



# Sturen van compactheid met blauw licht en wegnemen van de schemering

Onderzoek naar sturen compactheid met gebruik maken van lichtkleuren om gewasontwikkeling, strekking en groei te sturen: een studie naar blauw licht

Anja Dieleman, Filip van Noort en Arca Kromwijk

Rapport WPR-734

## Referaat

Een belangrijk kwaliteitskenmerk van pot-, perk- en kuipplanten is compactheid. Om planten compact te houden, worden chemische groeiregulatoren gebruikt. Het gebruik hiervan staat echter in toenemende mate onder druk en verwacht wordt dat het gebruik ervan op termijn verder ingeperkt zal worden. Daarom is in drie opeenvolgende kasproeven onderzocht of de compactheid gestuurd kan worden met de spectrale samenstelling van het licht. In de 1<sup>e</sup> proef, winter 2015/2016, gaf een hoger percentage blauw licht en het wegnemen van de natuurlijke schemering (door belichten tot na de natuurlijke schemering) compactere planten bij Fuchsia. Bij vier Hibiscussoorten was er echter geen effect. In de 2<sup>e</sup> proef, najaar 2016, was er weinig tot geen verbetering van de compactheid van Fuchsia, pelargonium, petunia en viool. In de 3<sup>e</sup> proef vanaf maart 2017 met dezelfde gewassen was het resultaat afhankelijk van het gewas en de cultivar. Hieruit blijkt dat het sturen van compactheid met blauw licht (nog) onvoldoende perspectief biedt voor praktijktoepassing. Het wegnemen van de natuurlijke schemering biedt wel mogelijkheden, omdat het bijna altijd gunstig is voor de compactheid en het eenvoudig zonder extra kosten toe is te passen.

## Abstract

An important quality characteristic of pot, bedding and container plants is compactness. To keep plants compact, chemical growth regulators are used. Their use is, however, increasingly under pressure and it is expected that their use will be further restricted in the future. In three successive greenhouse tests, the effect of spectral composition of the light on compactness was investigated. In the 1st trial, in winter 2015/2016, a higher percentage of blue light and the absence of a natural twilight (by lighting until after the natural twilight) resulted in more compact Fuchsia plants, but not in the 4 Hibiscus species tested. In the 2nd trial, in autumn 2016, compactness of Fuchsia, pelargonium, petunia and violin was hardly affected. In the 3rd trial, from March 2017, with the same crops, the result depended on the crop and the cultivar. These results show that so far, perspectives for practical applications of blue light to affect compactness are still insufficient. Compactness was favorably affected by removing the natural twilight, which offers perspectives since it can be applied easily without additional costs.

## Rapportgegevens

Rapport WPR-734

Projectnummer: 3742215700

DOI nummer: 10.18174/440322

## Disclaimer

© 2018 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl), [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research). Wageningen Plant Research.

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Adresgegevens

### Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Probleemstelling	7
	1.2 Doelstelling	8
<b>2</b>	<b>Stand van zaken plantfysiologische kennis lichtkleuren</b>	<b>9</b>
	2.1 Blauw licht	10
	2.2 Rood en verrood licht	10
<b>3</b>	<b>Proef 1: December 2015–maart 2016</b>	<b>11</b>
	3.1 Materiaal en methode	11
	3.1.1 Proefopzet	11
	3.1.2 Waarnemingen	13
	3.1.3 Teeltomstandigheden	14
	3.2 Resultaten proef 1: december 2015 – maart 2016	14
	3.2.1 Gerealiseerd lichtniveau	14
	3.2.2 Resultaten gewasmetingen Fuchsia	16
	3.2.2.1 Resultaten Fuchsia week 3 - 2016	16
	3.2.2.2 Resultaten Fuchsia week 10 - 2016	19
	3.2.3 Resultaten chlorofylgehalte Fuchsia	22
	3.2.4 Resultaten fotosynthese en huidmondjesopening Fuchsia	23
	3.2.5 Resultaten Hibiscus	24
	3.3 Conclusies 1 <sup>e</sup> proef	25
<b>4</b>	<b>Proef 2: September – december 2016</b>	<b>27</b>
	4.1 Materiaal en methode	27
	4.1.1 Proefopzet	27
	4.1.2 Waarnemingen	28
	4.1.3 Teeltomstandigheden	28
	4.2 Resultaten proef 2: September - november 2016	29
	4.2.1 Gerealiseerd percentage blauw licht en lichtniveau	29
	4.2.2 Resultaten Fuchsia	<b>30</b>
	4.2.3 Resultaten Pelargonium, Petunia en Viool	34
	4.3 Conclusies 2 <sup>e</sup> proef	37

<b>5</b>	<b>Proef 3: Maart - mei 2017</b>	<b>39</b>
5.1	Materiaal en methode	39
5.1.1	Proefopzet	39
5.1.2	Waarnemingen	40
5.1.3	Teeltomstandigheden	40
5.2	Resultaten proef 3: Maart - mei 2017	41
5.2.1	Gerealiseerd lichtniveau	41
5.2.2	Resultaten Fuchsia	42
5.2.3	Resultaten Pelargonium	47
5.2.3.1	Blauw licht	47
5.2.4	Resultaten Viola cornuta	49
5.2.5	Resultaten Petunia	51
5.2.6	Resultaten SPAD metingen	52
5.2.7	Resultaten fotosynthese en huidmondjesopening Pelargonium	53
5.3	Conclusies 3 <sup>e</sup> proef	54
<b>6</b>	<b>Conclusies en discussie</b>	<b>57</b>
6.1	Conclusies	57
6.2	Discussie	58
	<b>Literatuur</b>	<b>59</b>
	<b>Bijlage 1 Proefschema proef 1, 2 en 3</b>	<b>61</b>
	<b>Bijlage 2 Data Proef 1</b>	<b>65</b>
	<b>Bijlage 3 Data proef 2</b>	<b>69</b>
	<b>Bijlage 4 Data proef 3</b>	<b>77</b>

# Samenvatting

Een belangrijk kwaliteitskenmerk van pot-, perk- en kuipplanten is compactheid. Het gebruik van chemische groeiregulatoren staat echter in toenemende mate onder druk en verwacht wordt dat het gebruik ervan op termijn verder ingeperkt zal worden. Daarom is in drie opeenvolgende kasproeven onderzocht of de compactheid gestuurd kan worden met de spectrale samenstelling van het licht. Een verhoogd aandeel blauw licht in natuurlijk licht heeft een remmend effect op de celstrekking waardoor de stengel korter en het blad kleiner wordt. Voor toepassing in de praktijk is het van belang te weten wat het veranderen van het aandeel blauw licht in de totale lichthoeveelheid doet met de strekking van pot-, perk- en kuipplanten en wat de effecten op de bloei zijn. Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen University & Research, Business Unit Glastuinbouw en gefinancierd uit de strategische middelen van de club van 100 en de topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen van het ministerie van LNV.

In de 1<sup>e</sup> proef uitgevoerd vanaf week 49 in 2015 zijn vier Hibiscus cultivars en Fuchsia x hybrida 'Beacon' geteeld bij 10, 30 en 50% blauw licht. Deze percentages blauw licht zijn gerealiseerd met 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  LED-licht (met percentage blauw/rood van 5/95, 30/70 en 55/45%) aangevuld met circa 33  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  natuurlijk licht met 30% blauw licht. Omdat de rood/verrood verhouding aan het einde van de natuurlijke dag afneemt en deze lage rood/verrood verhouding de strekking van planten kan stimuleren, zijn de drie percentages blauw licht gecombineerd met twee rood/verrood behandelingen aan het einde van de dag. Bij de eerste variant is een half uur voor zonsondergang gestopt met belichten, zodat de planten met een natuurlijke schemering de nacht in gingen. Bij de tweede variant is de rood/verrood verhouding aan het einde van de dag verhoogd door over de schemering heen te blijven belichten (geen natuurlijke schemering). In totaal waren er dus 6 behandelingen. Bij Fuchsia Beacon gaf zowel het wegnemen van de natuurlijke schemering (door belichten tot ná de natuurlijke schemering) als een hoger percentage blauw licht compactere planten. Bij de vier Hibiscussoorten was er echter geen effect op de compactheid.

In de 2<sup>e</sup> proef, vanaf eind september 2016, zijn Viool, Pelargonium, Petunia en vier Fuchsiacultivars geteeld bij 30, 45 en 60% blauw licht. De percentages blauw licht zijn gerealiseerd met 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  LED-licht (met percentage blauw/rood van 30/70, 55/45 en 70/30%) en gestreefd naar circa 33  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  natuurlijk licht (met 30% blauw licht). Dit is ook weer gecombineerd met wel of niet wegnemen van de natuurlijke schemering aan het einde van de dag op dezelfde manier als in de 1<sup>e</sup> proef. In de 2<sup>e</sup> proef was er geen effect van het percentage blauw licht op de compactheid. Er was wel een effect op de bloei, met name bij twee Fuchsiacultivars die onverwacht laat in bloei kwamen. Bij een hoger percentage blauw licht nam het aantal bloemen af. Dit is in de 1<sup>e</sup> proef ook geconstateerd. In de 2<sup>e</sup> proef was er ook nauwelijks tot geen verbetering van de compactheid door het wegnemen van de natuurlijke schemering bij Fuchsia, Pelargonium, Petunia en Viool.

In de 3<sup>e</sup> proef vanaf begin maart 2017 met dezelfde vier Fuchsiacultivars en andere Pelargonium-, Petunia- en Vioolcultivars was het resultaat afhankelijk van het gewas en de cultivar. Bij Fuchsia Beacon nam de plantlengte, versgewicht en aantal bloemen af bij een hoger percentage blauw licht. Het wegnemen van de schemering had geen betrouwbaar effect op de strekking, maar gaf wel meer bloemknoppen. Dat was ook zichtbaar bij de tussenmeting van Fuchsia Beacon in de 1<sup>e</sup> proef. Bij Fuchsia Diva waren de planten alleen bij het hoogste percentage blauw licht korter. Hoewel er nog maar weinig bloemknoppen waren bij de eindmeting nam het aantal bloemknoppen bij Diva ook af bij een hoger percentage blauw licht. Het effect van het wegnemen van de schemering was bij Diva tegengesteld aan de resultaten van Fuchsia Beacon. Na het wegnemen van de schemering waren de planten langer dan bij natuurlijke schemering.

Bij Pelargonium was er geen betrouwbaar effect van het percentage blauw licht op de planthoogte, maar de totale bladoppervlakte nam wel af naarmate het percentage blauw licht hoger was. Het aantal bloemknoppen was bij 45 en 60% blauw hoger dan bij 30% blauw licht. Het wegnemen van de schemering gaf bij Pelargonium een kortere hoofdscheut, kortere bloemsteel, kortere bladsteel en iets minder bloemknoppen. Voor de planthoogte was er een interactie met het percentage blauw licht. Bij 45 en 60% blauw licht gaf het wegnemen van de schemering een kleinere planthoogte, maar bij 30% blauw licht was er geen betrouwbaar verschil in planthoogte.

Bij viool gaf het wegnemen van de schemering een kortere hoofdscheut met minder zijscheuten, minder internodiën op de hoofdscheut en minder bloemen en bloemknoppen. Bij Petunia was er geen duidelijk effect op de lengte van de hoofdscheut en het aantal zijscheuten was het hoogste bij 45% blauw licht. In tegenstelling tot viool gaf het wegnemen van de schemering bij Petunia juist een iets hoger aantal zijscheuten (+0.2).

Uit deze resultaten blijkt dat het sturen van compactheid met blauw licht (nog) onvoldoende perspectief biedt voor praktijktoepassing, maar het wegnemen van de natuurlijke schemering wel. Het effect daarvan is bijna altijd gunstig voor compactheid en is eenvoudig zonder extra kosten toe te passen.

# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

Een belangrijk kwaliteitskenmerk van potplanten is compactheid. Veel pot-, perk- en kuipplanten kunnen te gestrekt uitgroeien. Om een kwalitatief goede plant te verkrijgen, wordt de strekking van stengels en bladstelen vaak met behulp van remstoffen en/of met behulp van alternatieve remstrategieën zoals DIF, kouval, droog telen etc. onderdrukt. Het gebruik van chemische groeiregulatoren staat echter in toenemende mate onder druk en verwacht wordt dat het gebruik ervan op termijn verder ingeperkt zal worden. Daarom is het van belang te zoeken naar alternatieven en de consequenties van die alternatieven voor de totale plantgroei en -ontwikkeling in beeld te brengen. Het is bekend dat het mogelijk is de plantmorfologie te beïnvloeden door de spectrale samenstelling van het licht (lichtkleuren) te veranderen. Processen als lengtegroei, bladkleur, aantal bloemen en moment van bloei kunnen door lichtkleuren gestuurd worden. De verhouding rood/verrood licht heeft effect op de stengelstrekking (bij veel verrood wordt de strekking gestimuleerd, bij weinig verrood wordt de strekking geremd), evenals groen (stimuleert de strekking) en blauw (remt de strekking) licht. Hoe deze effecten vertaald kunnen worden naar producten of teeltrecepten voor de glastuinbouw is nog niet bekend.

Doel van dit project is om de kennis die er tot nu toe is opgedaan ten aanzien van het sturen van de compactheid met het aandeel blauw licht en met de rood/verrood verhouding aan het einde van de dag te gebruiken om te komen tot toepassingen voor de Nederlandse glastuinbouw. Daarbij is het niet alleen van belang wat het effect van de spectrale samenstelling van het licht op de compactheid van de planten is, maar ook wat het effect is op de overige kwaliteitskenmerken (snelheid van bloei, aantal bloemen, bloemkleur, bladoppervlakte, plantgewicht) en de onderliggende fysiologische processen (fotosynthese, verdamping, ontwikkelingssnelheid). Daarvoor zijn achtereenvolgens drie kasproeven uitgevoerd. Na elke proef zijn de resultaten besproken met de begeleidingscommissie en de proefplannen van volgende proeven verder uitgewerkt en voor zover nodig aangepast. In de begeleidingscommissie van dit project, waren de bedrijven Sion, Priva, Mardenkro, Oerlemans Plastics, Ludvig Svensson, Bonar en Philips vertegenwoordigd, namens alle bedrijven van de Club van 100 van Wageningen University & Research Glastuinbouw. Het onderzoek is gefinancierd uit de strategische middelen van de club van 100 en de topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen van het ministerie van LNV.

