26
4000	14	2203	WKK	3,9	41,9	5,0	35,8	130	6,91	3,29	1,95	12,15
8000	10	1303	net	27,1		84,3		110	9,76		3,64	13,40
8000	10	1303	WKK	6,0	38,1	5,0	38,7	235	8,40	5,85	3,64	17,89
8000	14	2203	net	19,6		163,6		100	13,05		3,91	16,96
8000	14	2203	WKK	0,7	60,6	5,0	28,7	235	10,77	6,26	3,91	20,93

4.2.2 Extra kosten door productiestijging

De kosten door productiestijging worden bepaald door extra plantmateriaal, potgrond, potten, verpakking, afzet, veilingheffing, arbeid, gewasbeschermingsmiddelen en bemesting. In tabel 4.4 zijn bij alle kostenstijgingen proportionaliteit met de productiestijging verondersteld. Indien in de winterperiode echter een overbezetting aan personeel is kunnen de extra kosten voor arbeid lager uitvallen.

Tabel 4.4 - Kostenstijging door productiestijging (in €/m^2)

Belichtingsintensiteit (lux)	Belichtingsduur (uur/etmaal)	Belichtingsduur (uur/jaar)	Productie (plant/m2)	Kosten plantmateriaal	Potgrond en pot (17 cm)	GWB en mest	Verpakking en afzetkn	Heffing en veilingkn	Arbeid	Productiekosten (zonder energie en dpm kosten)	**Productiekosten ten opzichte van onbelicht**
0			18,87	23,59	4,56	0,86	3,66	7,09	8,49	48,25	
4000	14	2203	20,60	25,75	4,98	0,94	4,00	7,76	9,27	52,69	**4,45**
8000	10	1303	20,91	26,14	5,05	0,95	4,06	7,88	9,41	53,49	**5,24**
8000	14	2203	22,22	27,78	5,37	1,01	4,31	8,39	10,00	56,86	**8,61**

4.3 Berekend netto bedrijfsresultaat

In tabel 4.5 is op basis van de opbrengsten en de kosten het netto bedrijfsresultaat voor 9 verschillende opties bepaald. Volgens deze tabel is belichting niet rendabel. Hier moet wel bij worden aangetekend dat geen rekening is gehouden met een betere klantenbinding door jaarrond te kunnen leveren. Voor iedere 0,01 € dat dit jaarrond per plant extra oplevert, mag ongeveer 18 €/m^2 bij het netto bedrijfsresultaat worden opgeteld.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

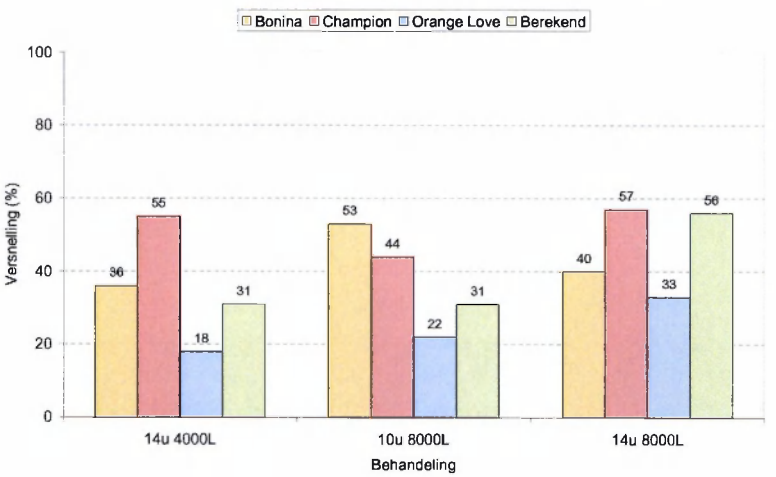
Tabel 4.5 – Berekening netto bedrijfsresultaat (€/m²)									
Belichtingsintensiteit (lux)	Belichtingsduur (uur/etmaal)	Belichtingsduur (uur/jaar)	Elektriciteitsvoorziening	Opbrengst zonder prijsverhoging	Extra opbrengst door prijsverhoging	kosten energie en investering lampen	Duurzame productiemiddelen (zonder belichting)	Productiekosten (zonder energie en dpm kosten)	**Netto bedrijfsresultaat**
0				74,60		6,53	17	48,25	**2,82**
4000	14	2203	net	81,67	1,86	12,26	17	52,69	**1,58**
4000	14	2203	WKK	81,67	1,86	12,15	17	52,69	**1,69**
8000	10	1303	net	82,93	1,86	13,40	17	53,49	**0,90**
8000	10	1303	WKK	82,93	1,86	17,89	17	53,49	**-3,59**
8000	14	2203	net	88,29	2,27	16,96	17	56,86	**-0,25**
8000	14	2203	WKK	88,29	2,27	20,93	17	56,86	**-4,23**

4.4 Evaluatie op basis van de proefresultaten

In de berekeningen zijn voor een jaarrond teelt teeltsnelheden met en zonder belichting berekend (zie tabel 1). Om te kunnen bepalen of de berekeningen overeenkomen met resultaten uit de proeven wordt som van de teeltsnelheden tijdens dezelfde periode als de teeltproef (periode 10 tot en met 3) uit tabel 1 vergeleken met de proefresultaten. Deze staan weergegeven in tabel 4.6.

Tabel 4.6 - Ontwikkelingstijd tot 3e bloem en teeltversnelling ten opzichte van onbelicht						
		Belichting:	**Onbelicht**	**4000/14u**	**8000/10u**	**8000/14u**
Berekening	Teeltsnelheid	# teelten	0.32	0.42	0.42	0.5
	Versnelling	%		31%	31%	56%
Bonina	Ontwikkelingstijd	dagen	139	102	91	99
	Versnelling	%		36%	53%	40%
Champion	Ontwikkelingstijd	dagen	±240	155	167	153
	Versnelling	%		55%	44%	57%
Orange Love	Ontwikkelingstijd	dagen	134	114	110	101
	Versnelling	%		18%	22%	33%

Uit Figuur 4.1 blijkt dat de berekening een overschatting geeft voor de teeltversnelling bij Orange Love. Bij Champion en Bonina wordt de teeltversnelling onderschat voor de lagere belichtingshoeveelheden. Bij 14 uur belichting met 8000 lux blijkt dat Bonina minder goed op de belichting reageert dan bij 10 uur belichting, terwijl de berekening uit gaat van een betere groei bij langere belichting.



Figuur 4.1 - Groeiversnelling door toepassen assimilatiebelichting gedurende de periode 10 tot en met 3.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

4.4.1 Netto bedrijfsresultaat volgens de proefresultaten

Bij benadering bepaalt de verhouding tussen de berekende en de gemeten groeiversnelling (Figuur 4.1) de stijging of daling van de opbrengst van de verschillende rassen. Deze worden in Tabel 4.7 weergegeven. Voor de overzichtelijkheid zijn hierin alleen de opties voor elektriciteitslevering van het net meegenomen en is de WKK-optie buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.7 – Netto bedrijfsresultaat (NBR) van drie Anthuriumrassen in vergelijking met de berekeningen

	Belichting	Teeltversnelling	Opbrengst	Vaste kosten	Variabele kosten	**NBR**
			€/m²	€/m²	€/m²	**€/m²**
Onbelicht	0	0%	74,60	23,53	48,25	**2,82**
Berekening	4000\14	31%	83,53	29,26	52,69	**1,58**
	8000\10	31%	84,79	30,40	53,49	**0,90**
	8000\14	56%	90,56	33,96	56,86	**-0,25**
Bonina	4000\14	36%	84,89	29,26	53,37	**2,26**
	8000\10	53%	91,80	30,40	57,10	**4,30**
	8000\14	40%	86,06	33,96	54,43	**-2,32**
Champion	4000\14	55%	90,32	29,26	56,07	**4,99**
	8000\10	44%	88,86	30,40	55,58	**2,87**
	8000\14	57%	90,73	33,96	56,95	**-0,17**
Orange Love	4000\14	18%	79,75	29,26	50,81	**-0,32**
	8000\10	22%	81,72	30,40	51,91	**-0,59**
	8000\14	33%	83,87	33,96	53,25	**-3,33**

4.4.2 Belichting bij Champion als snijanthurium

Champion wordt ook geteeld als snijanthurium. In dit geval wordt de meerproductie niet bereikt door een teeltversnelling, maar door het aantal extra verkregen bloemen.
Uit de wisselproef met Champion (paragraaf 2.2.2 en 3.3) komt naar voren dat belichting een positief effect heeft op het aantal bloemen. Om te zien of belichting voor deze snijteelt ook een bedrijfseconomisch voordeel oplevert, is een vergelijkbare evaluatie uitgevoerd. Tabel 4.8 geeft de resultaten van deze berekeningen per belichtingsintensiteit en duur weer.
Voor de overzichtelijkheid zijn ook hierin alleen de opties voor elektriciteitslevering van het net meegenomen en is de WKK-optie buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4.8 – Belichting Champion als snijanthurium bij 3 belichtingniveaus in vergelijking met onbelicht

Belichtingniveau (uur x lux)	**Onbelicht**	**8000/10u**	**4000/14u**	**8000/14u**	
aantal bloemen/plant	2.4	4.7	6	6.1	bloemen/pl
Productie/m² (bij 10.5pl/m²)	25.2	49.4	63.0	64.1	bloemen
Prijs	0.38	0.41	0.41	0.41	€/bloem
Opbrengst	9.49	20.07	25.83	26.26	€/ m²
Opbrengst belichting		10.58	16.34	16.77	€/ m²
Afzetketen en heffing	0.90	1.91	2.45	2.49	€/ m²
Arbeid en verpakking	2.52	4.94	6.30	6.41	€/ m²
Kosten groeilicht (net)	0.00	6.87	5.73	10.43	€/ m²
Meerkosten belichting	0.00	10.29	11.06	15.91	€/ m²
Voordeel belichting	**0.00**	**0.29**	**5.28**	**0.86**	**€/ m²**

Uitgangspunt bij de berekeningen is het aantal bloemen op de dag van de laatste waarneming bij de vier groepen controle planten (continu onbelicht, continu belicht met maximaal 14 uur 4000 lux of maximaal 10 of 14 uur 8000 lux). Als plantdichtheid is 10,5 planten per m² gekozen, dezelfde als in de proef. Door de plantvorm is een verhoging van de plantdichtheid waarschijnlijk mogelijk.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

De prijs van Champion is gesteld op het gemiddelde van de maanden september 2002 tot maart 2003 en november/december 2003. In overleg met een teler is door de extra lengte en diameter een meerprijs van belichte bloemen gerekend van 3 cent. De afzetkosten zijn op 9,5% van de opbrengst gerekend. De kosten van groeilicht zijn gelijk gehouden aan die bij de potanthurium.