Het zonlichtspectrum (PAR gebied, 400-700 nm) bestaat voor ongeveer 30% uit blauw licht. In de winterperiode is het mogelijk het aandeel blauw licht te verhogen door bij te belichten met blauwe LED lampen. In de periode dat er geschermd wordt in de teelt van potplanten, is het mogelijk met fotoselectieve schermen (die naar verhouding meer rood en groen wegschermen dan blauw licht) het aandeel blauw licht in de kas te verhogen.

In dit project is een reeks behandelingen aangelegd, waarbij het aandeel blauw licht op de totale lichtsom is gevarieerd. Om de lichtbehandelingen goed controleerbaar te houden, zijn de proeven uitgevoerd in de wintermaanden, en is het aandeel blauw licht gestuurd door bij te belichten met blauwe LED lampen. De proeven zijn uitgevoerd in het IDC LED (Innovatie- en demonstratiecentrum LED) bij Wageningen University & Research, Business Unit Glastuinbouw in Bleiswijk (Figuur 1). In het IDC LED zijn boven 12 teelttafels plafonds met LED lampen geïnstalleerd met per tafel stuurbare verlichting. Daarmee kan op elke tafel elk gewenst lightspectrum en/of lichtintensiteit gerealiseerd worden. In periode van najaar 2015 t/m voorjaar 2017 zijn drie proeven uitgevoerd.

In dit rapport is de uitvoering en resultaten van dit onderzoek weergegeven. In hoofdstuk 2 is een kort overzicht van de stand van zaken van de plantenfysiologische kennis over lichtkleuren weer gegeven ter voorbereiding van het onderzoeksvoorstel in 2015. Daarna wordt in chronologische volgorde de drie uitgevoerde proeven beschreven (hoofdstuk 3 t/m 5). In hoofdstuk 6 wordt afgesloten met de conclusies.



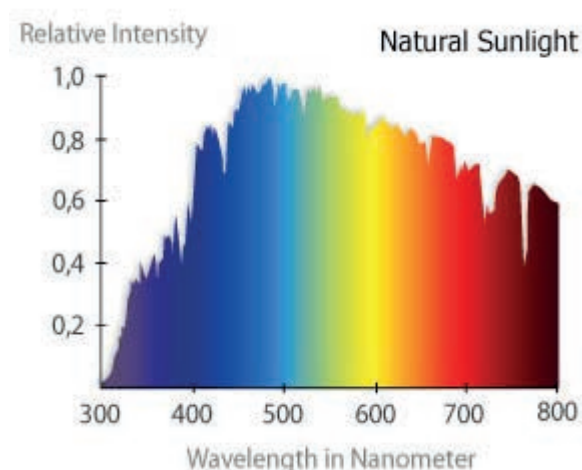
**Figuur 1** De proeven zijn uitgevoerd in het IDC LED (Innovatie- en demonstratiecentrum LED) bij Wageningen University & Research, Business Unit Glastuinbouw in Bleiswijk. In het IDC LED zijn boven 12 teelttafels plafonds met LED lampen (research en productiemodules) geïnstalleerd met per tafel stuurbaar lichtspectrum en lichtintensiteit.

## 1.2 Doelstelling

Dit project heeft als doel kennis te ontwikkelen over de mogelijkheden om met blauw licht de compactheid van (pot)planten te sturen en na te gaan wat de effecten hiervan zijn op plantvorm, bloei, fotosynthese en huidmondjesopening. Er is voor blauw licht gekozen omdat met bijbelichten of fotoselectieve schermen het aandeel blauw licht op de totale lichthoeveelheid goed te sturen is, en omdat van blauw licht bekend is dat het de strekking remt. Wetenschappelijk gezien is het onderzoek aan fysiologische effecten van lichtkleuren op plantprocessen zoals strekking, pigmentsamenstelling en effecten op fotosynthese nog een redelijk onontgonnen onderzoeksveld, met name als we kijken naar de lange termijn effecten (dagen, weken) van variaties in spectrale samenstelling van het licht gedurende de dag. Deze kennis wordt in dit project, in samenspraak met de bedrijven die deel uitmaken van het consortium, vertaald in teeltrecepten en producten.

## 2 Stand van zaken plantfysiologische kennis lichtkleuren

Het zonlichtspectrum (PAR gebied, 400-700 nm) bestaat voor ongeveer 30% uit blauw licht. Verder bestaat het voor ongeveer 35% uit groen licht en voor ongeveer 35% uit rood licht (Figuur 2).



**Figuur 2** Relatieve intensiteit van natuurlijk zonlicht uitgedrukt per golflengte.

De spectrale samenstelling van het licht is van invloed op de morfologische ontwikkeling van de plant. Een overzicht van algemene effecten van lichtkleuren is weer gegeven in Tabel 1. Planten nemen het licht waar via een aantal verwante groepen van fotoreceptoren. Een van deze groepen fotoreceptoren bestaat uit de fytochromen (fytochromen A tot E), die licht waarnemen in het rode gebied (600-700 nm) en verrode gebied (700-750 nm). Een ander groep van fotoreceptoren absorbeert specifiek blauw licht (390-500 nm) en/of UV-A (320-390 nm). Binnen de groep van blauw licht receptoren worden de cryptochromen en fototropinen onderscheiden (Christie & Briggs, 2001).

Tabel 1

Overzicht van algemene effecten van lichtkleuren.

Lichtkleur	Golflengte (nm)	Effecten op plantontwikkeling
Blauw	400-500	Opening huidmondjes Remt strekking Dikkere bladeren
Groen	500-600	Veel reflectie Stimuleert strekking
Rood	600-700	Stimuleert chlorofyl synthese Stimuleert zijscheuten Remt strekking Induceert bloei in Lange Dag Planten
Verrood	700-800	Stimuleert strekking Remt bloei in Lange Dag Planten

## 2.1 Blauw licht

Er zijn twee groepen van blauwlicht receptoren geïdentificeerd, cryptochromen en fototropinen. Binnen de cryptochromen worden twee pigmenten onderscheiden, waarvan één functioneert onder hoge lichtintensiteiten en vooral leidt tot remming van de hypocotyl- en/of stengelstrekking. Er is geen range van lichtintensiteiten of golflengtes bekend waarbinnen dit cryptochroom functioneert. Het tweede cryptochroom pigment functioneert onder lage licht intensiteiten ( $<20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) en stimuleert de bloei door remming van de werking van fytochroom B, het fytochroom dat de bloei normaal remt. Fototropine is een blauw licht receptor waarvan de functie grotendeels onbekend is, maar gedacht wordt dat het een rol speelt in de calcium toevoer naar de celinhoud (cytosol).

Blauw licht is belangrijk voor de vorming van chlorofyl, de ontwikkeling van de chloroplasten, de opening van de huidmondjes, de aanmaak van enzymen en de 24-uurs cyclus van de fotosynthese en fotomorfogenese. Een verhoogd aandeel van blauw licht in natuurlijk licht heeft een remmend effect op de celstrekking waardoor de stengel korter wordt en het blad dikker. Omgekeerd heeft een afname van de hoeveelheid blauw licht een toename van het bladoppervlak en de stengelstrekking tot gevolg (Schuerger *et al.* 1997; Dougher & Bugbee, 2001). Wanneer planten bij alleen blauw (LED) licht geplaatst worden, worden ook tegenovergestelde effecten gevonden. Zo bleek bij *Salvia* en afrikaantje (*Tagetes*) de stengel te strekken onder puur blauw licht vergeleken met rood licht (Heo e.a., 2002).

Voor toepassing in de praktijk is het van belang wat het veranderen van het aandeel blauw licht in de totale lichthoeveelheid doet met de strekking van potplanten, en wat de effecten op de bloei zijn. Poinsettia's werden in klimaatkamers en in kassen geteeld onder SON-T (5% blauw) en LED licht (20% blauw). In beide gevallen waren alle rassen onder 20% blauw licht, 20-35% korter dan onder SON-T (Islam e.a., 2012). Echter, het bladoppervlakte en het totale plantgewicht waren wel minder, wat betekent dat de totale plantkwaliteit niet per se positief beïnvloed wordt door meer blauw licht.

## 2.2 Rood en verrood licht

Het pigment dat rood en verrood licht waarneemt, het fytochroom bestaat in twee vormen: het inactieve Pr dat na absorptie van rood licht wordt getransformeerd naar het actieve Pfr. Deze reactie is omkeerbaar. Wanneer het pigment verrood licht absorbeert, wordt de Pfr vorm weer omgezet in de Pr vorm. De rood/verrood verhouding is van invloed op de stengelstrekking, aanleg van bloemen en de huidmondjesgeleidbaarheid. Een afname van de rood/verrood verhouding (relatief meer verrood) stimuleert de stengelstrekking en remt de vorming van zij scheuten. Een toename van de rood/verrood verhouding reduceert de bladdikte als gevolg van een dunnere mesofyllaag met kleinere en minder cellen (Schuerger e.a., 1997). De mate van reactie is afhankelijk van de plantensoort (Smith, 1982).

Normaal gesproken zijn planten het meest gevoelig voor de rood/verrood verhouding aan het einde van de dag. Een korte periode van 10-60 minuten van een zekere rood/verrood verhouding aan het einde van de lichtperiode is vaak net zo effectief als diezelfde rood/verrood verhouding gedurende de hele dag (Hisamatsu e.a., 2005; Ilias en Rajapakse, 2005). Uit proeven met fotoselectieve folies die de rood/verrood verhouding veranderen bleek dat dit de compactheid van poinsettia (Clifford e.a., 2004) en chrysant (Khattak e.a., 2004) beïnvloedde.

## 3 Proef 1: December 2015–maart 2016

### 3.1 Materiaal en methode

#### 3.1.1 Proefopzet

De eerste proef is uitgevoerd met de perkplant Fuchsia x hybrida 'Beacon' en 4 cultivars van de potplant Hibiscus rosa sinensis: 'Xanthe', 'Adonicus Salm', 'Volcano' en 'Adonicus pearl', zodat nagegaan kon worden wat de genotypische variatie is in gevoeligheid voor het aandeel blauw licht. Op de randrijen buiten de proef is de Hibiscus cultivar 'La Luna' toegevoegd ter oriëntatie.

Het aandeel blauw licht in de kas is verhoogd met behulp van blauwe LED's gedurende de hele lichtperiode bij een achtergrond van 25% natuurlijk licht op de totale lichthoeveelheid.

De volgende behandelingen zijn aangelegd:

1. Aandeel van 10% blauw licht op de totale lichtsom.
2. Aandeel van 30% blauw licht op de totale lichtsom (referentiebehandeling).
3. Aandeel van 50% blauw licht op de totale lichtsom.

De referentiebehandeling komt overeen met zonlicht, wat circa 30% blauw licht heeft. Bovenstaande percentages blauw licht geven het aandeel blauw in de totale lichtsom weer. Er is uitgegaan van 25% zonlicht (met ca. 30% blauw licht) en 75% lamplicht in de totale lichtsom en bij belichting met  $100 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  lamplicht (Tabel 2). Om 10% blauw licht te krijgen is bij belicht met LED-lampen met 95% rood en 5% blauw licht. Om 30% blauw licht te krijgen is bij belicht met  $70 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  rood licht en  $30 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  blauw licht en om 50% blauw licht te krijgen is bij belicht met  $45 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  rood licht en  $55 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  blauw licht.

In de behandelingen 1, 2 en 3 is een half uur voor zonsondergang gestopt met belichten, zodat de planten bij een natuurlijke schemering de nacht in gingen. Omdat de rood/verrood verhouding aan het einde van de natuurlijke dag afneemt (Figuur 3) en deze lage rood/verrood verhouding de strekking van planten kan stimuleren, zijn behandeling 4, 5 en 6 toegevoegd waarbij de rood/verrood verhouding aan het einde van de dag is verhoogd door over de schemering heen te blijven belichten (geen natuurlijke schemering).

4. 10% blauw licht, verhoogde rood/verrood verhouding einde van de dag (geen schemering).
5. 30% blauw licht, verhoogde rood/verrood verhouding einde van de dag (geen schemering).
6. 50% blauw licht, verhoogde rood/verrood verhouding einde van de dag (geen schemering).

In behandeling 4, 5 en 6 is de natuurlijke verhouding rood/verrood verhoogd tot het niveau van ca. 14:00 uur door het laatste uur rondom zonsondergang (tot 0,5 uur na zonsondergang) te belichten met een hoog aandeel rood licht. De totale lichtsom is gelijk gehouden door in de ochtend een uur later te starten met belichten. Bij alle behandelingen is 14 uur per etmaal belicht. Bij de behandelingen met natuurlijke schemering (+S) is belicht van 14,5 uur tot 0,5 uur vóór zonsondergang. Bij de behandelingen zonder schemering (-S) is belicht van 13,5 uur voor zonsondergang tot 0,5 uur ná zonsondergang.

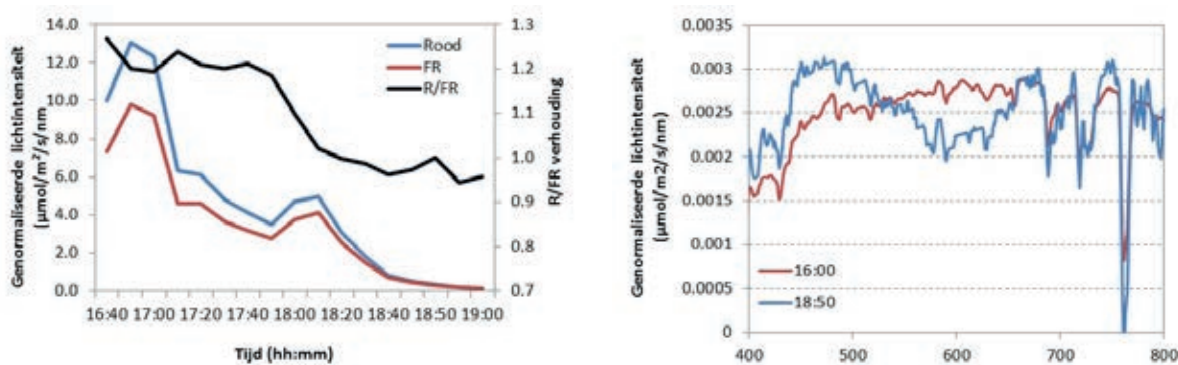
Tabel 2

*Uitgevoerde behandelingen met 10, 30 en 50% blauw licht in proef 1 van week 48-2015 t/m week 10-2016. In de behandelingen met natuurlijke schemering (+S) is belicht van 14,5 uur tot 0,5 uur voor zonsondergang, zodat de planten bij een natuurlijke schemering met een afnemende rood/verrood licht verhouding de nacht in gingen. In de behandelingen zonder natuurlijke schemering (-S) is de rood/verrood in het laatste uur rondom zonsondergang verhoogd door tot een half uur ná zonsondergang te blijven belichten. De totale lichtsom is gelijk gehouden door in de ochtend een uur later te starten met belichten (vanaf 13,5 uur voor zonsonder).*

Behandeling	Schemering	% blauw	Totaal lichtniveau ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Natuurlijk licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )*	LEDlicht totaal ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Blauw LED ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Rood LED ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )
1	+ S	10	133	33	100	5	95
2	+ S	30	133	33	100	30	70
3	+ S	50	133	33	100	55	45
4	- S	10	133	33	100	5	95
5	- S	30	133	33	100	30	70
6	- S	50	133	33	100	55	45

\* door gemiddeld 33  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  buitenlicht toe te laten.