4.4.3 Conclusies

Uitgaande van de resultaten uit Tabel 4.7 lijkt belichting niet altijd een hoger netto bedrijfsresultaat te geven. Alleen voor Bonina en Champion kan belichting het netto bedrijfsresultaat verbeteren, maar bij een intensieve belichting met 8000 lux en 14 uur per etmaal vallen ook daar de resultaten tegen. Aangetekend moet hierbij worden dat in tabel 4.7 geen rekening is gehouden met de voordelen van een continue belevering van de klanten en een betere verdeling van de arbeidsbehoefte.

In de teelt van Champion als snijbloem lijkt belichting het bedrijfsresultaat te verbeteren. Echte winst is eigenlijk alléén aanwezig bij een belichtingsniveau van 14 uur 4000 lux. Bij een niveau van 8000 lux is bij beide belichtingsduren het resultaat slechts iets hoger dan bij die van een onbelichte teelt.

5 Conclusies, algemene discussie en aanbevelingen

5.1 Conclusies en algemene discussie

Belichting in de winter bleek een zeer positief effect op de groei en bloei van potanthurium te hebben. Aanvankelijk zijn de verzamelde gegevens per cultivar geanalyseerd. Daarbij bleek dat per cultivar weliswaar de absolute grootte waarmee een gemeten eigenschap toe- of afnam verschillend was, maar dat de manier waarop de gemeten eigenschap veranderde niet wezenlijk anders was voor de verschillende cultivars. Dat betekent dus dat alle cultivars in de proef op dezelfde wijze reageerden op de extra belichting. Om die reden zijn de gegevens van alle cultivars samengebracht in Tabel 5.1 – 5.4.

Tabel 5.1: Overall gemiddelden (alle cultivars) na 7 maanden zonder of met belichting. Verschillende letters achter de waarde van de gemeten eigenschap geven significante verschillen tussen de behandelingen aan

Behandeling	Aantal bloemen	Aantal bloemvormende scheuten
Onbelicht	8.2 a	3.9 a
14 uur 4000 Lux	14.4 c	5.2 b
10 uur 8000 Lux	12.5 b	5.1 b
14 uur 8000 Lux	14.2 c	5.2 b

Na zeven maanden belichting was in alle belichte behandelingen het **aantal bloemen 50-75% hoger** dan in de onbelichte controle (tabel 5.1). Dit hogere aantal bloemen wordt in eerste instantie veroorzaakt doordat onder belichting de planten door bleven groeien terwijl in de onbelichte planten een groeistilstand optrad. Hierdoor worden in dezelfde tijd bij de onbelichte planten minder phytomeren (zie Inleiding) afgesplitst en neemt de tijd die nodig is voor de ontwikkeling van een bloem sterk toe. Daarnaast was in de belichte planten het **aantal bloemvormende scheuten gemiddeld 25-30%** hoger (Tabel 5.1), wat waarschijnlijk een rechtstreeks gevolg is van de hogere fotosynthese productie in belichte planten.

Deze hogere fotosynthese uit zich ook in een forse **toename in het drooggewicht** van de bovengrondse delen van de planten (Tabel 5.2). Het **drooggewicht percentage verandert** echter **nauwelijks** (Tabel 5.2,). Dit, gevoegd bij het sterk toegenomen versgewicht (tabel 5.2), suggereert dat alle extra geproduceerde assimilaten uit de fotosynthese volledig omgezet worden in biomassa in de vorm van zijscheuten, bladeren en bloemen en niet opgeslagen wordt in de vorm van koolhydraatreserves.

Tabel 5.2: Overall gemiddelden (alle cultivars) na 7 maanden zonder of met belichting. Verschillende letters achter de waarde van de gemeten eigenschap geven significante verschillen tussen de behandelingen aan

Behandeling	Versgewicht (g)	Drooggewicht (g)	Drooggewicht (%)
Onbelicht	250.8 a	39.3 a	15.7 a
14 uur 4000 Lux	369.6 c	59.1 c	16.0 b
10 uur 8000 Lux	334.9 b	52.7 b	15.8 a
14 uur 8000 Lux	350.4 bc	55.6 bc	15.9 ab

Een andere aanwijzing hiervoor is dat **bij alle cultivars** belichten resulteert in **significant langere en bredere bloemen** (tabel 5.3), waarbij de behandeling van 14 uur 4000 Lux de grootste toename laat zien. De effecten van belichten op het blad zijn kleiner dan de effecten op de bloem. Het **blad reageert minder gelijk op belichten** (Tabel 5.3). De behandeling van 10 uur 8000 Lux geeft even hoog en breed blad als de onbelichte controle; de 14 uur 4000 Lux langer blad en de 14 uur 8000 Lux juist korter blad. De 14-uurs behandelingen gaven beide een iets smaller blad dan de onbelichte controle; hoewel dit effect minimaal is (2-4 mm) was het wel significant.

Tabel 5.3: Overall gemiddelden (alle cultivars) na 7 maanden zonder of met belichting. Verschillende letters achter de waarde van de gemeten eigenschap geven significante verschillen tussen de behandelingen aan

Behandeling	Lengte bloem (inclusief steel)	Breedte bloem	Hoogte blad (inclusief steel)	Breedte blad
Onbelicht	40.5 a	9.0 a	36.1 b	10.1 bc
14 uur 4000 Lux	47.6 c	9.8 c	38.1 c	9.9 ab
10 uur 8000 Lux	45.1 b	9.6 bc	36.2 b	10.2 c
14 uur 8000 Lux	44.7 b	9.4 b	34.6 a	9.7 a

Het gevolg van het verschil in reactie van blad en bloem is dat het uiterlijk van de belichte planten anders is: bij de belichte planten steken de bloemen gemiddeld verder boven het blad uit dan bij de onbelichte planten (Tabel 5.4). Wanneer de verhouding (ratio) van bloemlengte en bladlengte wordt berekend (Tabel 5.4), blijkt dat dit vooral het gevolg is van extra lengtegroei van de bloemsteel die niet gecompenseerd wordt door extra lengtegroei van het blad. Deze ratio neemt toe van 1.12 tot 1.25 – 1.29, wat ongeveer overeenkomt met een extra lengte toename van de bloemsteel met ongeveer 15%. Hoewel de bloemen wel iets boven het blad mogen uitsteken is een dergelijk grote toename ongewenst.
Aangezien de lengtetoename van de bloemsteel het kleinst was bij de 14 uur 8000 Lux, speelt mogelijk de verhouding tussen fotosyntheseproductie en omgevingstemperatuur een rol. Ook een tekort aan blauw licht in het spectrum kan van invloed zijn. Dit zou nader uitgezocht moeten worden.

Tabel 5.4: Overall gemiddelden (alle cultivars) na 7 maanden zonder of met belichting. Verschillende letters achter de waarde van de gemeten eigenschap geven significante verschillen tussen de behandelingen aan

Behandeling	Hoogteverschil (cm)	Verhouding lengte bloem-blad
Onbelicht	4.4 a	1.12 a
14 uur 4000 Lux	9.5 bc	1.25 b
10 uur 8000 Lux	8.9 b	1.25 b
14 uur 8000 Lux	10.1 c	1.29 c

Samengevat kan geconcludeerd worden dat belichten tussen september en april grotere en zwaardere planten met meer bloemen oplevert.
De belangrijkste redenen hiervoor zijn:
- door te belichten blijft de fotosynthese ook in de winter op peil blijft en worden er voldoende assimilaten gevormd,
- waardoor de groei in de plant blijft en er geen groeivertraging of groeistilstand optreedt.

Hierdoor wordt het mogelijk om ook in de probleemperiode februari-maart de markt te voorzien van planten die voldoende ontwikkeld zijn. Cruciaal daarbij is welke lichtniveaus of belichtingsduren nodig zijn om het gewenste resultaat te bereiken.

In de wisselproef met 'Champion' bleken er nauwelijks verschillen op te treden tussen de 4000 Lux en 8000 Lux behandelingen. Dit suggereerde al dat de belichtings**intensiteit** waarschijnlijk **niet** de meest bepalende factor is, maar **wel** de licht**som**. Uit een verdere analyse van de data kwam onmiskenbaar naar voren dat er een verband was tussen het aantal bloemen per plant dat op zekere datum aanwezig was en de totaal ontvangen totale som aan groeilicht (PAR-licht) in de periode voorafgaand aan die datum. Bij de tussenmeting in januari was dit verband al aanwezig; bij het toenemende natuurlijke licht in de maanden daarna bleef dit verband onverminderd aanwezig. Het is aannemelijk dat het verband tussen bloemaantal en ontvangen PAR-straling ook voor andere rassen dan 'Champion' opgaat; welke minimumniveaus noodzakelijk zijn zal voor ieder ras proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. Wanneer vastgesteld kan worden wat de minimaal benodigde stralingssom is waarbij geen groeistilstand optreedt, kan hierop een belichtingsstrategie worden afgestemd.

Het verband tussen de som aan PAR-licht en het gevormde aantal bloemen betekent dat om überhaupt een bepaald aantal bloemen te kunnen vormen, de plant een minimum hoeveelheid groeilicht moet hebben ontvangen. Of het hierbij gaat om de hoeveelheid per dag, per week of per maand valt op grond van de huidige proefopzet niet te zeggen.
Met het nodige voorbehoud zou op basis van figuur B1.2 in Bijlage 1 voorzichtig geconcludeerd kunnen worden dat de som aan groeilicht (daglicht + kunstlicht) niet lager mag worden dan 3.5 Mol/m^2/dag (= laagst bereikte gemiddelde waarde bij 14 uur 4000 Lux). **Dit is echter gebaseerd op een eenmalige waarneming bij de huidige proefomstandigheden!!!** Er waren, met name op donkere dagen in december, ook dagen dat de totale dagsom niet hoger was dan 2.5 Mol/m^2/dag. Dat bleek **in deze proef** voldoende, waarschijnlijk doordat op andere dagen deze lage dagsommen weer gecompenseerd werden. Daarbij kende het laatste kwartaal van 2003 ten opzichte van het langjarig gemiddelde relatief veel heldere dagen.

Vermoedelijk was op de donkerste dagen in december de totale dagsom van 2.5 Mol/m^2 voor ongeveer 90% afkomstig van de assimilatieverlichting, wat suggereert dat een belichtingsinstallatie die minimaal 2.25 Mol/m^2/dag kan leveren voldoende zou moeten zijn om **samen met het natuurlijke licht** de overslag te voorkomen.
Bij gebruik van HPI-T Plus 400W lampen wordt de groeilicht som van 2.25 Mol/m^2/dag ongeveer bereikt bij een geïnstalleerd lichtniveau van 5000 Lux en een belichtingsduur van circa 9½ uur. Mogelijk kan dit niveau nog lager, aangezien in deze proef het gebied tussen onbelicht en het volgende lichtniveau (14 uur 4000 Lux) niet onderzocht is. Bij andere klimaatsinstellingen en voor andere rassen zou dus heel goed een andere minimumsom kunnen gelden, maar ook dit zal proefondervindelijk onderzocht moeten worden.

Wat uit het voorgaande ook duidelijk mag zijn is, dat de bijdrage van het groeilichtdeel van het natuurlijke licht aan de totale dagsom heel belangrijk is.
Aangezien de hoeveelheid groeilicht die de kas binnenkomt, behalve door de globale straling, ook beïnvloed wordt door de doorlaatbaarheid van het kasdek, de zonnehoek (lage zonnehoek = meer reflectie) en schaduwwerking van kasdelen, zou de beslissing voor de tot te passen belichtingsstrategie beter gebaseerd kunnen worden op PAR lichtmetingen in de kas op dan alleen op een meting van globale straling buiten de kas. Zo wordt ook een indruk gekregen van de variatie tussen verschillende kasgedeelten en kunnen donkere gedeelten van de kas in kaart gebracht worden.
In hoeverre een tekort op een bepaalde dag in de periode daarna nog gecompenseerd kan worden (in feite het toepassen van lichtintegratie) is niet bekend. Bij roos is weliswaar waargenomen dat een tekort aan biomassaproductie door lage lichtniveaus tijdens de fase van bloemknopvorming, in de rijpingsperiode daarna nog gecompenseerd konden worden door hoge lichtniveaus, maar voor anthurium ontbreken hiervoor de gegevens.

Uiteindelijk speelt ook het **economische resultaat** een belangrijke rol. Uit de economische evaluatie komt naar voren dat belichting niet altijd een hoger netto bedrijfsresultaat geeft. Alleen voor Bonina en Champion bleek belichting het netto bedrijfsresultaat verbeteren, maar bij een intensieve belichting van 8000 lux gedurende 14 uur per etmaal vielen daar de resultaten tegen. Hierbij is echter geen rekening gehouden met de voordelen van een continue levering aan de afnemers en een betere verdeling van de arbeidsbehoefte. In de teelt van Champion als snijbloem lijkt belichting het bedrijfsresultaat te verbeteren, maar echte winst was eigenlijk alléén aanwezig bij een belichtingsniveau van 14 uur 4000 lux. Bij een niveau van 8000 lux was bij beide belichtingsduren het resultaat slechts marginaal hoger dan bij die van een onbelichte teelt.

5.2 Aanbevelingen

Op basis van de huidige proef kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Om in de winterperiode groeistilstand en bloemoverslag te voorkomen dient belichting toegepast te worden.

- Het is beter om in de kas op plantniveau de hoeveelheid groeilicht te meten in plaats van alleen een meting van globale straling buiten de kas, aangezien om in een bepaalde periode een zeker aantal bloemen te kunnen halen een minimale lichtsom aan groeilicht (PAR) nodig is.

- Op basis van de uitgevoerde proef en de daarbij heersende klimaatomstandigheden lijkt een som aan groeilicht (PAR) van ongeveer 2.5 Mol/m^2/dag een redelijk veilige ondergrens te zijn. Deze ondergrens zal voor individuele bedrijven en andere rassen mogelijk nog wel nader vastgesteld en geoptimaliseerd moeten worden.

- De ondergrens aan groeilicht van 2.5 Mol/m^2/dag komt overeen met een daglichtsom aan globale straling van ongeveer 194 J/cm^2 bij een kasdek transmissie van 60%. Bij gebruik van **alleen** kunstlicht wordt bij gebruik van HPI-T Plus 400W lampen deze groeilichtsom van 2.5 Mol/m^2/dag ongeveer geleverd bij een geïnstalleerd lichtniveau van 5000 Lux en een belichtingsduur van 9.7 uur. Bij gebruik van een ander lamptype met een andere lichtopbrengst, zullen geïnstalleerd niveau of belichtingsduur navenant aangepast moeten worden.

- Een ongewenst effect van belichten was de extra strekking van de bloemsteel die optrad. Mogelijk dat door aanpassingen in de teeltemperatuur dit effect verminderd kan worden. Dit zal in vervolgonderzoek nader onderzocht moeten worden.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

6 Samenvatting

Bij een aantal rassen potanthurium vormt de bloei in de winterperiode een probleem. Hierdoor wordt de teeltduur sterk verlengd en ontstaat er een dip in de aanvoer. Het vermoeden dat belichting de knopoverslag kan verminderen en tevens de groei van de bloemen bevorderen is bevestigd in een proef waarbij de rassen 'Bonina', 'Champion' en 'Orange Love' bij drie verschillende lichtbehandelingen (14 uur 4000 Lux, 10 uur 8000 Lux, 14 uur 8000 Lux) werden vergeleken met een onbelichte controle. De proef is op prettige en deskundige wijze begeleid door de BCO, bestaande uit de heren Albert van Os (IMAC), Frank van Mil (KP-Holland) en Leon van Rijn (Rijnplant).

Alle rassen in de proef reageerden op dezelfde wijze op de extra belichting. Na zeven maanden belichting was in alle belichte behandelingen het aantal bloemvormende scheuten gemiddeld 25-30% hoger en het aantal bloemen 50-75% hoger dan in de onbelichte controle..
Bij de belichte planten steken de bloemen gemiddeld verder boven het blad uit dan bij de onbelichte planten. Dit blijkt vooral het gevolg van 15% extra lengtegroei van de bloemsteel, die niet gecompenseerd wordt door extra lengtegroei van het blad. Hoewel de bloemen wel iets boven het blad mogen uitsteken is een dergelijk grote toename ongewenst. Onderzoek naar de mogelijke oorzaak en oplossing start in het najaar van 2004.

In de wisselproef met het pot- en snijanthuriumras 'Champion' bleken er nauwelijks verschillen op te treden tussen de 4000 Lux en 8000 Lux behandelingen. Dit suggereert dat de **bepalende factor** de **lichtsom** is en niet de intensiteit. Uit analyse van de data kwam een direct verband naar voren tussen de som aan PAR-licht en het gevormde aantal bloemen wat betekent dat om een bepaald aantal bloemen te kunnen vormen, de plant een minimum hoeveelheid groeilicht moet hebben ontvangen.

Op basis van de huidige proef kan, **met het nodige voorbehoud**, geconcludeerd worden dat de PARsom (daglicht + kunstlicht) niet lager mag worden dan 3.5 Mol/m^2/dag. De gevolgen hiervan voor de benodigde niveaus aan te installeren assimilatielicht en de economische consequenties worden in het verslag nader bediscussieerd.

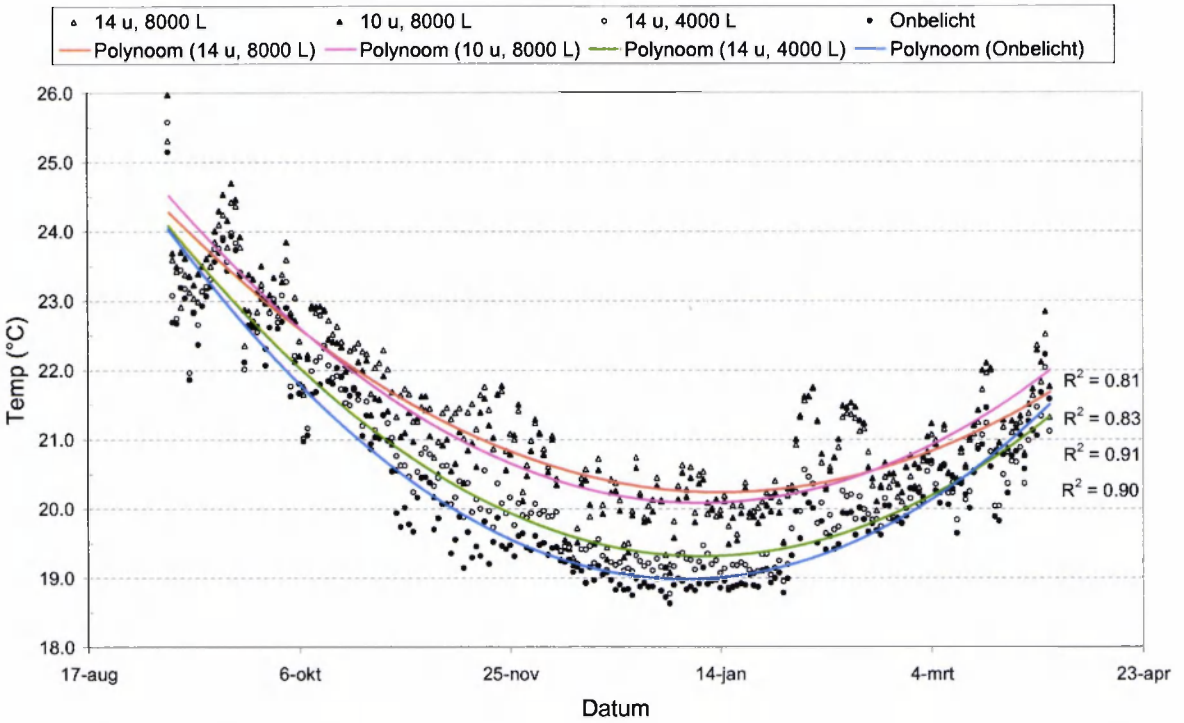
© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Relevante literatuur