Elk van deze behandelingen is aangelegd op een tafel, waarboven een LED lampen plafond was geïnstalleerd met stuurbare verlichting. De helft van de tafel is gebruikt voor Hibiscus en andere helft voor Fuchsia (Figuur 4). Om na te gaan wat de genotypische variatie is in gevoeligheid voor het aandeel blauw licht, zijn nog eens 6 tafels op dezelfde wijze ingericht als in Tabel 1 weer gegeven. Op ieder van deze tafels zijn 10 planten neergezet van 4 verschillende genotypes Hibiscus, waarvan één genotype dezelfde was als het genotype dat is gebruikt voor de eerste 6 behandelingen (en dus dient als herhaling). Het proefschema met de ligging van de verschillende behandelingen in de proefkas is opgenomen in bijlage 1.



**Figuur 3** Dalende rood/verrood (R/FR) verhouding van het natuurlijk zonlicht, gemeten in de kas (links) en de genormaliseerde lichtintensiteiten om 16:00 en 18:50 (12 minuten voor zonsondergang) (rechts). In de rechter Figuur is te zien dat de hoeveelheid straling in het rood (600-700 nm) afneemt aan het einde van de dag, en in het verrood (700-800 nm) toeneemt.



**Figuur 4** Overzicht van een proeftafel met links op de tafel Hibiscus en rechts op de tafel Fuchsia in de begin-fase van de proef (foto links) en na 2<sup>e</sup> keer wijder zetten van Fuchsia (foto rechts) in de 1<sup>e</sup> proef. Boven elke tafel was een plafond met LED-lampen geïnstalleerd met de behandelingen weergegeven in Tabel 2.

### 3.1.2 Waarnemingen

#### Gewaswaarnemingen

Om inzicht te krijgen in de effecten van de behandelingen op compactheid en plantontwikkeling zijn er in week 3 en in week 10 uitgebreide plantmetingen uitgevoerd aan plantlengte, aantal scheuten, bladgrootte (bladoppervlakte) van uitgegroeide bladeren (steekproef van 4 tot 10 volgroeide bladeren per plant), aantal internodiën per scheut en vers- en drooggewicht van stelen, bladeren en bloemen. Daarnaast zijn ook het aantal bloemknoppen, stadium van bloemknopontwikkeling en internodiumnummer waarop de 1<sup>e</sup> bloem is aangelegd geregistreerd.

#### Chlorofylmetingen

Bij de Fuchsiaplanten is de pigmentsamenstelling van het blad gemeten. Op 21 januari (week 3) zijn 5 bladponsjes per behandeling met een diameter van circa 1,4 cm ingevroren in vloeibaar stikstof en in droog ijs naar Wageningen getransporteerd. Daar is met een spectrofotometer de hoeveelheid chlorofyl A, B en carotenoiden in het blad gemeten.

#### Fotosynthese, chlorofylfluorescentie en stomataire geleiding in Fuchsia

Bij de Fuchsia planten geteeld onder verschillende percentages blauw licht zijn in week 8 de fotosynthese, chlorofylfluorescentie en stomataire geleiding gemeten bij verschillende lichtintensiteiten (lichtresponsecurves). De metingen zijn 5 maal herhaald per behandeling en bij de metingen is onderstaand protocol gevolgd:

- Acclimatisatie blad in de cuvette bij 100  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR voor 20 minuten (percentage blauw licht tijdens de metingen was altijd 10%).
- Stapsgewijze verlaging van PAR-licht (150, 100, 50), elke stap duurt 2 minuten.
- Stapsgewijze verhoging van PAR-licht (200, 350, 500, 750, 1000, 1500), elke stap duurt 10 minuten.
- Donkeradaptatie voor 20 minuten, dan meting van Fv/Fm.

Tijdens elke stap is fotosynthese, stomataire geleiding en de efficiëntie van het electronentransport door fotosysteem II gemeten. De metingen zijn uitgevoerd tussen 22 en 26 maart 2016.

### 3.1.3 Teeltomstandigheden

#### Teeltschema

Het onderzoek is gestart in week 48 (25-11-2015). De planten zijn opgepot in 12 cm potten. Omdat er voor deze startdatum geen stek van Hibiscus beschikbaar was, is er voor gekozen om Hibiscus van de laatst beschikbare stekweek (week 44) te nemen en deze planten waren bij de plantenkweker net getopt. Deze planten zijn daarna bij 17°C zonder assimilatielicht verder opgekweekt en in week 47 was de ontwikkeling van de zijscheutjes en beworteling goed. In week 47 (17-11) is het ongetopte Fuchsiastek binnen gekomen. In week 48 (25-11) is de belichting ingeregeld en is het klimaat ingesteld zoals beschreven in onderstaande alinea klimaatinstellingen. Begin december (week 49) bleek de astronomische klok van het belichtingsprogramma niet te werken en is daarna handmatig ingesteld. Op 1 december (week 49) zijn de Fuchsia planten getopt op 4 bladparen. Op 10 december (week 50) zijn beide gewassen wijder gezet van circa 64 planten per m<sup>2</sup> (potten tegen elkaar) naar 36 planten per m<sup>2</sup>. Op 23 december 2015 (week 52) zijn de Hibiscusplanten nogmaals getopt om de dominante scheuten te bedwingen. In week 1 zijn de Fuchsiaplanten voor de 2<sup>e</sup> keer wijder gezet naar 26 planten per m<sup>2</sup>. In week 1 waren bij de Fuchsiaplanten de eerste kleine bloemen zichtbaar. Op 18 januari 2016 (week 3) is een gewasmeting uitgevoerd bij Fuchsia en zijn de overgebleven planten kort daarna (21 januari) terug getopt, om het mogelijk te maken het onderzoek nog een keer uit te voeren. Op 18 januari zijn de Hibiscusplanten opnieuw getopt, om te proberen de groei gelijkmatiger te krijgen. In week 8 zijn fotosynthesemetingen uitgevoerd. De eindwaarnemingen zijn gestart bij de tweede bloei van Fuchsia (week 10). De Hibiscus planten waren toen net gestart met bloemknopvorming.

#### Klimaatinstellingen

Voor het streven naar totaal lichtniveau van 133  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  met 100  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  lamplicht en 33  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  natuurlijk licht van buiten zijn de schermdoeken bij een lichtniveau boven 100 W/m<sup>2</sup> buitenlicht voor circa 95% gesloten. Vanaf maart werd het lichtniveau in de kas wat hoger. Het setpoint van de dag- en nachttemperatuur is ingesteld op 20/19°C en er is gelucht vanaf 21°C. Dit is voor Fuchsia een hogere temperatuur dan gangbaar in de praktijk. Het vochtdeficiet is ingesteld op 2,8 (dag) en 4 (nacht). De CO<sub>2</sub>-dosering is ingesteld op 600 ppm. Er is naar behoefte water gegeven met eb/vloed en voor de voeding is het Fuchsia schema in Tabel 3 aangehouden. Voor Fuchsia is relatief nat geteeld ten opzichte van de gangbare praktijk.

Tabel 3

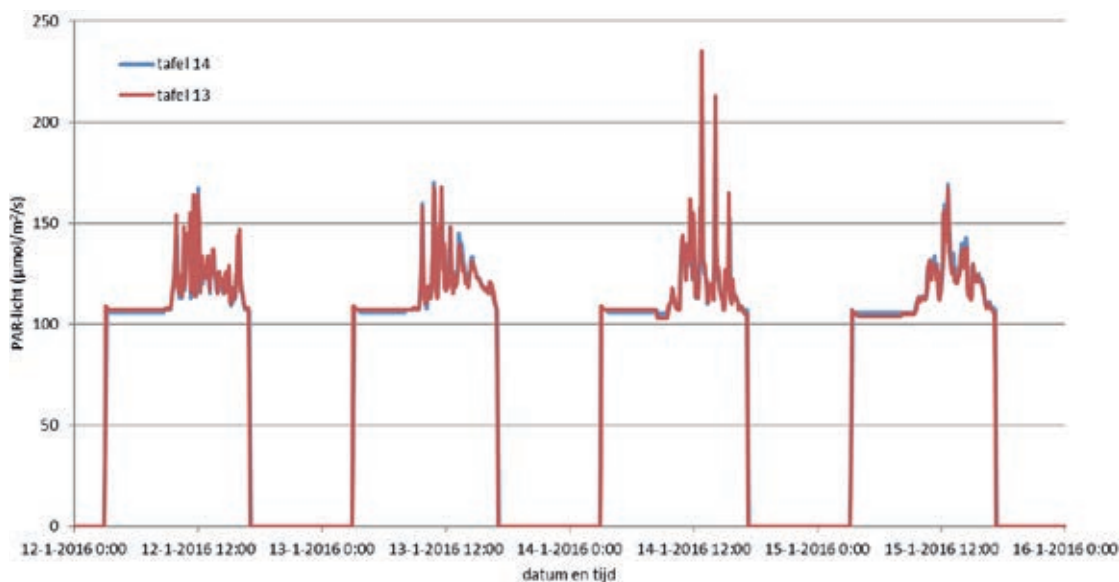
Voedingsschema proef 1 (Hoofdelementen in mmol/l, sporenelementen in  $\mu\text{mol}/\text{l}$ ).

EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
1.5	1.0	5.5	2.5	0.75	8.5	0.5	1.75	15	5	3	10	0.5	0.5

## 3.2 Resultaten proef 1: december 2015 – maart 2016

### 3.2.1 Gerealiseerd lichtniveau

In Figuur 5 is een voorbeeld van het verloop van het lichtniveau weer gegeven over vier dagen. Na installatie van de lampen is de lichtintensiteit van de lampen gemeten zonder natuurlijk licht. Bij de behandelingen met 10, 30 en 50% blauw licht met natuurlijke schemering was het lichtniveau van de lampen 106, 102 en 104  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Bij de behandelingen met 10, 30 en 50% blauw licht zonder natuurlijke schemering (met hoge rood/verrood verhouding aan het einde van de dag) was het lichtniveau van de lampen 101, 104 en 95  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Op de meeste dagen kwam het totale lichtniveau niet boven de 160  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .



**Figuur 5** Gerealiseerd PAR-lichtniveau bij 30% blauw (tafel 14) en 10% blauw (tafel 13) zonder natuurlijke schemering.

In Tabel 4 is het gemiddeld gerealiseerde klimaat, lichtniveau en lichtsom weer gegeven. Er is een totale lichtsom gemeten van 5.7 mol/m<sup>2</sup>/etmaal in de eerste periode tot de tussenmeting in week 3 en 6.2 mol per m<sup>2</sup> per etmaal in de 2<sup>e</sup> periode van tussenmeting tot eindmeting. Met PAR-meter in de proefkas is op de dagdelen zonder daglicht gemiddeld 107/108 µmol/m<sup>2</sup>/s lamplicht gemeten op plantniveau. Dit betekent dat 5.3/5.4 mol licht per etmaal afkomstig was van de LED-lampen en de resterende 0,3/0,8 mol van natuurlijk licht. Dat is gemiddeld 6 en 16 µmol/m<sup>2</sup>/s natuurlijk licht bij een daglengte van 14 uur. Met de 5, 30 en 55% blauw licht in de LED-lampen (Tabel 2) en 30% blauw licht in het natuurlijke licht zijn in Tabel 4 de gemiddeld gerealiseerde percentages blauw licht berekend. Bij de 10% blauw licht behandeling is dan gemiddeld een wat lager niveau van 6 tot 8% blauw licht gerealiseerd en bij de 50% blauw licht behandelingen zijn iets hogere waarden van 52 en 54% blauw licht gemiddeld gerealiseerd.

**Tabel 4**

*Gemiddeld gerealiseerde temperatuur, RV, PAR-licht, lichtsom, percentage natuurlijk licht en percentage blauw licht in periode van start proef tot de tussenmeting in week 3 (week 49-2015 t/m week 2-2016) en in periode van tussenmeting in week 3 tot eindmeting in week 10 (week 3 t/m week 10 – 2016).*

periode	Temp. (°C)	RV (%)	Gem. PAR licht (µmol/m <sup>2</sup> /s)		Lichtsom (mol/m <sup>2</sup> /etm)			% nat. licht	Gem. gerealiseerd % blauw licht		
			LED	nat. licht	totaal	LED	nat. licht		10%	30%	50%
30/11- 17/1	20.0	74.0	106	6	5.7	5.3	0.3	6%	6%	30%	54%
18/1-7/3	20.2	71.9	108	16	6.2	5.4	0.8	13%	8%	30%	52%

### 3.2.2 Resultaten gewasmetingen Fuchsia

#### 3.2.2.1 Resultaten Fuchsia week 3 - 2016

##### **Wegnemen schemering**

De resultaten van de gewasmetingen in week 3 laten zien dat het wegnemen van de natuurlijke schemering (door over de schemering te blijven belichten), bij de behandelingen met 10 en 50% blauw compactere planten gaf (Tabel 5, Figuur 6 en Figuur 8). Bij de behandelingen met 30% blauw licht was er echter geen positief effect op de compactheid. Bij het wegnemen van de natuurlijke schemering was er ook vaak een afname te zien in het versgewicht van de plant (bij 10 en 50% blauw), bladgrootte van volgroeide bladeren (bij 10 en 50% blauw) en drooggewicht van de plant (bij 30 en 50% blauw) en soms ook in het aantal scheuten per plant (bij 10% blauw) en aantal internodiën (bij 50% blauw). Wat opviel was dat bij de planten geteeld zonder natuurlijke schemering de bloemknoppen verder ontwikkeld waren en in twee van de drie gevallen (bij 10 en 50% blauw) ook meer bloemknoppen zijn geteld dan bij de planten geteeld met natuurlijke schemering (Tabel 5 en Figuur 6-onder). Het wegnemen van de schemering lijkt dus een positief effect op de bloei te geven. Mogelijk is dit (mede) een gevolg van de toename van de hoeveelheid rood licht (en afname van verrood licht) in de schemering. Van algemene lichteffecten is bekend dat rood licht een positief effect kan geven op de bloei-inductie in lange dag planten zoals Fuchsia (Tabel 1).

##### **Blauw licht**

Er was ook een trend dat de planten compacter waren, naarmate het percentage blauw licht hoger was. Het verloop was echter niet altijd eenduidig en er was een interactie tussen schemering en percentage blauw licht (Tabel 5, Figuur 6 en Figuur 8). Bij de behandelingen met schemering was er geen verschil in lengte tussen de planten geteeld bij 30 en 50% blauw licht, maar deze waren beide wel compacter dan de planten geteeld bij 10% blauw licht. Bij de behandelingen zonder natuurlijke schemering waren de planten geteeld bij 50% blauw licht het meest compact, maar de planten geteeld bij 30% blauw licht waren langer dan de planten geteeld bij 10% blauw licht. Het verloop van het aantal scheuten, versgewicht en bladgrootte vertoonde in meerdere of mindere mate een vergelijkbaar verloop als de lengte. Wat verder opviel was dat bij de planten geteeld zonder natuurlijke schemering het aantal bloemknoppen afnam bij een hoger percentage blauw licht en bij de behandeling met 50% blauw licht met natuurlijke schemering waren nog helemaal geen bloemknoppen aanwezig. Dit kan een gevolg kunnen zijn van de afname in bladgrootte en versgewicht (minder aanmaak van assimilaten), maar kan ook (mede) een gevolg zijn van de afname in hoeveelheid rood licht naarmate het percentage blauw licht hoger was. Van algemene lichteffecten is bekend dat rood licht een positief effect kan geven op de bloei-inductie in lange dag planten zoals Fuchsia (Tabel 1). Het hogere aantal bloemknoppen en bloeistadium bij planten geteeld met natuurlijke schemering en 30% blauw week echter af van deze trend.

Een volledig overzicht van alle gemeten kenmerken in week 3 staat in (Tabel 16) in bijlage 2. De lengtemetingen per internodium in Figuur 7 laten zien dat met name de internodiuumlengte van planten geteeld bij 10% blauw licht met natuurlijke schemering, langer is dan bij de andere behandelingen.

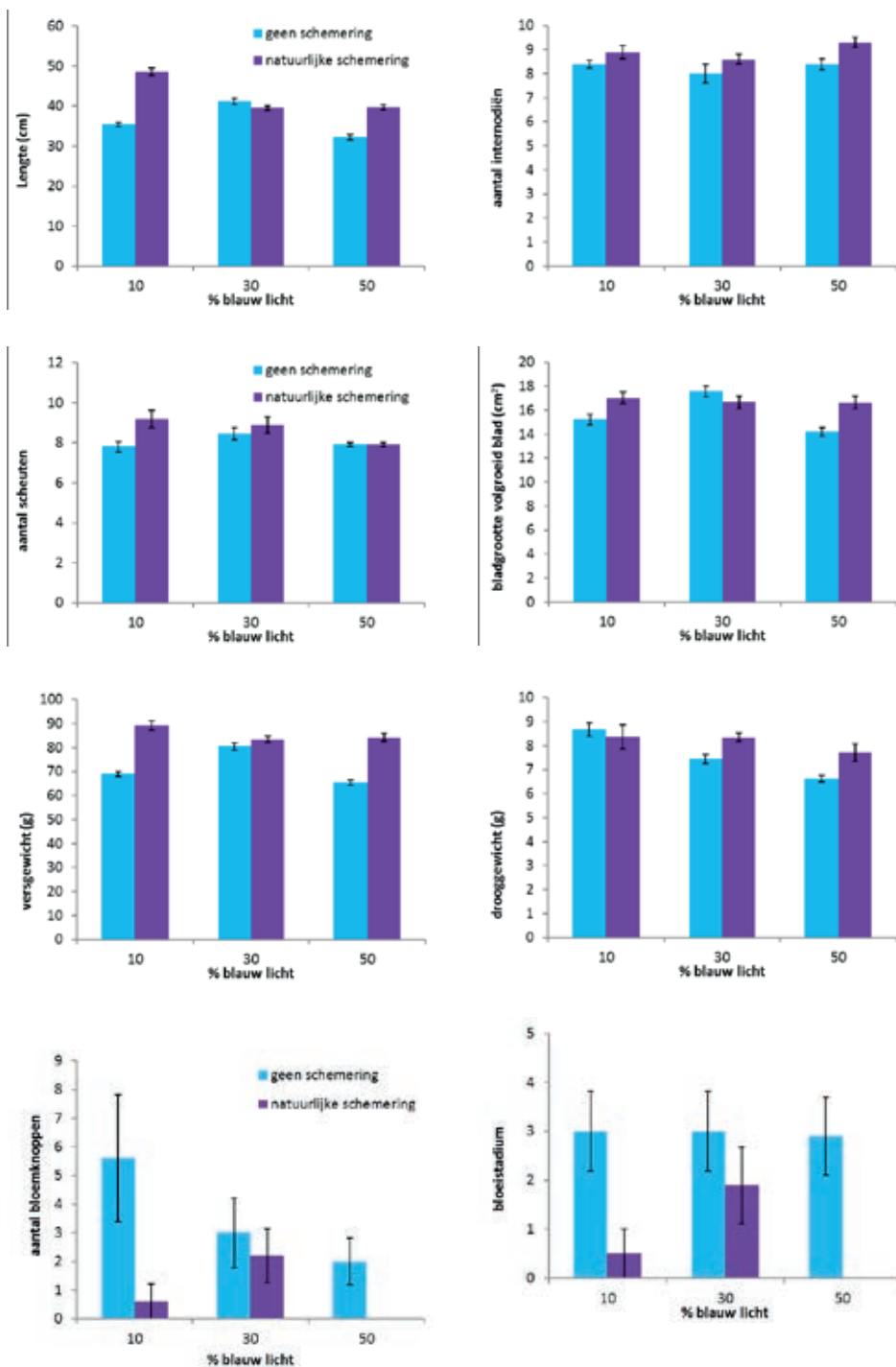
Tabel 5

Gemeten kenmerken *Fuchsia 'Beacon'* bij tussenmeting op 18 januari 2016 geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 10, 30 of 50% blauw licht. In het bovenste deel van de Tabel gemiddelde en standaardfout per behandelingscombinatie (n=10). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=30) en percentage blauw licht (n=20). Het aantal bloemknoppen is een week eerder geteld op 11 januari.

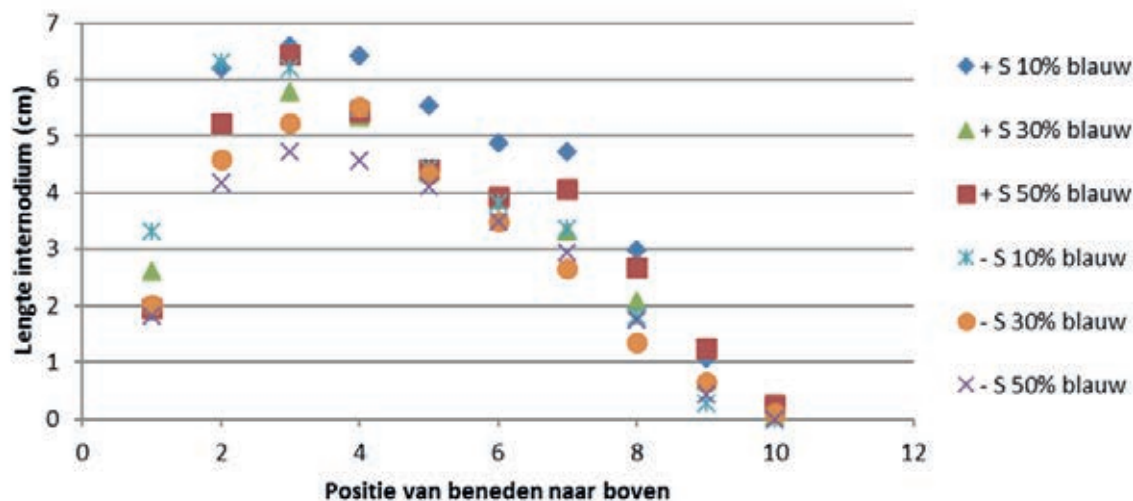
Nat. Scheme-ring	% blauw	Lengte incl. pot (cm)	N scheut	Blad-grootte (cm <sup>2</sup> )**	Vers-gew. blad +bloem (g)	Versgew. Steel (g)	N bloemknoppen op 11-1	Bloei-stadium*
+ S	10	48.6±0.9	9.2±0.4	17.0±0.5	62.5±1.3	26.8±0.8	0.6±0.6	0.5±0.5
+ S	30	39.5±0.6	8.9±0.4	16.7±0.5	60.4±0.9	22.9±0.6	2.2±1.0	1.9±0.8
+ S	50	39.8±0.7	7.9±0.1	16.6±0.5	61.8±1.2	22.4±0.6	0.0±0.0	0.0±0.0
- S	10	35.4±0.5	7.8±0.2	15.2±0.4	51.1±0.9	17.8±0.3	5.6±2.2	3.0±0.8
- S	30	41.2±0.8	8.4±0.3	17.5±0.4	57.4±1.2	22.9±0.5	3.0±1.2	3.0±0.8
- S	50	32.2±0.6	7.9±0.1	14.2±0.4	49.2±0.8	16.2±0.4	2.0±0.8	2.9±0.8
Gem	+ S	42.6	8.7	16.8	61.6	24.0	0.9	0.8
Gem	- S	36.3	8.0	15.7	52.6	19.0	3.5	3.0
Gem	10	42.0	8.5	16.1	56.8	22.3	3.1	1.8
Gem	30	40.4	8.7	17.1	58.9	22.9	2.6	2.5
Gem	50	36.0	7.9	15.4	55.5	19.3	1.0	1.5

\* 5 ontwikkelingsstadia van geen bloem tot gekleurde open bloem.

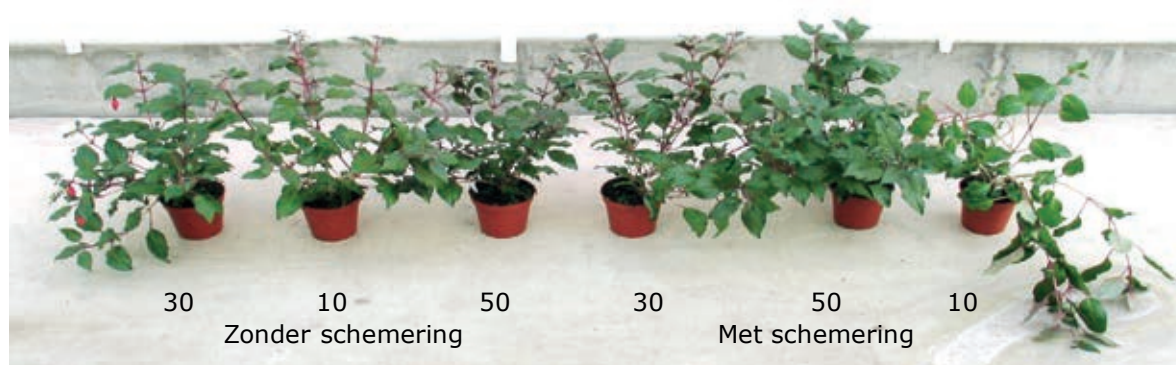
\*\* gem. van 10 volgroeide bladeren van 2<sup>e</sup> internodium na vertakking.



**Figuur 6** Gemiddelde lengte (incl. pot), aantal internodiën op de meetscheut, aantal scheuten/plant, bladgrootte (van 10 meest volgroeide bladeren per plant), vers- en drooggewicht van de plant, aantal bloemknoppen en bloei stadium in week 3 bij Fuchsia 'Beacon' geteeld met en zonder natuurlijke schemering onder 10, 30 en 50% blauw licht.



**Figuur 7** Gemiddelde lengte per internodium bij *Fuchsia* 'Beacon' in week 3 geteeld met (+S) en zonder (-S) natuurlijke schemering onder 10, 30 en 50% blauw licht (n=10).



**Figuur 8** Steekproef van *Fuchsia* 'Beacon' geteeld zonder (links) en met natuurlijke schemering (rechts) onder 30, 10 en 50% en 30, 50 en 10% blauw licht (van links naar rechts) bij de gewasmeting op 18 januari (week 3) 2016.

### 3.2.2.2 Resultaten *Fuchsia* week 10 - 2016

#### Wegnemen schemering

Na de tussenmeting op 18 januari zijn de *Fuchsia*'s terug geknipt en verder geteeld bij dezelfde 6 behandelingen. Bij de gewasmeting in week 10 - 2016 waren de planten geteeld zonder natuurlijke schemering (hoge rood/verrood verhouding aan einde van de dag) compacter dan de planten geteeld met natuurlijke schemering (Figuur 9 en Tabel 6). Dit ging samen met een lager aantal internodiën op de meetscheut en lager vers- en drooggewicht en bij de behandelingen met 10% blauw ook samen met een lager aantal scheuten en kleinere bladgrootte. Bij de behandelingen met 50% blauw nam het aantal scheuten echter toe bij het wegnemen van de schemering. Er was geen verschil in bloeistadium. Alle behandelingen waren in week 10 al nagenoeg in bloeistadium 5.

## Blauw licht

De planthoogte nam ook af naarmate het percentage blauw licht hoger was. De afname in plantlengte was bij de planten geteeld met natuurlijke schemering groter dan bij de planten geteeld zonder natuurlijke schemering. Bij het hoogste percentage blauw licht (50%) zonder natuurlijke schemering waren de planten het meest compact. Er was een trend dat het vers- en drooggewicht iets afnam bij een hoger percentage blauw licht. Bij de behandelingen met natuurlijk schemering was er geen duidelijk verloop in het aantal scheuten per plant. Bij de behandelingen zonder natuurlijke schemering nam het aantal scheuten per plant toe bij een hoger percentage blauw licht in het spectrum. Dit was in week 3 niet zichtbaar (3.2.2.1). Er was geen duidelijke samenhang tussen het verloop van het aantal internodiën en de bladgrootte met het percentage blauw licht. Er was geen verschil in bloeistadium. Alle behandelingen waren in week 10 al in bloeistadium 5.