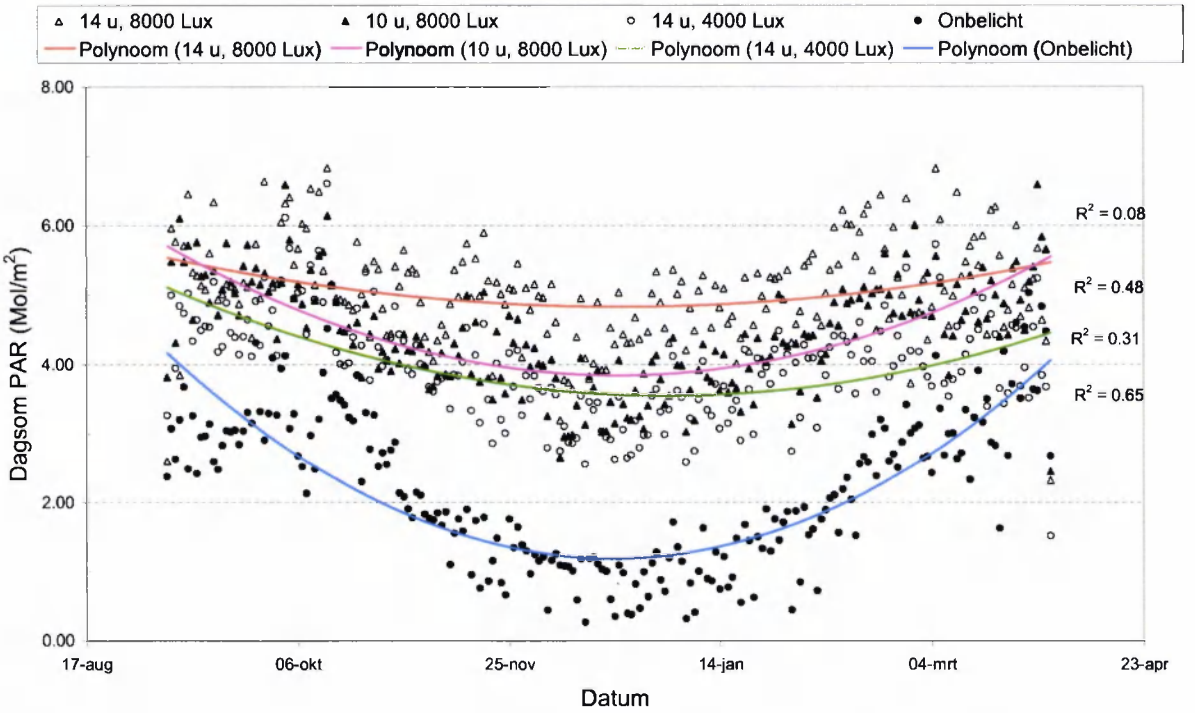
1. Teelthandleiding Anthurium Potplanten (2002) – Diverse auteurs. Uitgegeven door Anthura B.V., Bleiswijk.
2. D. Klapwijk and H.J.H van der Spek (1988) – Development rate, flower growth and production of Anthurium. Neth. J. Agr. Sci. 36, 219-224.
3. J. Dai and R.E. Paull (1990) – The role of leaf development on Anthurium flower growth. J. Amer. Soc. Hot. Sci. 115(6): 901-905.
4. H.J. van Telgen, J. van der Hulst (2003) – Literatuuronderzoek Bevordering winterbloei potanthurium. Publicatie PPO GT 13091.
5. Woerden (red,), S.C. van, 2003. Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Naaldwijk.
6. Raaphorst, M.G.M., 1999, Documentatie van het PBG Rekenmodel Gasverbruik (Intern verslag). Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bijlage 1



Figuur B1.1: Gemiddelde etmaaltemperatuur in proefkassen. De punten zijn de werkelijk gemeten etmaalgemiddelden; de curven geven de berekende trend aan.



Figuur B1.2: PAR som per etmaal aan daglicht + kunstlicht in proefkassen. De punten zijn de werkelijk gemeten PAR sommen; de curven geven de berekende trend aan.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bijlage 2



(A): Champion vanaf juli tot januari 2004 geteeld zonder belichting;



(B): Champion, 2 maanden geteeld bij 10 uur 8000 Lux, daarna onbelicht;



(C) Champion, drie maanden geteeld bij 10 uur 8000 Lux, daarna onbelicht;



(D) Champion, vier maanden geteeld bij 10 u 8000 Lux, daarna onbelicht.

Foto B2.1: Effect van belichting op plantvorm van 'Champion' uit wisselproef; foto's genomen op 15-01-2004.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.



'Bonina' onbelicht



'Bonina' belicht 14 uur 8000 Lux.



'Champion' onbelicht.



'Champion' belicht 14 uur 8000 Lux



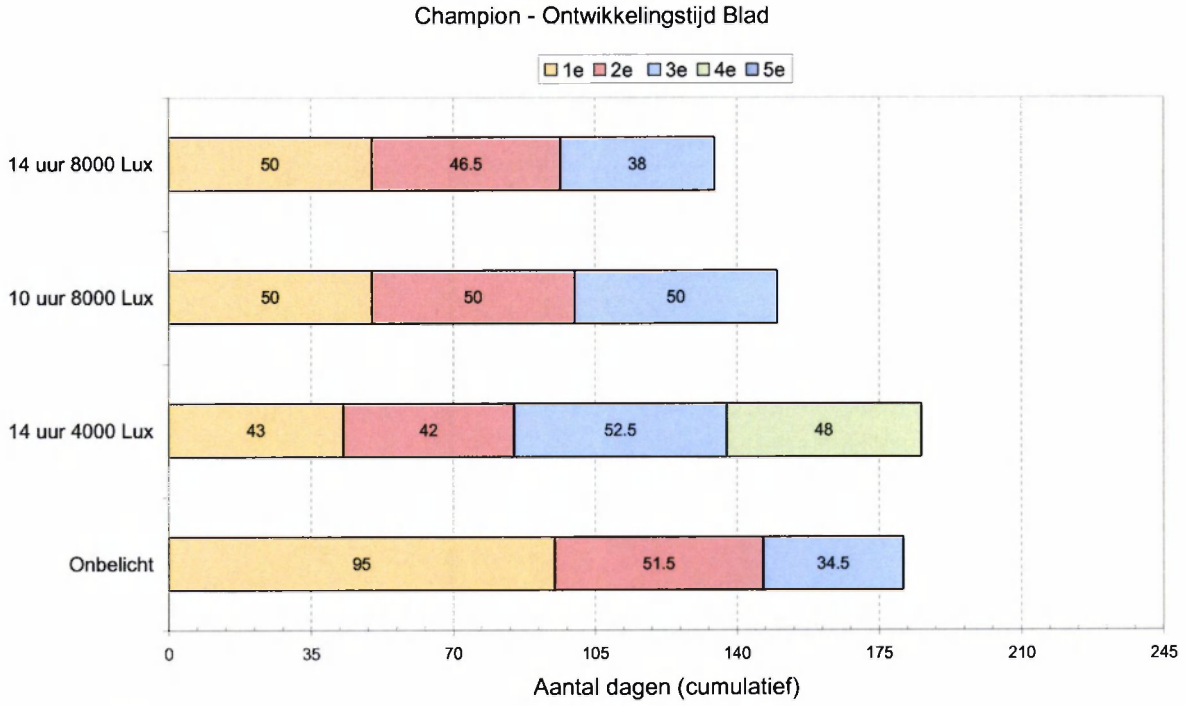
'Orange Love' onbelicht 10 uur 8000 Lux



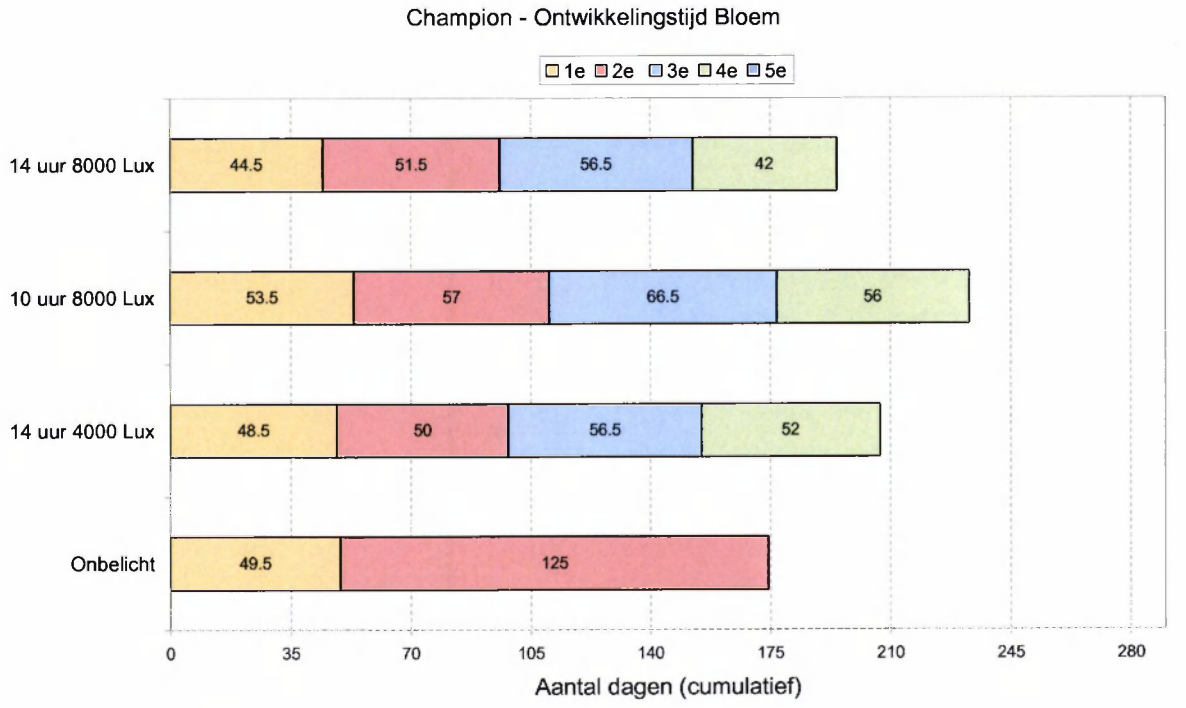
'Orange Love' belicht 14 uur 8000 Lux

Foto B2.2: Verschil in bloemaantallen tussen onbelichte en belichte planten in de continue belichtingsproef. Foto's genomen op 15 januari 2004. Kleurverschillen zijn het gevolg van de ingeschakelde assimilatiebelichting tijdens de opnames.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