In Tabel 17 in bijlage 2 is een overzicht weer gegeven van alle gemeten plant kenmerken. De lengtemetingen per internodium in Figuur 10 laten zien dat met name de internodiuumlengte van de behandeling met 10% blauw met schemering op positie 2 tot 6 langer is dan bij de andere behandelingen.

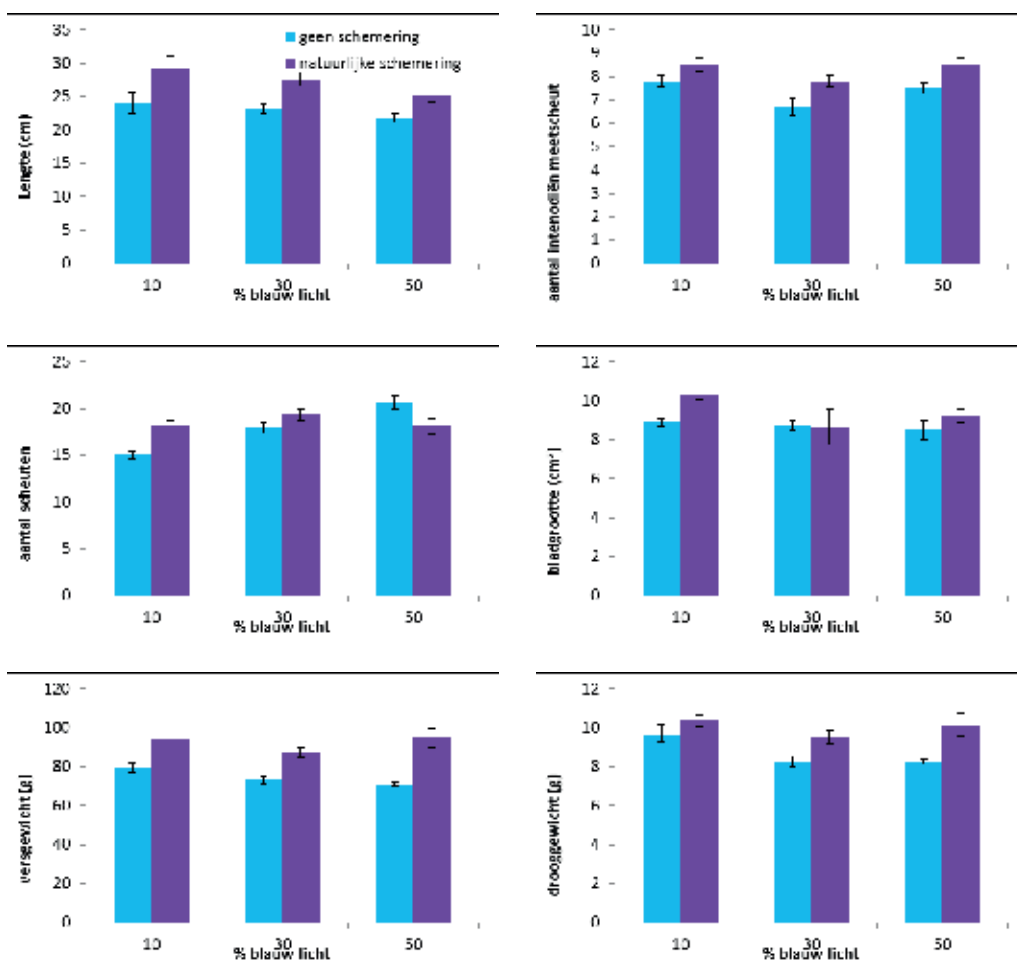
Tabel 6

*Gemeten kenmerken bij de eindmeting in week 10-2016 van Fuchsia 'Beacon' geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 10, 30 of 50% blauw licht. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=10). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=30) en blauw licht (n=20).*

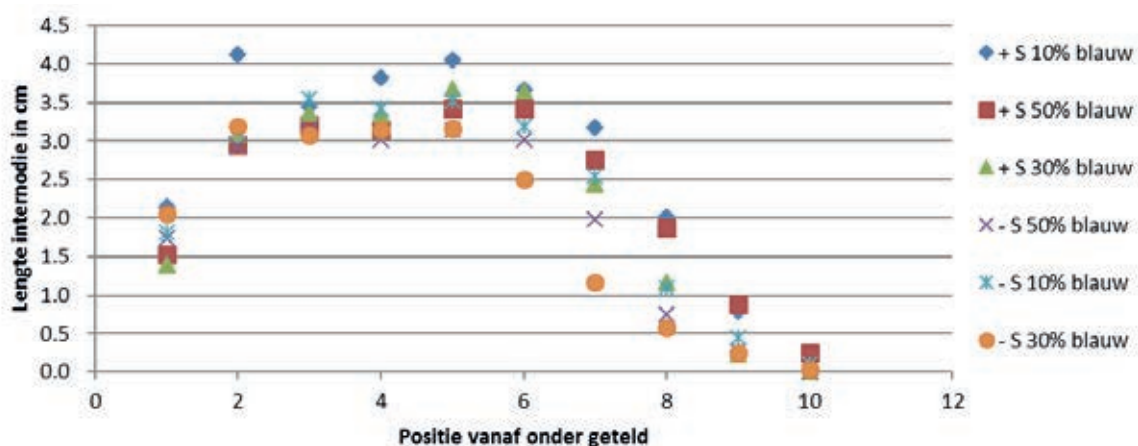
Nat. Sche- mering	% blauw	Lengte incl. pot (cm)	N scheuten	Blad- grootte (cm <sup>2</sup> ) **	versgew. blad + bloem (g)	Versgew. steel (g)	N inter- nodieën steel 1	Bloei- stadium*
+ S	10	29.3±1.9	18.2±0.4	10.3±0.2	48.5±1.3	45.2±2.0	8.5±0.3	5.0±0.0
+ S	30	27.6±1.0	19.3±0.6	8.6±0.9	48.5±1.7	38.9±2.0	7.8±0.2	5.0±0.0
+ S	50	25.1±1.0	18.1±0.8	9.2±0.3	48.9±2.3	46.0±2.9	8.5±0.3	5.0±0.0
- S	10	24.1±1.6	15.0±0.4	8.9±0.2	41.0±1.3	38.6±1.8	7.8±0.2	5.0±0.0
- S	30	23.2±0.7	17.9±0.5	8.8±0.3	41.5±1.5	31.6±0.8	6.7±0.4	5.0±0.0
- S	50	21.8±0.6	20.7±0.7	8.5±0.5	41.9±1.0	28.9±1.0	7.5±0.2	4.9±0.1
Gem	+S	27.3	18.5	9.4	48.6	43.3	8.3	5.0
Gem	- S	23.0	17.9	8.7	41.5	33.0	7.3	5.0
Gem	10	26.7	16.6	9.6	44.7	41.9	8.2	5.0
Gem	30	25.4	18.6	8.7	45.0	35.2	7.3	5.0
Gem	50	23.5	19.4	8.8	45.4	37.4	8.0	5.0

\* 5 ontwikkelingsstadia van geen bloem tot gekleurde open bloem.

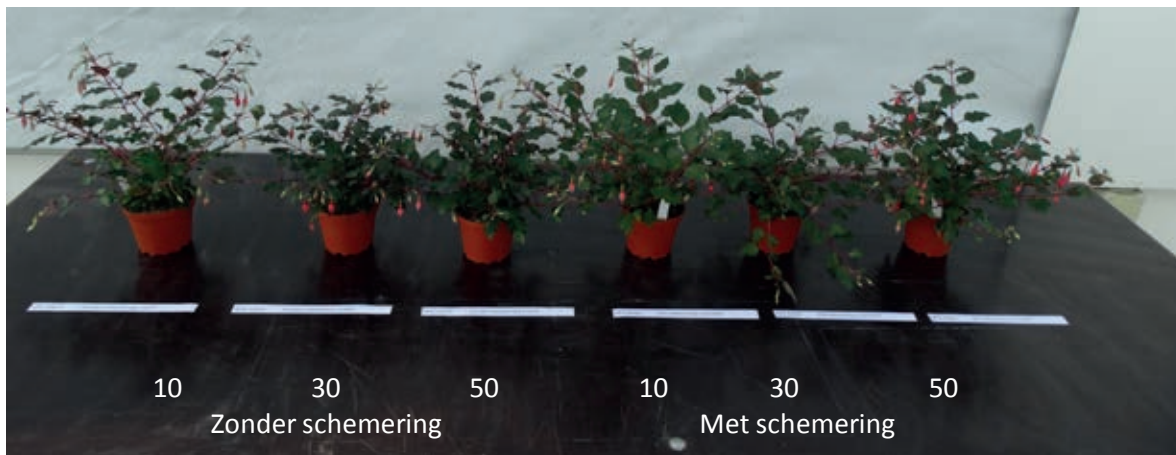
\*\* gemiddelden van 10 volgroeide bladeren van 2<sup>e</sup> internodium na vertakking



**Figuur 9** Gemiddelde lengte (incl. pot), aantal internodiën op de meetscheut, aantal scheuten/plant, bladgrootte (van 10 meest volgroeide bladeren per plant) en vers- en drooggewicht van de plant in week 10 bij *Fuchsia* 'Beacon' geteeld met en zonder natuurlijke schemering onder 10, 30 en 50% blauw licht.



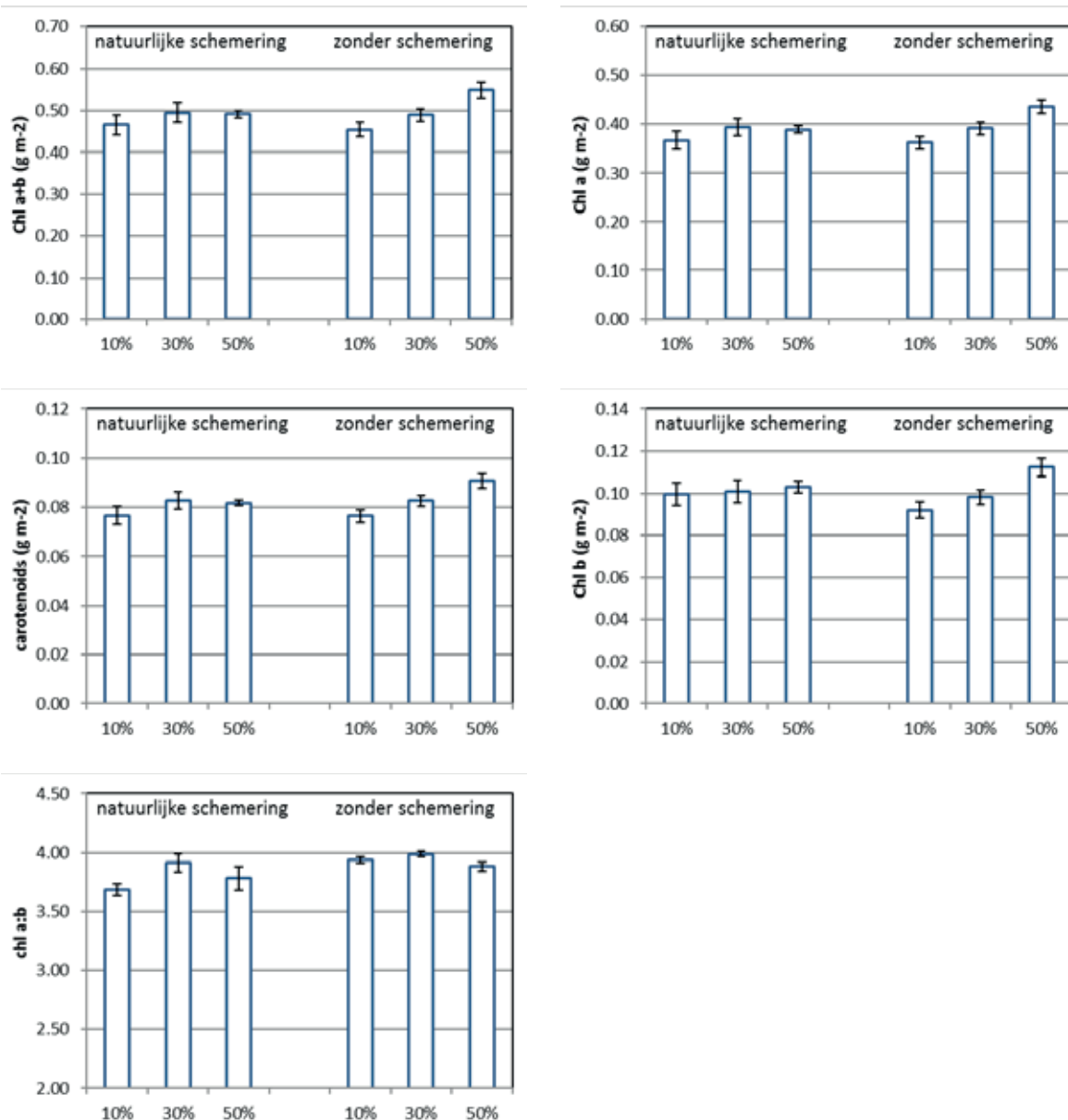
**Figuur 10** Gemiddelde lengte per internodium bij *Fuchsia* 'Beacon' geteeld met (+S) en zonder (-S) natuurlijke schemering onder 10, 30 en 50% blauw licht (n=10) in week 10 - 2016.



**Figuur 11** *Fuchsia 'Beacon' geteeld zonder schemering (=hoge rood/verrood verhouding aan einde van de dag) en met natuurlijke schemering (=lage rood/verrood verhouding aan einde van de dag) bij 10, 30 en 50% blauw licht op 7 maart 2016 (week 10).*

### 3.2.3 Resultaten chlorofylgehalte Fuchsia

De resultaten van de metingen van het gehalte aan chlorofyl A, B en carotenoïden bij Fuschia zijn weergegeven in Figuur 11. Bij de planten geteeld zonder schemering nam de hoeveelheid chlorofyl A, B en carotenoïden toe met het percentage blauw licht. Bij de behandelingen met natuurlijke schemering waren er weinig betrouwbare verschillen tussen de drie percentages blauw licht. Er was alleen een tendens dat het gehalte aan chlorofyl A en carotenoïden bij 10% blauw iets lager was dan bij 30% en 50% blauw licht. Tussen 30 en 50% blauw licht was er geen verschil.

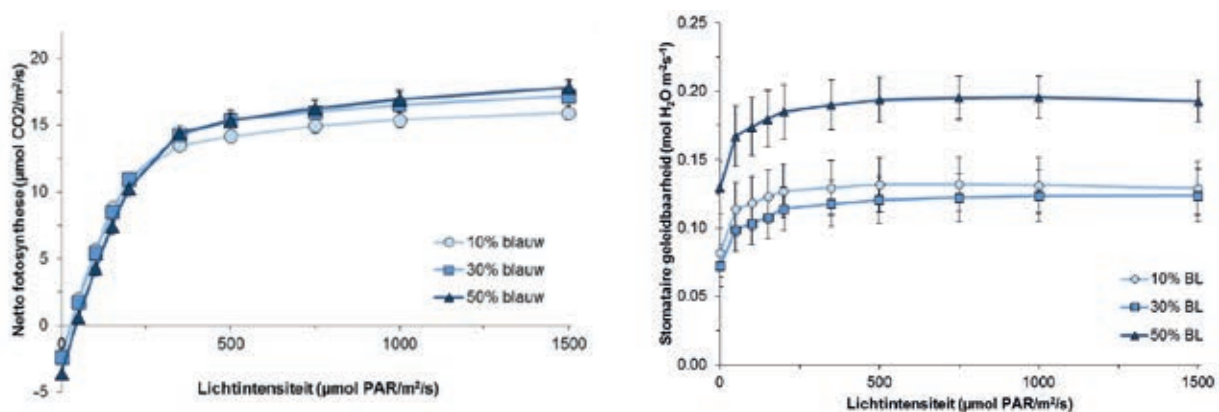


**Figuur 12** Gehalte van chlorofyl A, B, A+B, carotenoiden en verhouding van chlorofyl A:B in blad van *Fuschia 'Beacon'* geteeld met en zonder natuurlijke schemering onder 10, 30 en 50% blauw licht.

### 3.2.4 Resultaten fotosynthese en huidmondjesopening Fuchsia

Het verloop van de netto fotosynthese bij toenemend lichtniveau lag bij de planten geteeld onder de 3 verschillende percentages blauw licht dicht bij elkaar (Figuur 12-boven). In het eerste deel van de curve lijkt de fotosynthese bij planten geteeld onder 10 en 30% blauw licht iets eerder op gang te komen en hoger te liggen dan bij 50% blauw licht maar de verschillen zijn minimaal. Vanaf circa 400  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  lijkt de fotosynthese bij de planten geteeld onder 10% blauw licht iets achter te blijven bij de planten geteeld onder 30 en 50% blauw licht. Dat lichtniveau ligt ruim boven de streefwaarde van het lichtniveau in de proef van 133  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Dat ligt in het beginstuk van de lichtresponsecurve.

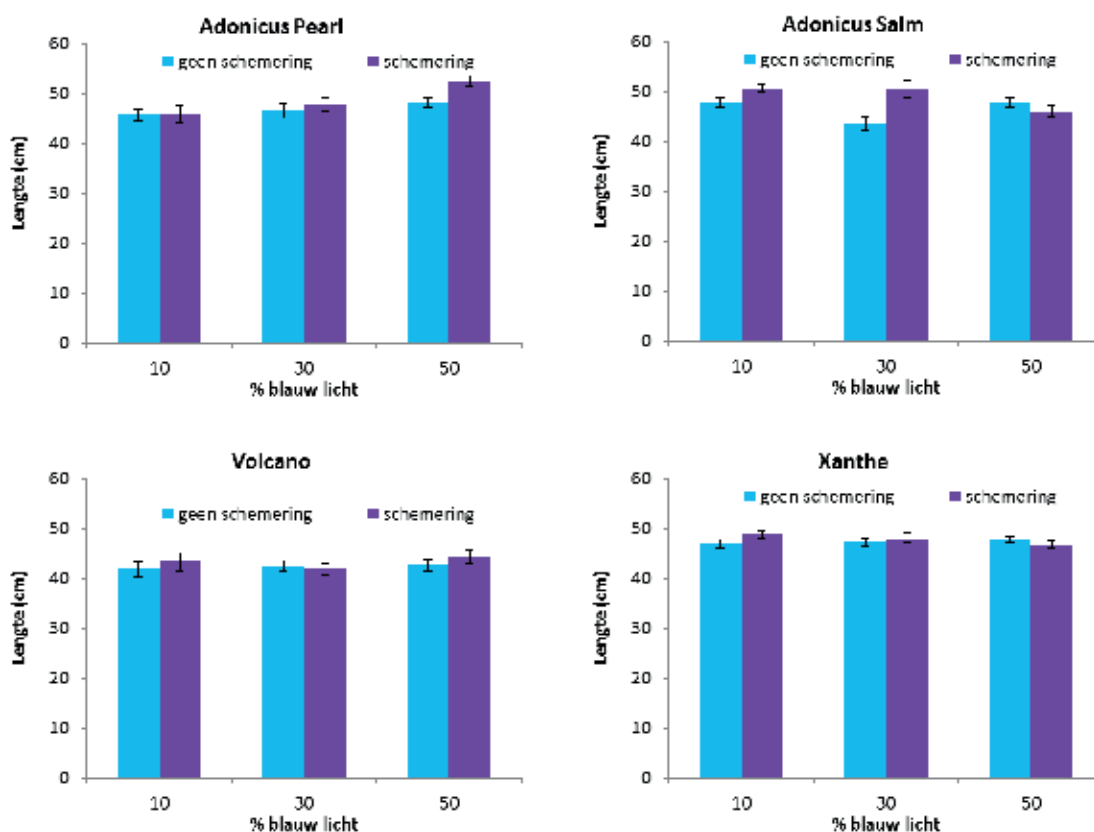
De geleidbaarheid van de huidmondjes was bij de planten geteeld onder 50% blauw licht hoger dan bij de planten geteeld onder 10 en 30% blauw licht (Figuur 13-onder). Bij de planten geteeld onder 10 en 30% blauw licht was er geen betrouwbaar verschil in geleidbaarheid van de huidmondjes.



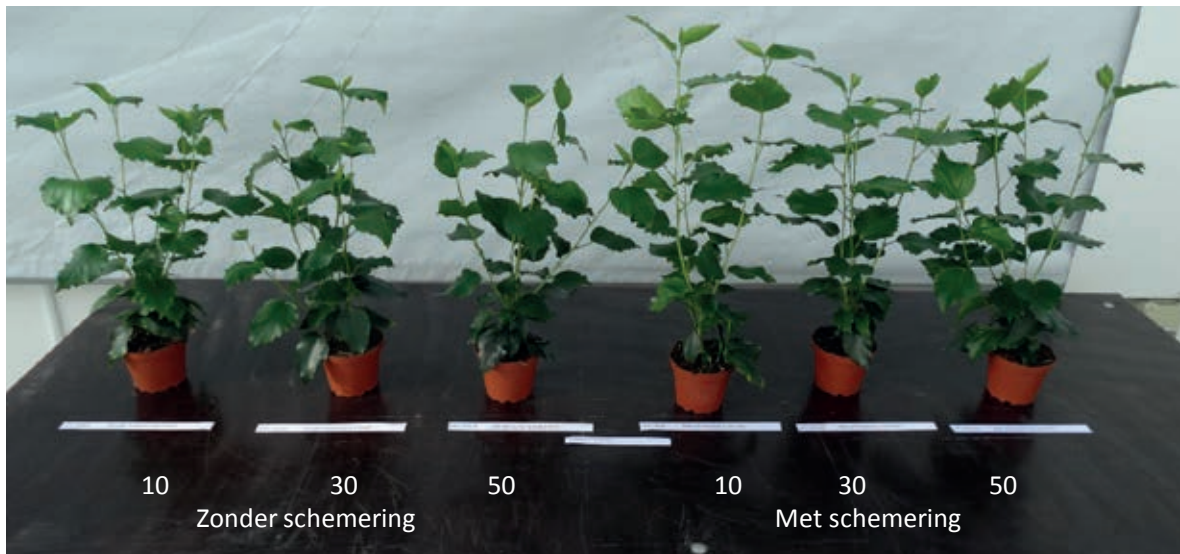
**Figuur 13** Netto fotosynthese (boven) en huidmondjesopening (onder) bij toenemende lichtintensiteit van *Fuchsia 'Beacon'* planten geteeld onder 10, 30 en 50% blauw licht.

### 3.2.5 Resultaten Hibiscus

In week 3 zijn de Hibiscus planten terug geknipt om de dominante scheuten te bedwingen en effecten van schemering en lichtkleur vanaf dat moment vast te leggen. Bij de eindmetingen aan de vier Hibiscuscultivars in week 10 was er in veel gevallen geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen (Figuur 11). Het wegnemen van de schemering gaf alleen bij Adonicus Pearl onder 50% blauw licht en Adonicus Salm onder 10 of 30% blauw licht compactere planten. Het verhogen van het percentage blauw licht gaf alleen bij Adonicus Salm een betrouwbaar verschil. De planten geteeld met natuurlijke schemering waren bij 50% blauw licht compacter dan bij 10 en 30% blauw licht. Bij Adonicus Pearl was dit precies tegengesteld en gaf 50% blauw met schemering langere planten dan 10 en 30% blauw licht met schemering. In Tabel 18 en Tabel 19 in bijlage 2 is een overzicht weer gegeven van de overige gemeten kenmerken. Bij sommige cultivars was er soms wel een trend naar minder bloemen bij een hoger percentage blauw licht.



**Figuur 14** Gemiddelde lengte (inclusief pot) van 4 *Hibiscus rosa sinensis* cultivars geteeld met en zonder natuurlijke schemering onder 10, 30 en 50% blauw licht bij de eindmeting in week 10 - 2016.



**Figuur 15** *Hibiscus rosa sinensis* 'Xante' geteeld zonder schemering (=hoge rood/verrood verhouding aan einde van de dag) en met natuurlijke schemering (=lage rood/verrood verhouding aan einde van de dag) bij 10, 30 en 50% blauw licht op 7 maart 2016.

### 3.3 Conclusies 1<sup>e</sup> proef

- Sturen met meer blauw licht biedt mogelijkheden om remstoffen (gedeeltelijk) te vervangen. Het effect verschilt echter per soort plant. Bij Fuchsia was er wel een effect, bij vier Hibiscuscultivars niet. Daarnaast kan de afname in lengte samen gaan met een afname in vers- en drooggewicht en een bloeivertraging geven.
- Het wegnemen van de natuurlijke schemering aan het einde van de dag biedt ook mogelijkheden om remstoffen (gedeeltelijk) te vervangen. Het effect verschilt per soort plant. Bij Fuchsia was er wel effect, bij vier Hibiscus cultivars was er weinig tot geen effect. Daarnaast kan de afname in lengte samen gaan met een afname in vers- en drooggewicht. Bij Fuchsia was er een positief neveneffect in de vorm van een vroegere bloei.
- Combineren van meer blauw licht en wegnemen van schemering versterkt het effect op compactheid.



## 4 Proef 2: September – december 2016

### 4.1 Materiaal en methode

#### 4.1.1 Proefopzet

In de 2<sup>e</sup> proef is de basisopzet gelijk gehouden, alleen de percentages blauw licht zijn verhoogd naar 30, 45 en 60% (Tabel 7). Het eerste percentage blauw licht komt overeen met het percentage blauw licht in natuurlijk licht van circa 30%. Dit is opnieuw gecombineerd met het wel of niet wegnemen van de natuurlijke schemering aan het einde van de dag en dit is op dezelfde manier gerealiseerd als in proef 1 (zie 3.1.1). De ligging van de verschillende behandelingen in het IDC LED is weer gegeven in het proefschema van proef 2 in bijlage 1. Van Fuchsia zijn meerdere genotypes opgenomen in de proef en het gewas Hibiscus is vervangen door Pelargonium, Petunia en Viool (Tabel 8). Fuchsia x hybrida 'Beacon' is in 2 herhalingen uitgevoerd op zowel tafel 2 t/m 7 als tafel 9 t/m 14. De overige gewassen en Fuchsia cultivars stonden in enkelvoud. De vier Fuchsia cultivars stonden op tafel 2 t/m 7 (noordkant van de kas) en op tafel 9 t/m 14 (zuidkant van de kas) stonden Pelargonium, Petunia, Viola en een herhaling van Fuchsia 'Beacon'.

Tabel 7

*Uitgevoerde behandelingen in proef 2. Bij de behandelingen met natuurlijke schemering (+S) is een half uur voor zonsondergang gestopt met belichten, zodat de planten bij een natuurlijke schemering met een afnemende rood/verrood licht verhouding de nacht in gingen. In de behandelingen zonder schemering (-S) is de rood/verrood in het laatste uur rondom zonsondergang verhoogd door tot een half uur na zonsondergang te blijven belichten. De totale lichtsom is gelijk gehouden door in de ochtend een uur later te starten met belichten. Bij alle behandelingen is in totaal 14 uur per etmaal bij belicht met de LED-lampen. Omdat er geen astronomische klok was, zijn de belichtingstijden op de tijd klok eenmaal per week handmatig aangepast aan het natuurlijke verloop van het tijdstip van zonsondergang.*

Beh	Scheme- ring	% blauw	Totaal lichtniveau ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Natuurlijk licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )*	Ledlicht totaal ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Aandeel blauw in natuurlijk licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Blauw LED ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Rood LED ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )
1	+ S	30	133	33	100	11	30	70
2	+ S	45	133	33	100	11	55	45
3	+ S	60	133	33	100	11	70	30
4	- S	30	133	33	100	11	30	70
5	- S	45	133	33	100	11	55	45
6	- S	60	133	33	100	11	70	30

Tabel 8

*Gewassen en cultivars in proef 2.*

Gewas	Cultivar	tafel
Fuchsia	Fuchsia x hybrida Beacon	tafel 2 t/m 7 en tafel 9 t/m 14
	Fuchsia x hybrida Dollar prinsessin	tafel 2 t/m 7
	Fuchsia x hybrida Tom thumb	tafel 2 t/m 7
	Fuchsia x hybrida Diva red & white	tafel 2 t/m 7
Pelargonium	Pelargonium zonale Toscana GX Imke	tafel 9 t/m 14
Petunia	Petunia x hybrida Easy wave pink	tafel 9 t/m 14
Viola	Viola wittrockiana Matrix blue blotch	tafel 9 t/m 14

#### 4.1.2 Waarnemingen

Er is een eindmeting uitgevoerd op het moment dat bij de meeste behandelingen open bloemen aanwezig waren. Doordat een aantal Fuchsiacultivars onverwacht laat in bloei kwamen, zijn deze pas begin januari 2017 gemeten. De andere cultivars en gewassen bloeiden al eerder en zijn in november 2016 waargenomen. De violen kwamen als eerste in bloei. Op 3-10 waren bij de violen de eerste bloemen zichtbaar en op 10-10 bloeiden vrijwel alle violenplanten. De violen zijn daarom op 27-10 al waargenomen. Naast de lengte (inclusief pot) zijn ook andere plantkenmerken waargenomen zoals aantal zij scheuten, okselnummer waar eerste bloem was aangelegd, aantal internodiën van hoofdscheut, aantal dichte bloemen, aantal open bloemen, vers- en drooggewicht en bladoppervlakte van 10 representatieve volgroeide bladeren.