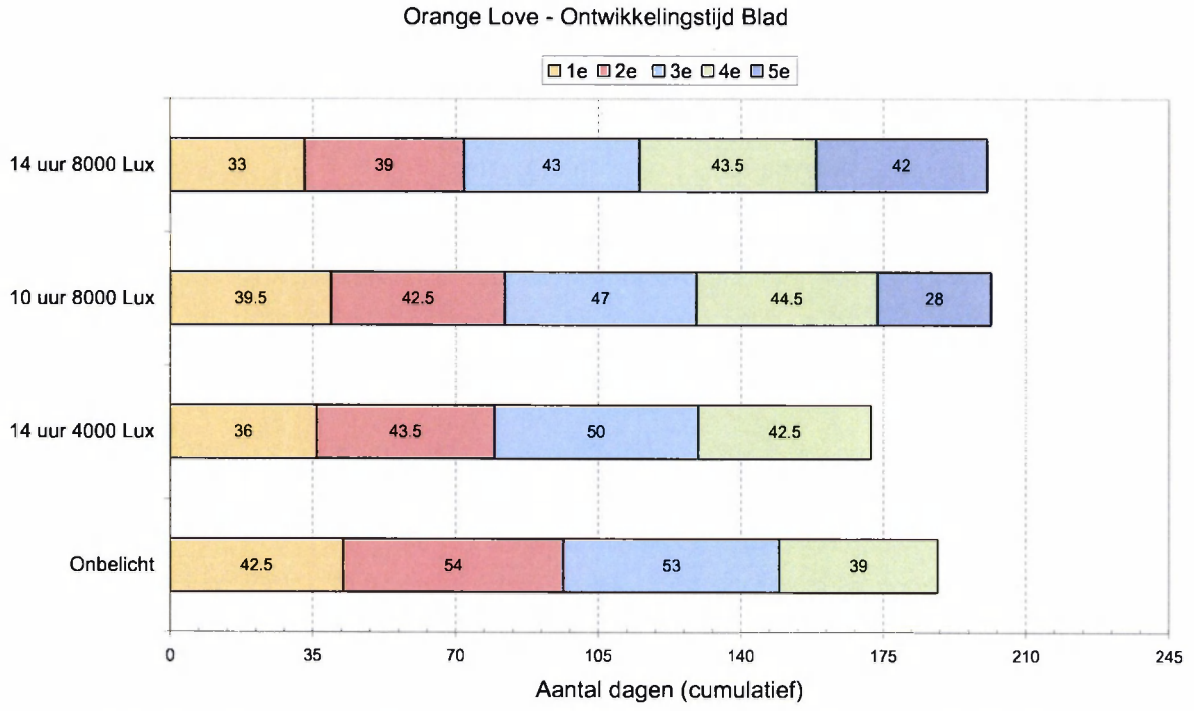


Figuur B2.1: Grafische weergave van de ontwikkelingstijd per blad bij 'Champion' vanaf 15 september (= dag 0) bij de verschillende teeltomstandigheden.

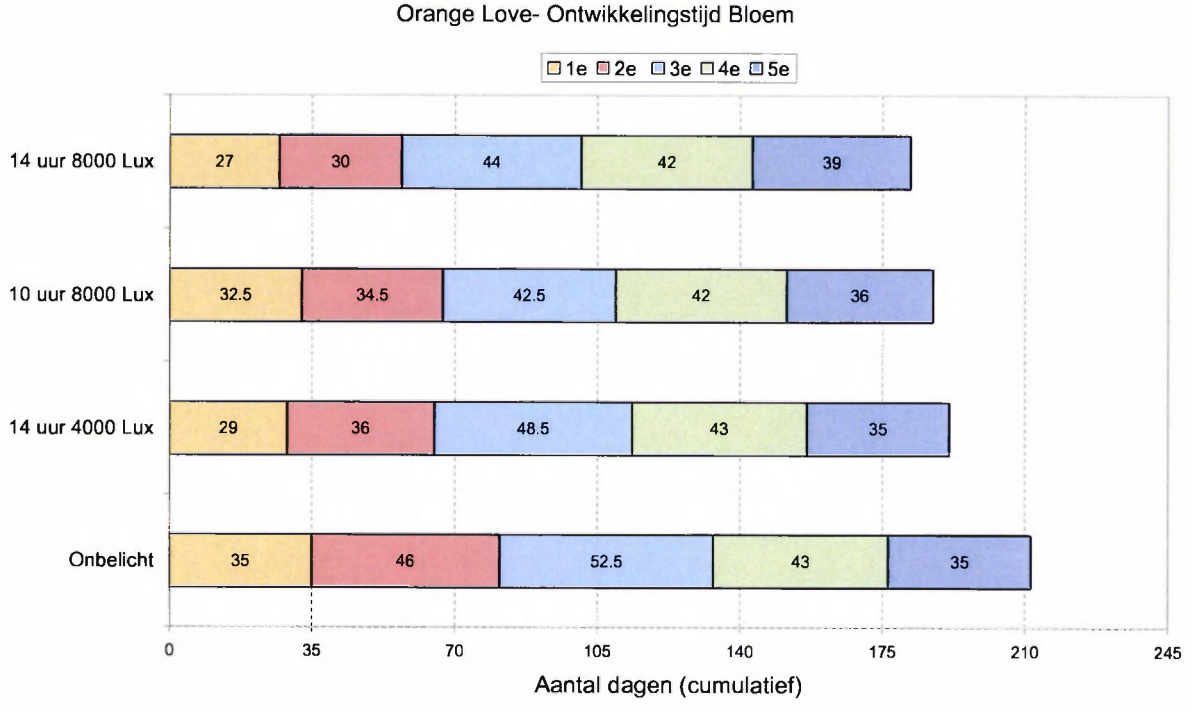


Figuur B2.2: Grafische weergave van de ontwikkelingstijd per bloem bij 'Champion' vanaf 15 september (= dag 0) bij de verschillende teeltomstandigheden.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.



Figuur B2.3: Grafische weergave van de ontwikkelingstijd per blad bij 'Orange Love' vanaf 15 september (= dag 0) bij de verschillende teeltomstandigheden.



Figuur B2.4: Grafische weergave van de ontwikkelingstijd per blad bij 'Orange Love' vanaf 15 september (= dag 0) bij de verschillende teeltomstandigheden.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bijlage 3

Resultaten eindmetingen op 5 april 2004:

Tabel B3.1: Meetwaarden eigenschappen in continue belichtingsproef in onbelichte controle (PARsom 456 Mol/m^2), bij 14 uur 4000 LUX (836 Mol/m^2), 10 uur 8000 Lux (932 Mol/m^2) en 14 uur 8000 Lux (1061 Mol/m^2) zoals gebruikt voor figuren B4.1 tot en met B4.10.

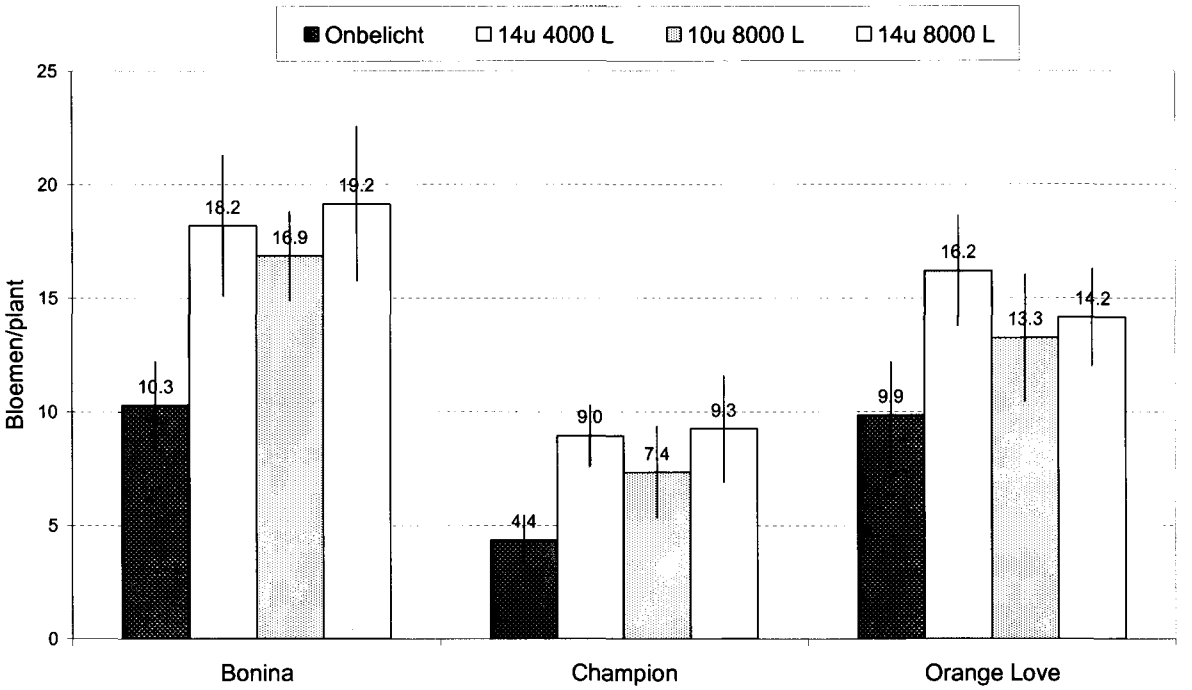
Eigenschap	'Bonina'				'Champion'				'Orange Love'			
PARsom (Mol/m^2)	**456**	**836**	**932**	**1061**	**456**	**836**	**932**	**1061**	**456**	**836**	**932**	**1061**
Aantal bloemen	10.3	18.2	16.9	19.2	4.4	9.0	7.4	9.3	9.9	16.2	13.3	14.2
Lengte bloem	40.3	45.2	41.3	40.1	41.8	50.9	48.8	51.3	39.6	46.8	45.3	42.8
Breedte bloem	7.8	8.4	8.5	8.1	9.9	10.9	10.5	10.9	9.4	10.3	9.7	9.3
Hoogte blad	35.0	35.4	33.8	31.9	37.9	41.6	39.6	39.6	35.5	37.4	35.3	32.4
Breedte blad	8.9	9.3	9.6	9.1	11.3	10.6	11.1	10.7	10.1	9.8	9.9	9.4
Hoogteverschil	5.3	9.8	7.5	8.2	3.9	9.3	9.2	11.8	4.1	9.4	10.1	10.4
N bloemscheuten	5.1	6.7	6.9	7.5	1.6	3.0	2.8	2.6	4.9	6.0	5.5	5.5
Versgewicht (g)	230.5	339.7	309.4	345.8	231.9	360.2	330.1	362.5	290.0	408.9	365.1	342.8
Drooggewicht (g)	37.9	57.8	51.2	56.5	36.5	56.3	51.8	58.0	43.4	63.2	55.2	52.2
Drooggewicht%	16.5	17.0	16.5	16.3	15.7	15.6	15.7	16.0	15.0	15.5	15.1	15.3

Tabel 3.2: Toe- of afname van gemeten eigenschap uitgedrukt **in procenten** ten opzichte van de bijbehorende onbelichte controle (=100%).

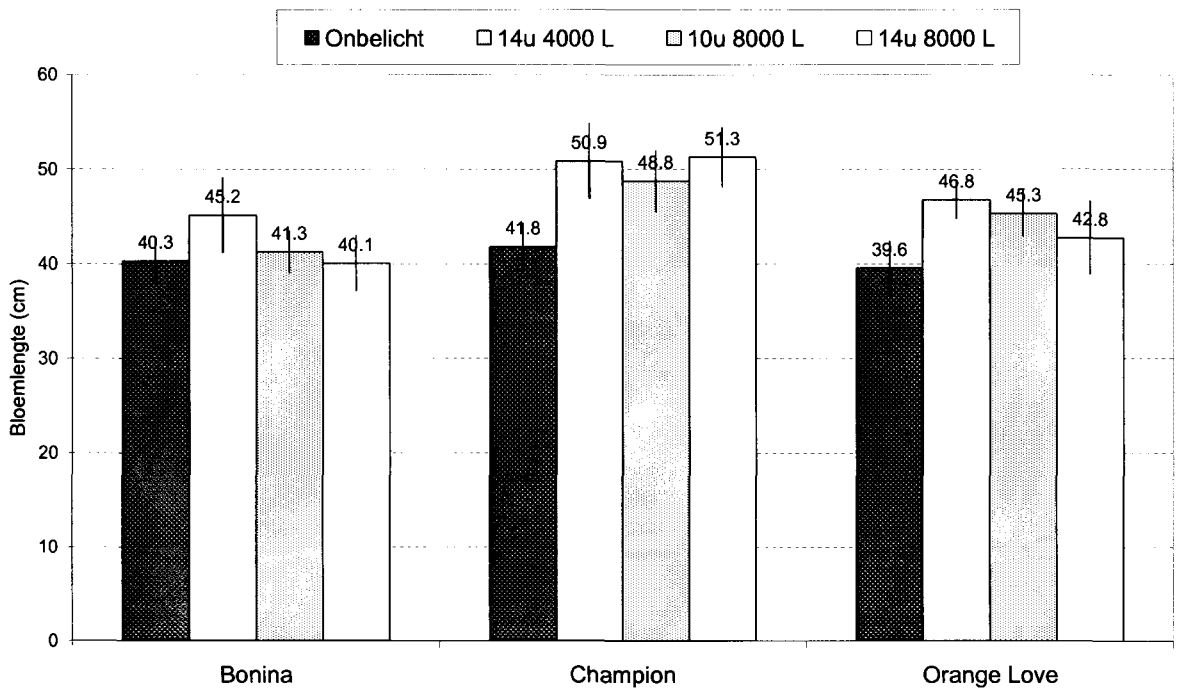
		'Bonina'			'Champion'			'Orange Love'		
Eigenschap	Onbelicht	14 uur 4000L	10 uur 8000 L	14 uur 8000L	14 uur 4000L	10 uur 8000 L	14 uur 8000L	14 uur 4000L	10 uur 8000 L	14 uur 8000L
PAR som	**100**	**183**	**204**	**233**	**183**	**204**	**233**	**183**	**204**	**133**
Aantal bloemen	**100**	177	164	186	206	169	213	164	135	144
Lengte bloem	**100**	112	102	99	122	117	123	118	115	108
Hoogte blad	**100**	108	110	105	110	106	110	109	103	99
Hoogteverschil*	**100**	101	96	91	110	104	104	105	99	91
Breedte bloem	**100**	104	107	102	94	98	95	98	98	94
Breedte blad	**100**	185	142	155	238	235	301	231	248	256
Bloemscheuten**	**100**	131	135	147	188	175	163	122	112	112
Versgewicht (g)	**100**	147	134	150	155	142	156	141	126	118
Drooggewicht (g)	**100**	152	135	149	154	142	159	146	127	120
Drooggewicht (%)	**100**	103	100	99	99	100	101	103	101	102

*) Hoogteverschil = Lengte bloem – Hoogte blad. Geeft indruk van mate waarin bloem boven blad uitsteekt.
**) Bloemscheuten = Gemiddeld aantal scheuten met bloem per plant.

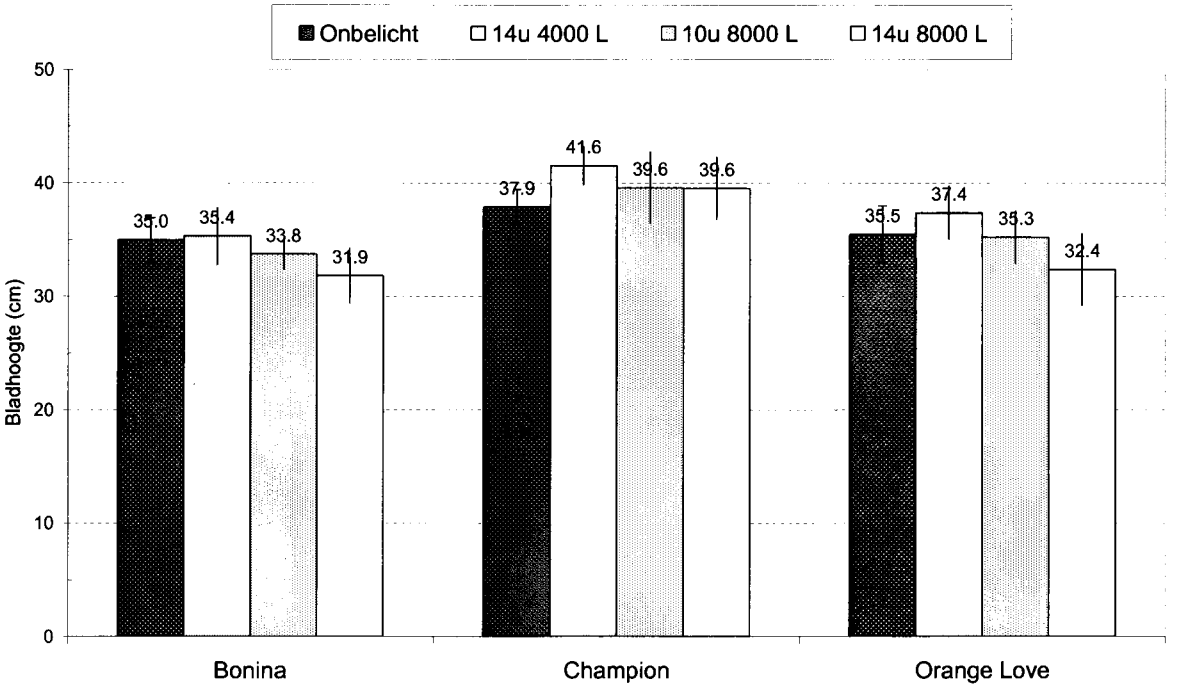
© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.



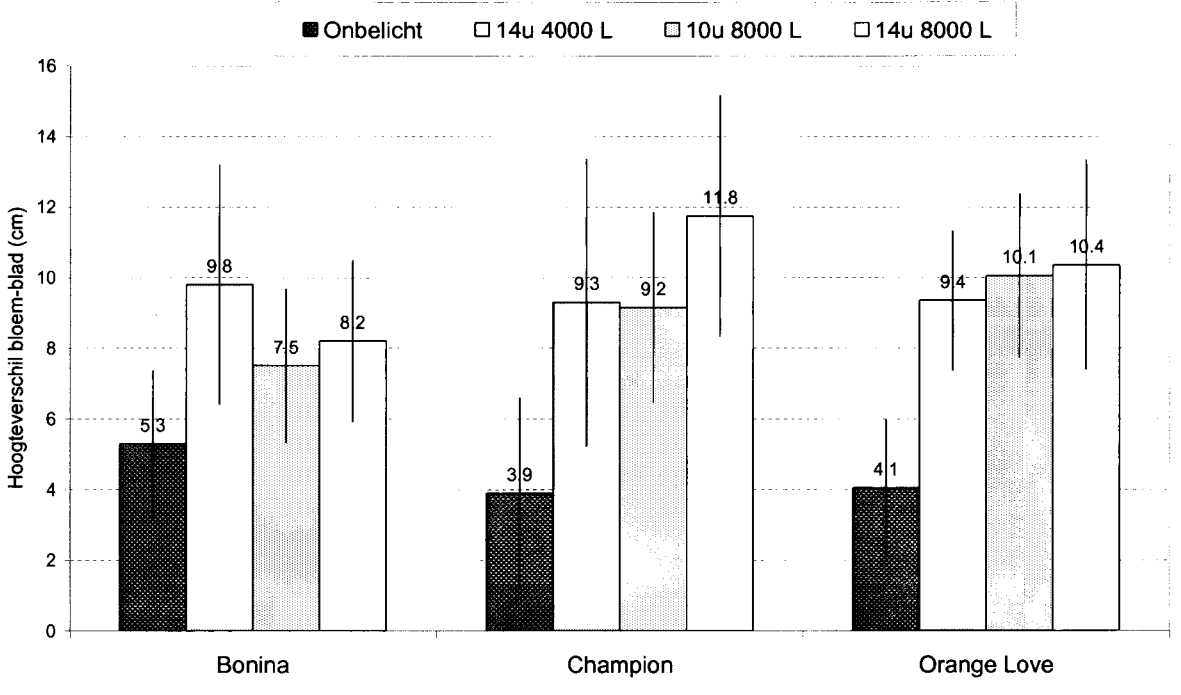
Figuur B3.1: Effect belichten op aantal bloemen per plant per ras.