#### 4.1.3 Teeltomstandigheden

##### Teeltschema

Op 20-9-2016 (week 38) is het plantmateriaal binnen gekomen en op 22-9 zijn de planten opgepot en in de kas gezet. Op 23-9 zijn de behandelingen ingeregeld en op 4-10 (week 40) zijn lichtmetingen zijn met een spectroradiometer (Jaz 0266, gekalibreerd juni 2016) uitgevoerd. Op 20-10 (week 42) is het lichtniveau op tafel 4 en 6 iets meer gedimd om het wat hoge lichtniveau meer gelijk te maken met de andere tafels (100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ). In week 44 en 45 (eerste 2 weken van november) is geconstateerd dat bij tafel 5 (met 4 Fuchsia cultivars bij 60% blauw licht en natuurlijke schemering) alleen de rode LED-lampen aan waren. Onduidelijk is hoe lang dit precies heeft geduurd. Dit was ontstaan door aanslag, waardoor de verbinding niet goed was. Vanaf 27-10 zijn de eerste eindwaarnemingen uitgevoerd (violen). De meeste gewassen/cultivars zijn in november gemeten. Twee Fuchsiacultivars (Beacon en Diva) die onverwacht laat in bloei kwamen zijn in 1<sup>e</sup> week van januari gemeten.

##### Klimaatinstellingen

Voor de proef zijn de volgende klimaatinstellingen ingesteld:

- Stooktemperatuur: na oppotten d/n= 20/18, daarna naar d/n= 18/16, luchten bij 19°C.
- Luchtvochtigheid: dag VD=4, Nacht VD=2.8.
- CO<sub>2</sub> doseren tot 600-800 ppm.
- Watergift: eb/vloed – naar behoefte.
- Bemesting: basisvoedingsoplossing Fuchsia (recept 3.2.4 – generatief) in Tabel 9.
- Schermen: gestart met sluiten schermen tot ca. 95% dicht bij 100 w/m<sup>2</sup> buiteninstraling om tot ongeveer 33  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  buitenlicht toe te laten. Tijdens de proef is dit op basis van lichtmetingen op plantniveau naar behoefte bijgestuurd.

Tabel 9

Voedingsschema in proef 2 (Hoofdelementen in mmol/l, sporenelementen in  $\mu\text{mol/l}$ ).

pH	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
5.5	1.5	1.0	5.5	2.5	0.75	8.5	0.5	1.75	15	5	3	10	0.5	0.5

## 4.2 Resultaten proef 2: September - november 2016

### 4.2.1 Gerealiseerd percentage blauw licht en lichtniveau

Op 4-10 (11 dagen na start van de behandelingen) zijn met een spectroradiometer (Jaz 0266, gekalibreerd juni 2016) metingen uitgevoerd aan lichtspectrum en lichtintensiteit op gewasniveau. Daarbij is de sensor net boven het gewas gehouden (ca. 7 cm boven de rand van de pot en bij perlagonium ca. 13 cm boven de rand van de pot). Tijdens de metingen was het verduisteringsdoek volledig gesloten. Op het middenpad tussen de tafels (buiten de proefvelden) was een lichtintensiteit van 1  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  meetbaar. Het percentage blauw was bij de 30% blauw behandelingen iets hoger (gemiddeld 34%) dan de streefwaarde en bij de 60% blauw behandelingen iets lager (gemiddeld 67,5%) dan de streefwaarden in de LED-lampen (Tabel 10). De totale lichtintensiteiten van de LED lampen liep uiteen van 91 tot 118  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ . Naar aanleiding van de lichtmetingen zijn de lampen op tafel 4 en 6 op 20-10 iets meer gedimd waardoor daar het lichtniveau meer naar de 100  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  moet zijn gegaan. In week 44 en 45 is geconstateerd dat bij tafel 5 (met 4 Fuchsia cultivars bij 60% blauw licht en natuurlijke schemering) alleen de rode LED-lampen aan waren. Het is niet duidelijk hoe lang dit precies geduurd heeft.

Tabel 10

Gemiddeld gemeten percentages blauw licht en totaal lichtniveau onder de LED-lampen op 4-10-2016. Gemiddelde van meetpunt 1, 2, 3 en 4 midden boven de 4 proefvelden per tafel.

Beh	Schemering	% blauw totaal	Gewenst % blauw in LED	Tafel-nr.	% blauw	Lichtniveau ( $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ )	Tafel-nr.	% blauw	Lichtniveau ( $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ )
1	+ S*	30	30	3	36	97	10	31	105
2	+ S*	45	55	4	50	117*	11	49	99
3	+ S*	60	70	5	68	97	12	69	99
4	- S	30	30	2	33	100	9	35	91
5	- S	45	55	6	49	118*	13	46	100
6	- S	60	70	7	67	96	14	66	107

\* Naar aanleiding van deze lichtmetingen zijn de lampen op tafel 4 en 6 op 20-10 iets meer gedimd waardoor daar het lichtniveau meer naar de 100  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  moet zijn gegaan.

In de 2<sup>e</sup> proef is met PAR-meter in de proefkas op de dagdelen zonder daglicht gemiddeld 85  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  lamplicht gemeten op plantniveau. Dit betekent dat 4.5 mol licht per  $\text{m}^2$  per etmaal afkomstig was van de LED-lampen en de resterende 0,2 mol van natuurlijk licht. Dat is gemiddeld 4.5  $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  natuurlijk licht bij een daglengte van 14 uur en lager dan in de 1<sup>e</sup> proef.

Tabel 11

Gemiddeld gerealiseerde temperatuur, RV, PAR-licht, lichtsom, percentage natuurlijk licht en percentage blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef gestart 23 september 2016.

			Gem. PAR licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )		Lichtsom ( $\text{mol}/\text{m}^2/\text{etm}$ )		% nat. licht	Gem. gerealiseerd % blauw licht			
periode	T. (°C)	RV (%)	LED	nat. licht totaal	LED	nat. licht		30%	45%	60%	
24/9- 18/12	19.5	66.6	85.2	4.5	4.5	4.3	0.2	5%	30%	54%	68%

#### 4.2.2 Resultaten Fuchsia

##### Wegnemen schemering

In tegenstelling tot de 1<sup>e</sup> proef gaf het weg nemen van de schemering gemiddeld over de vier cultivars geen betrouwbare vermindering van de gemeten lengte van de Fuchsia planten (Tabel 8, Figuur 16, Figuur 18 en Figuur 19). Bij de afzonderlijke cultivars was alleen bij de cultivar Diva geteeld bij 30% blauw licht, de plantlengte bij het wegnemen van de schemering korter dan bij de natuurlijke schemering. Bij Fuchsia Beacon was er echter een tegengesteld effect bij 45 en 60% blauw licht. Daar was de lengte groter na het wegnemen van de schemering groter dan met natuurlijke schemering. Dit was tegengesteld aan het resultaat van deze cultivar in proef 1.

In de eerste proef had het wegnemen van de schemering een positief effect op het aantal bloemen. Dit was in de 2<sup>e</sup> proef niet het geval. In veel gevallen was er geen betrouwbaar effect en bij de cultivar Tom Thumb was er juist een tegengesteld effect met minder bloemen na het wegnemen van de schemering. Dit was ook zichtbaar bij de behandelingen met 30% blauw bij Dollar Prinzessin. Alleen bij 60% blauw licht bij de cultivar Beacon was het aantal bloemen na het wegnemen van de schemering hoger dan bij de behandeling met natuurlijke schemering.

##### Blauw licht

Het verhogen van het percentage blauw licht van 30 naar 60% gaf gemiddeld over de 4 cultivars geen betrouwbare vermindering van de lengte van de planten. Bij de cultivar 'Diva' was de lengte van de planten geteeld bij het hoogste percentage (60%) blauw licht kleiner dan de lengte van de planten geteeld bij het laagste percentage blauw licht (30%), maar de planten geteeld bij 45% blauw waren langer dan de planten geteeld bij 30% blauw. Bij Beacon zonder schemering was de lengte bij 45 en 60% blauw licht zelfs groter dan bij 30% blauw licht. Dit was tegengesteld aan het resultaat van deze cultivar in proef 1. Mogelijk speelt een laag natuurlijk licht niveau in combinatie met afwezigheid van verrood licht hier een rol. Onderzoek met blauw licht bij Petunia liet in het vroege voorjaar bij een laag natuurlijk lichtniveau en afwezigheid van verrood licht ook meer strekking zien, terwijl dit later in het voorjaar bij een hoger natuurlijk lichtniveau niet optrad (Gautam *et al.* 2015).

Er was wel sprake van een betrouwbaar effect op het aantal bloemen per plant (Figuur 17). Met name bij de cultivars Beacon en Diva nam het aantal (open) bloemen af, naarmate het percentage blauw licht hoger was. Bij een hoger percentage blauw licht zijn de planten blijkbaar later generatief geworden. Dit waren twee cultivars die onverwacht laat en moeilijk in bloei kwamen. Bij de vroegbloeiende cultivars was de trend minder duidelijk, maar het aantal bloemen was bij 60% blauw wel veelal lager dan bij 30 of 45% blauw licht. Bij een variantieanalyse van alle vier Fuchsiacultivars bij elkaar was het totaal aantal bloemen en -knoppen gemiddeld over alle cultivars ook betrouwbaar lager naarmate het percentage blauw hoger was (Tabel 8). Dit komt overeen met de resultaten in de 1<sup>e</sup> proef.

De cultivars Diva en Beacon kwamen in de 2<sup>e</sup> proef onverwacht laat in bloei. De teeltduur was daardoor langer dan gebruikelijk in de praktijk en de planten waren daardoor op het moment van de eindmeting vrij lang, aangezien gewacht is met de eindmeting tot de eerste bloemen zichtbaar waren. Mogelijk was de lichtsom in de proef te laag om snel in bloei te komen. In het Hoofdstuk Fuchsia in het Handbook of Flowering (Wilkins, 1985) wordt bij Fuchsia vermeld dat de meeste Fuchsia cultivars kwalitatieve lange dag planten zijn, sommige zijn kwantitatieve lange dag planten en sommige cultivars zijn dag neutraal. Bij toenemende leeftijd gaan alle cultivars uiteindelijk ook onder korte dag omstandigheden bloeien. Er wordt ook vermeld dat de fotoperiodische respons van Fuchsia afhankelijk is van de licht intensiteit tijdens de dag. In de winter zijn Fuchsaplanten minder gevoelig voor een lange dag behandeling en varieert de reactie meer dan in de zomer. Bij intensiteiten onder de 5000 lux (ca. 90  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) kan de plant dagneutraal worden, ongeacht of er een nachtonderbreking of dagverlenging wordt gegeven. Er is tenminste 8 uur 10.000 lux (ca. 5,2  $\text{mol}/\text{m}^2/\text{dag}$ ) nodig om bloei te induceren bij planten die in de winter bij een lange dag behandeling worden geteeld. Het moeilijk en laat in bloei komen, kan ook een gevolg zijn van een laag lichtniveau.

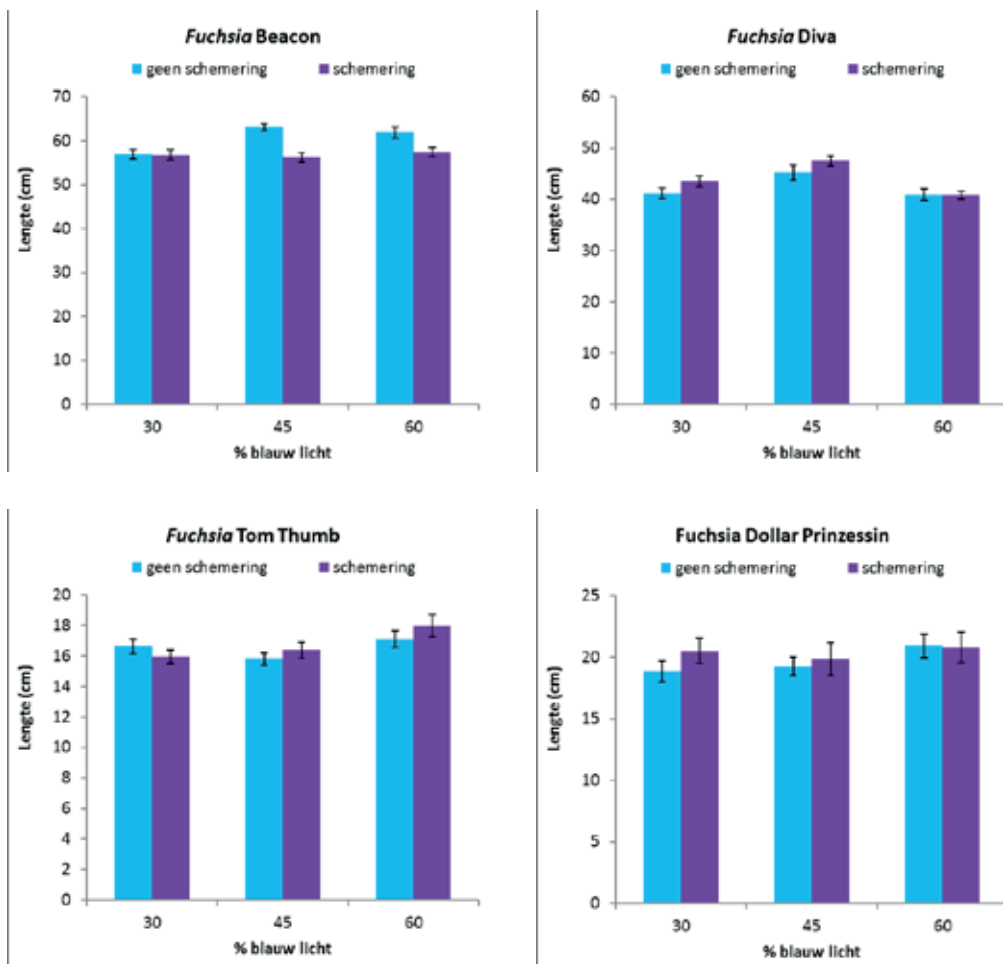
Bij de cultivar Beacon was er een betrouwbaar effect van het percentage blauw licht op het drooggewicht. Planten geteeld bij 60% blauw licht waren lager in drooggewicht dan de planten geteeld bij 30 of 45% blauw licht (Tabel 20 in bijlage 3). Voor het versgewicht was er bij Beacon ook een afnemende trend zichtbaar. Gemiddeld over de vier cultivars was er geen betrouwbaar verschil in vers- en drooggewicht (Tabel 8). De Tabellen met de meetwaarden per cultivar en alle overige gemeten kenmerken staan in Tabel 20 t/m 23 in bijlage 3.