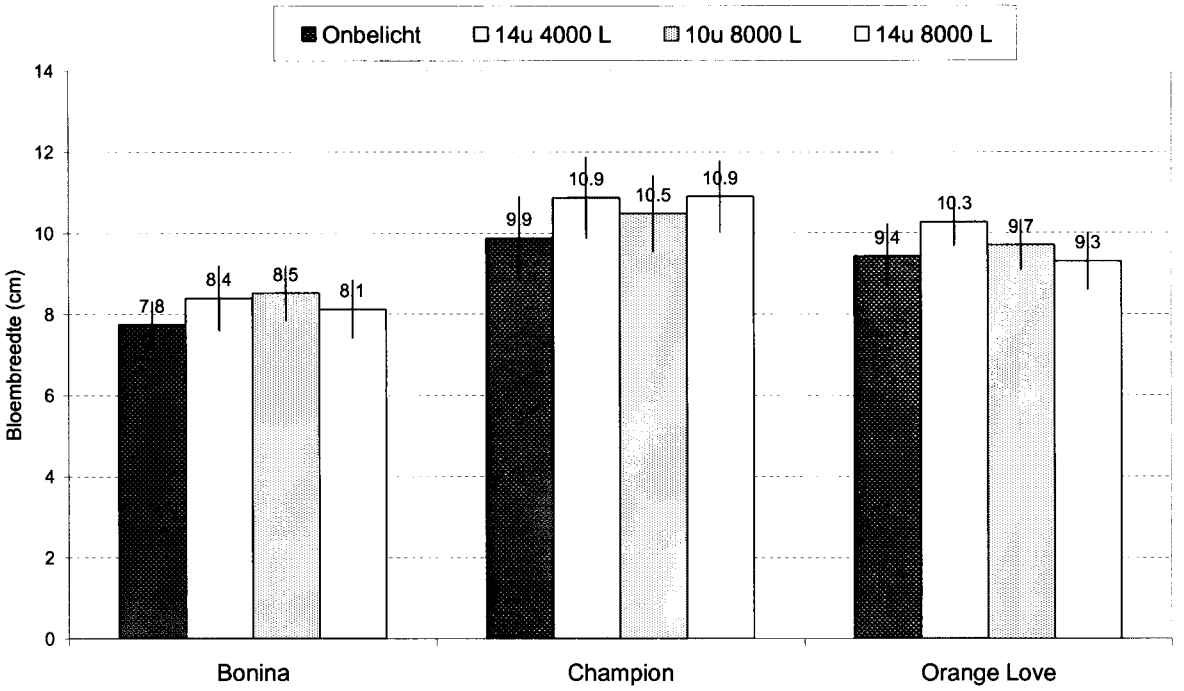
Figuur B3.2: Effect belichten op gemiddelde bloemlengte langste bloem.



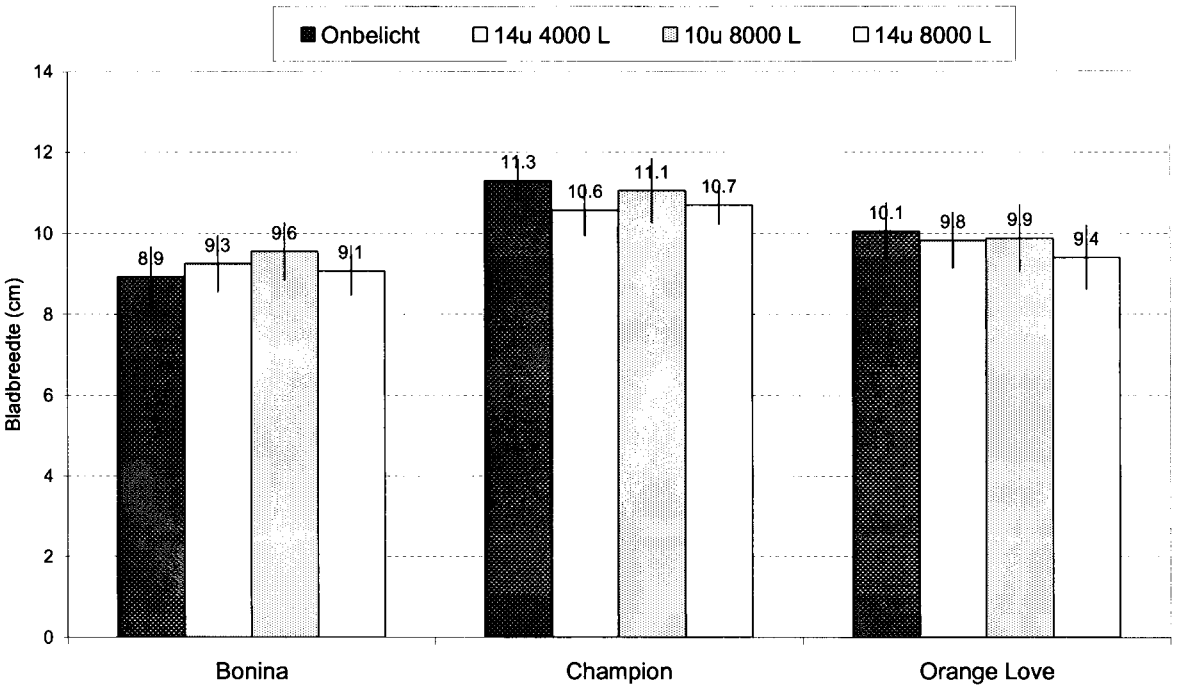
Figuur B3.3: Effect belichten op gemiddelde bladhoogte hoogste blad.



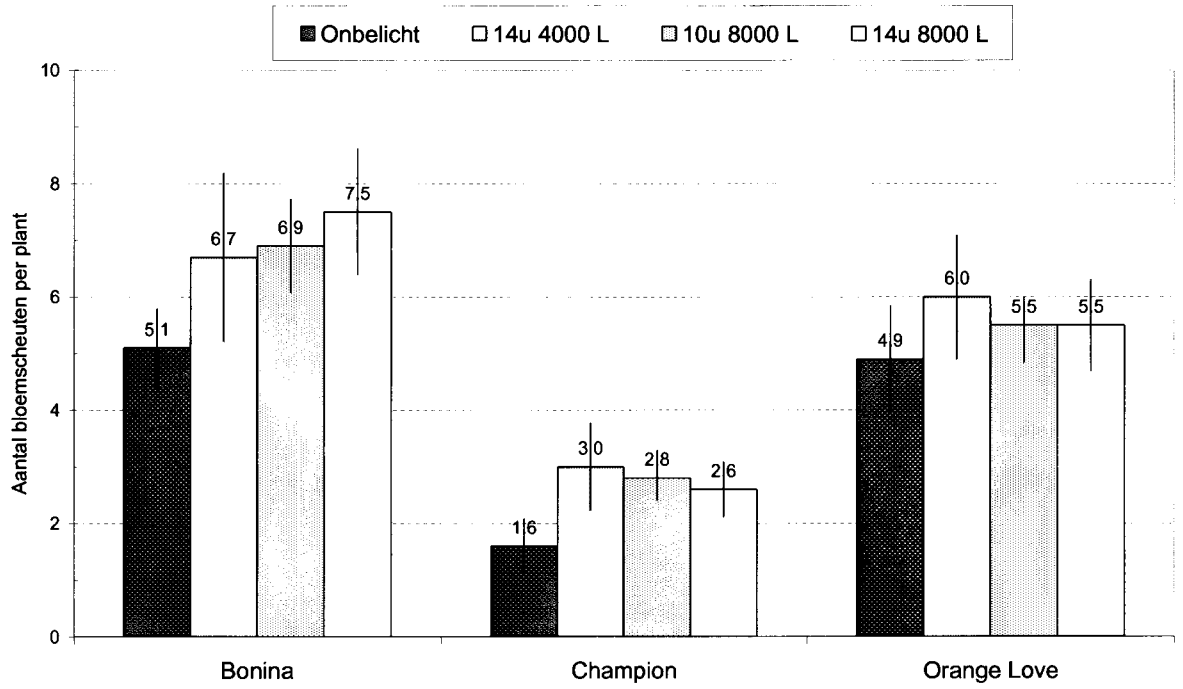
Figuur B3.4: Effect belichten op hoogteverschil bloem-blad als indicatie voor strekkingseffect.



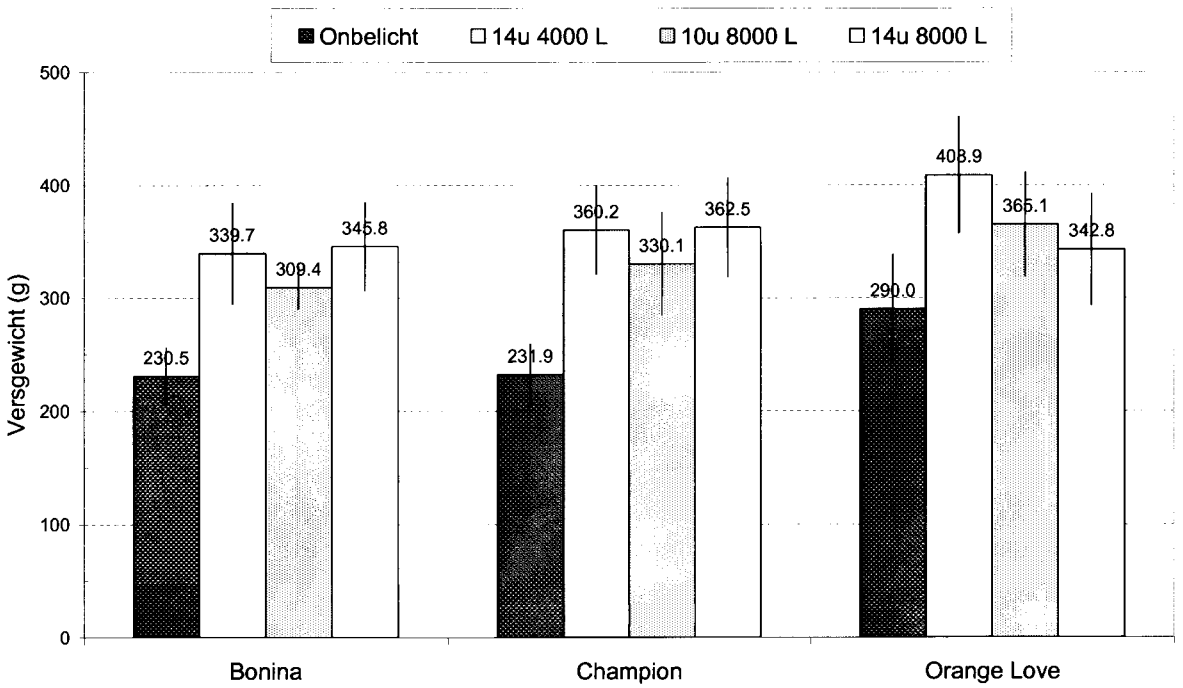
Figuur B3.5: Effect belichten op bloembreedte langste bloem.



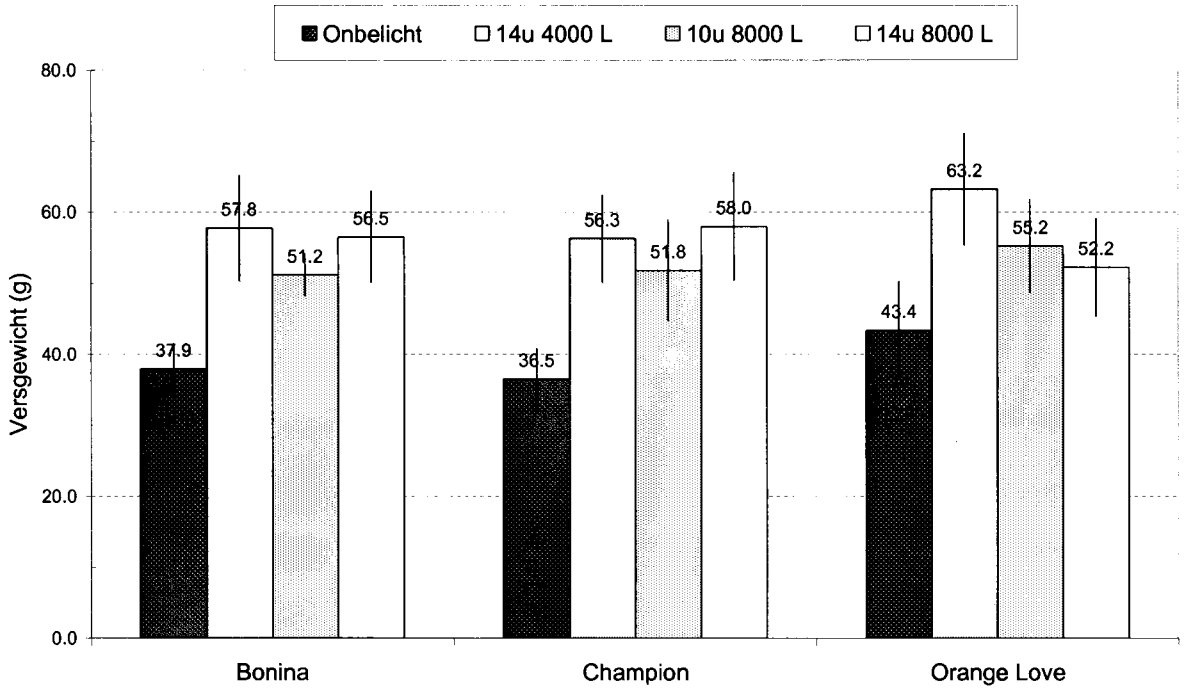
Figuur B3.6: Effect belichten op bladbreedte hoogste blad.



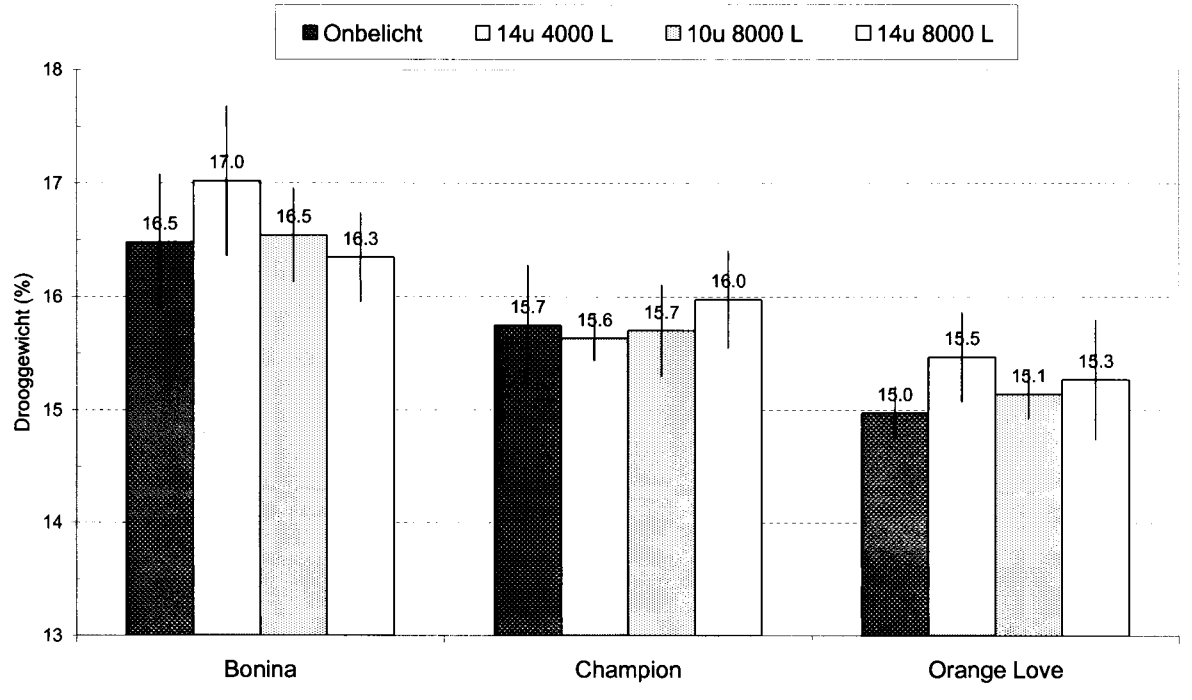
Figuur B3.7: Effect belichten op aantal scheuten per plant met bloemen.



Figuur B3.8: Effect belichten op versgewicht productie.



Figuur B3.9: Effect belichten op drooggewicht productie.



Figuur B3.10: Effect belichten op drooggewicht percentage.

Bijlage 4

Tabel B4.1: Aantal bloemen per plant, lengte en breedte van langste bloem van 'Champion' planten uit de wisselproef **gemeten op 15 januari 2004** na 4 maanden belichting met de aangegeven intensiteit. Behandelingen zijn geordend op volgorde van de totaal ontvangen hoeveelheid PAR licht (Mol/m^2).

Behandeling	PAR som	N bloemen ± se	Lengte ± sd	Breedte ± sd
Controle Onbelicht	**264**	**1.3 ± 0.1**	**33.8 ± 3.0**	**7.8 ± 0.9**
4m Onbelicht, 10 d 10 u 8000 Lux	293	1.4 ± 0.2	34.1 ± 3.3	7.4 ± 0.7
2m 10 u 8000 Lux, 2m Onbelicht	379	2.3 ± 0.2	36.3 ± 2.8	7.8 ± 0.8
3m Onbelicht, 1m 10 u 8000 Lux	381	1.6 ± 0.2	35.3 ± 3.1	7.7 ± 0.8
3m 10 u 8000 Lux, 1m Onbelicht	456	2.4 ± 0.2	38.3 ± 3.1	8.4 ± 0.8
2m Onbelicht, 2m 10 u 8000 Lux	459	2.4 ± 0.2	38.1 ± 3.9	8.5 ± 0.8
Controle 14 uur 4000 Lux	**527**	**3.2 ± 0.2**	**41.8 ± 3.3**	**9.1 ± 1.0**
4m 14 u 4000 Lux, 10 d 14 u 8000 Lux	542	3.1 ± 0.2	41.9 ± 3.5	9.3 ± 1.1
4m 10 u 8000 Lux, 10 d Onbelicht	544	3.1 ± 0.2	41.0 ± 4.3	9.6 ± 1.1
2m 14 u 8000 Lux, 2m 14 u 4000 Lux	570	3.0 ± 0.2	41.5 ± 2.9	9.1 ± 0.7
Controle 10 uur 8000 Lux	**574**	**2.8 ± 0.2**	**40.5 ± 3.2**	**8.4 ± 0.9**
3m 14 u 4000 Lux, 1m 14 u 8000 Lux	586	3.5 ± 0.2	42.8 ± 3.1	9.5 ± 0.8
3m 14 u 8000 Lux, 1m 14 u 4000 Lux	604	3.0 ± 0.2	41.4 ± 3.2	9.1 ± 0.7
2m 14 u 4000 Lux, 2m 14 u 8000 Lux	620	3.3 ± 0.2	41.1 ± 3.1	9.3 ± 0.9
4m 14 u 8000 Lux, 10 d 14 u 4000 Lux	648	3.1 ± 0.2	41.1 ± 3.3	9.1 ± 1.0
Controle 14 uur 8000 Lux	**663**	**3.2 ± 0.2**	**40.1 ± 3.0**	**8.9 ± 0.9**

Tabel B4.2: Aantal bloemen per plant, lengte en breedte van langste bloem van 'Champion' planten uit de wisselproef **gemeten op 5 april 2004** na 7 maanden belichting met de aangegeven intensiteit. Behandelingen zijn geordend op volgorde van de totaal ontvangen hoeveelheid PAR licht (Mol/m^2).

Behandeling	PAR som	N bloemen ± se	Lengte ± sd	Breedte ± sd
Controle Onbelicht	**456**	**2.4 ± 0.3**	**40.2 ± 3.2**	**9.2 ± 0.2**
2m 10 u 8000 L, 5m Onbelicht	573	3.1 ± 0.2	40.8 ± 4.0	9.5 ± 0.3
3m 10 u 8000 L, 4m Onbelicht	650	3.3 ± 0.3	40.8 ± 3.9	8.9 ± 0.2
4m Onbelicht, 3m 10 u 8000 L	657	3.0 ± 0.3	43.0 ± 4.5	9.8 ± 0.2
4m 10 u 8000 L, 3m Onbelicht	738	4.2 ± 0.2	43.2 ± 3.2	9.6 ± 0.2
3m Onbelicht, 4m 10 u 8000 L	745	3.9 ± 0.2	42.6 ± 3.3	9.8 ± 0.2
2m Onbelicht, 5m 10 u 8000 L	823	4.4 ± 0.2	43.9 ± 2.8	9.9 ± 0.1
Controle 14 u 4000 Lux	**836**	**6.0 ± 0.3**	**48.3 ± 2.7**	**10.9 ± 0.3**
2m 14 u 8000 L, 5m 14 u 4000 L	883	5.5 ± 0.3	49.3 ± 3.8	11.1 ± 0.2
3m 14 u 8000 L, 4m 14 u 4000 L	917	6.2 ± 0.3	48.8 ± 3.0	11.1 ± 0.3
Controle 10 u 8000 Lux	**932**	**4.7 ± 0.2**	**44.3 ± 3.3**	**9.9 ± 0.2**
4m 14 u 4000 L, 3m 14 u 8000 L	948	5.3 ± 0.3	46.2 ± 2.7	10.7 ± 0.3
4m 14 u 8000 L, 3m 14 u 4000 L	961	6.2 ± 0.4	47.6 ± 2.9	10.3 ± 0.3
3m 14 u 4000 L, 4m 14 u 8000 L	991	5.4 ± 0.3	47.2 ± 3.7	10.4 ± 0.2
2m 14 u 4000 L, 5m 14 u 8000 L	1026	6.4 ± 0.4	47.8 ± 2.8	10.9 ± 0.2
Controle 14 u 8000 Lux	**1061**	**6.1 ± 0.3**	**44.4 ± 3.5**	**10.2 ± 0.2**

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.