Tabel 12

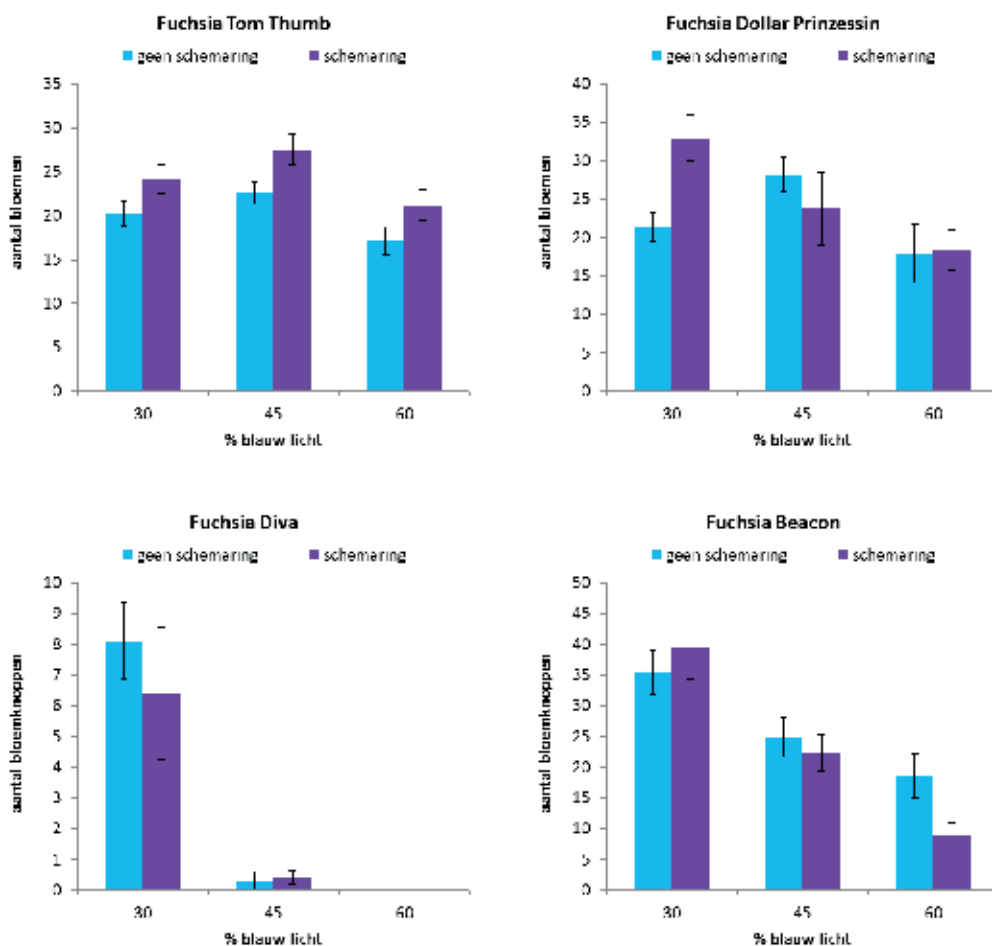
*Hoofdeffecten van percentage blauw licht en wegnemen van schemering bij Fuchsia (gemiddelde vier Fuchsia-cultivars) in de 2<sup>e</sup> proef. Betrouwbare verschillen zijn in vet aangegeven. De data van de afzonderlijke cultivars staan in bijlage 3.*

	lengte	aantal zij- scheuten	aantal inter- nodieën	aantal bloem- knoppen	aantal open bloe- men	Totaal bloe- bloemen + knop- pen	Vers- gew.	Droog- gew.	Blad- grootte ( $\text{cm}^2$ )
30% blauw	38.4 a	5.8 a	11.9 a	<b>21.9 b</b>	<b>4.4 b</b>	<b>26.3 c</b>	64.2 a	7.7 a	14.5
45% blauw	40.3 a	6.0 a	11.9 a	<b>17.8 b</b>	<b>1.9 a</b>	<b>19.7 b</b>	57.4 a	8.0 a	13.8
60% blauw	39.7 a	6.0 a	12.0 a	<b>11.6 a</b>	<b>1.4 a</b>	<b>12.9 a</b>	58.8 a	6.9 a	15.1
- S	40.0 a	6.0 a	12.1 a	17.0 a	2.5 a	19.6 a	63.0 a	7.6 a	14.3 a
+ S	38.9 a	5.9 a	11.8 a	17.1 a	2.6 a	19.7 a	57.3 a	7.4 a	14.6 a

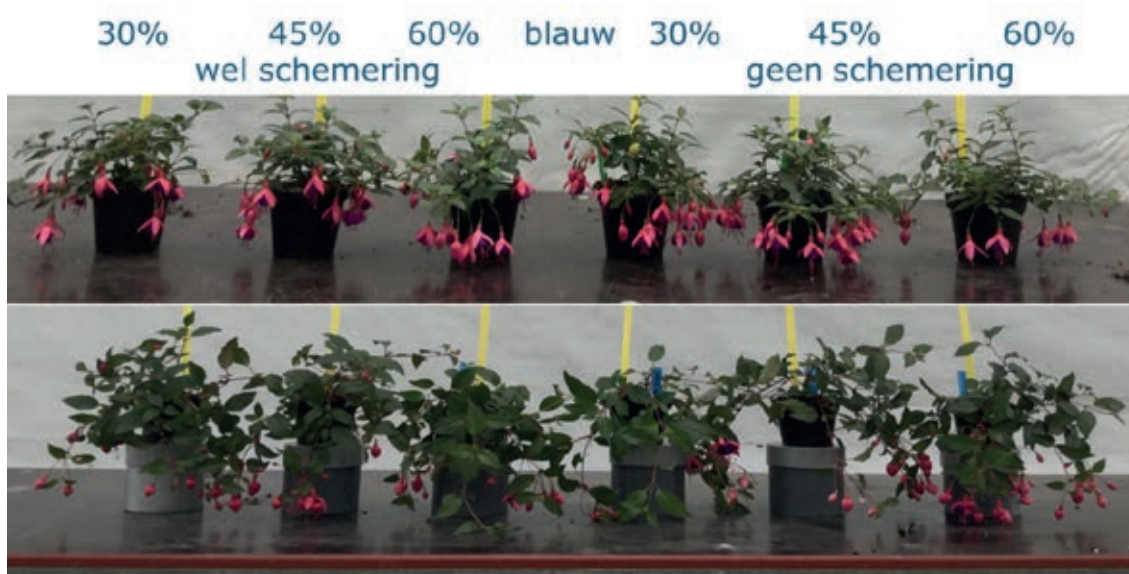
\* Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Er was geen betrouwbare interactie tussen percentage blauw en wegnemen van de schemering voor alle gemeten kenmerken (niet weergegeven).



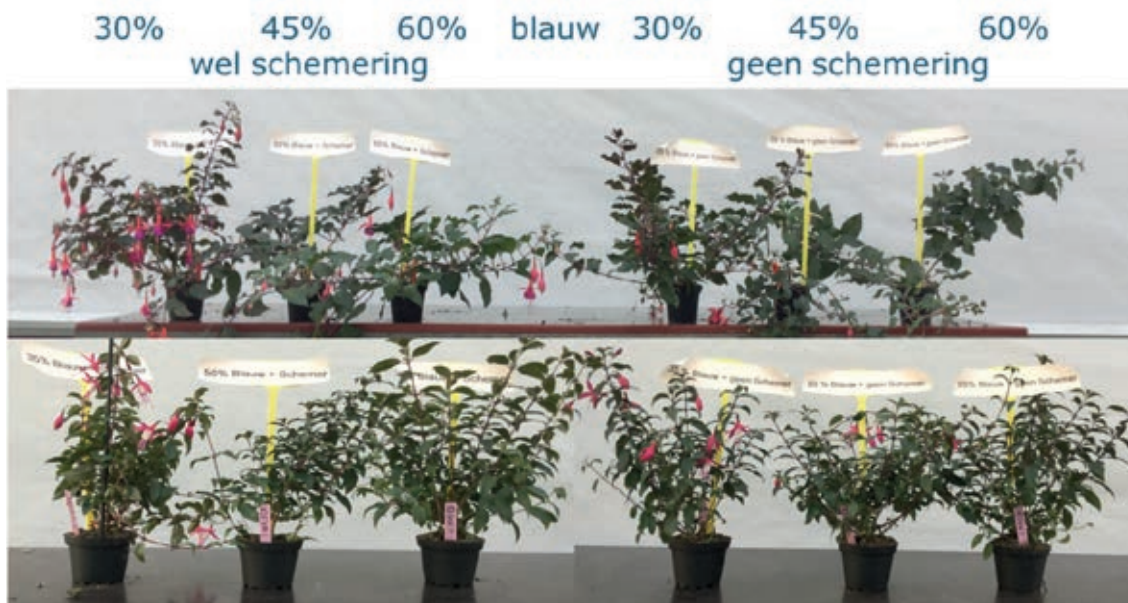
**Figuur 16** Eindlengte (inclusief pot) van vier *Fuchsia* cultivars geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef. De planten zijn gemeten op het moment dat de eerste bloemen open waren. *Fuchsia* 'Tom Thumb' is gemeten op 1-11-2016, *Fuchsia* 'Dollar Prinzessin' op 22-11-2016, *Fuchsia* 'Diva' op 3-1-2017 en *Fuchsia* 'Beacon' op 4-1-2017.



**Figuur 17** Totaal aantal bloemen (dichte + open bloemen) per plant bij vier Fuchsia cultivars geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef. De planten zijn gemeten op het moment dat de eerste bloemen open waren. Fuchsia 'Tom Thumb' is gemeten op 1-11-2016, Fuchsia 'Dollar Prinzessin' op 22-11-2016, Fuchsia 'Diva' op 3-1-2017 en Fuchsia 'Beacon' op 4-1-2017.



**Figuur 18** Fuchsia 'Tom Thumb' (boven) en Fuchsia 'Dollar Prinzessin' (onder) geteeld met en zonder natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef.



**Figuur 19** Fuchsia 'Beacon' (boven) en Fuchsia 'Diva' (onder) geteeld met en zonder natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef.

#### 4.2.3 Resultaten Pelargonium, Petunia en Viool

##### Wegnemen schemering

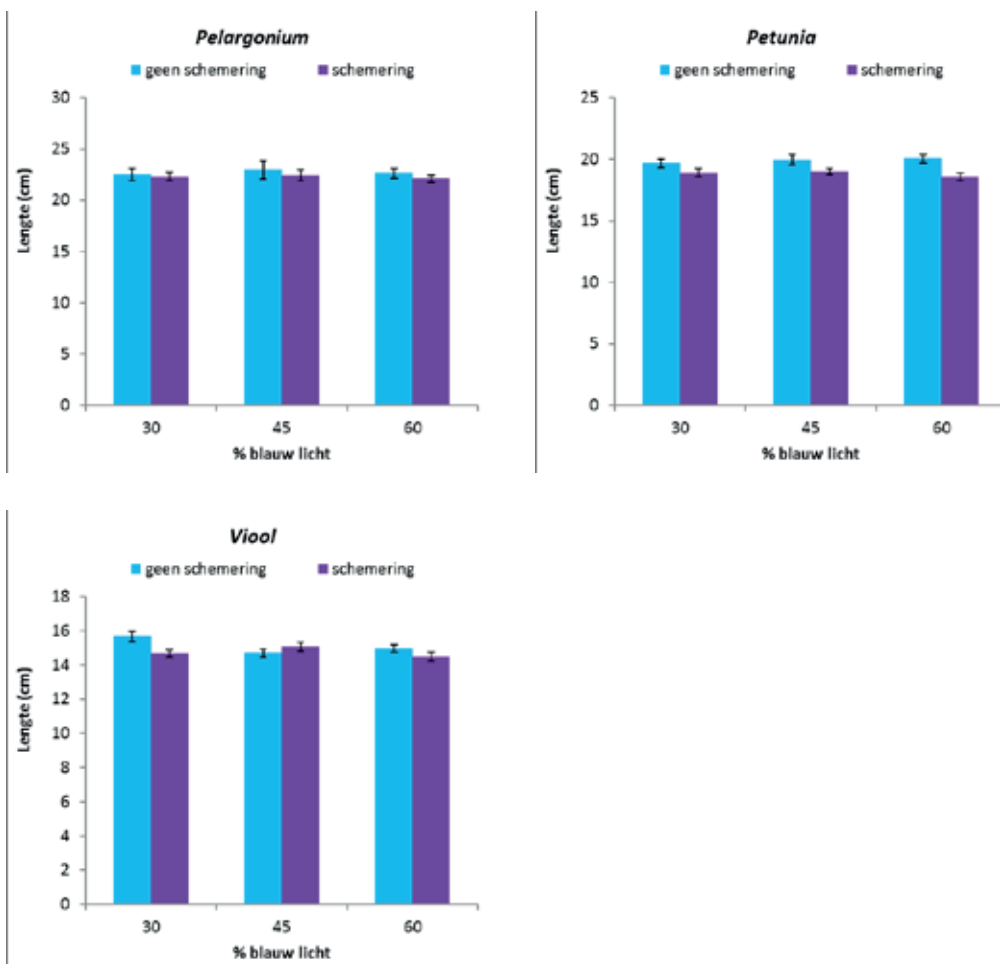
Het wegnemen van de schemering gaf bij Pelargonium, Petunia en Viool in de meeste gevallen geen betrouwbaar effect op de lengte en het aantal bloemen. Bij Petunia was de lengte bij de behandelingen zonder schemering zelfs iets groter dan bij de behandelingen met natuurlijke schemering. Bij viool geteeld met 30% blauw gaf het wegnemen van de schemering meer lengte en minder bloemen dan bij de behandeling met natuurlijke schemering.

##### Blauw licht

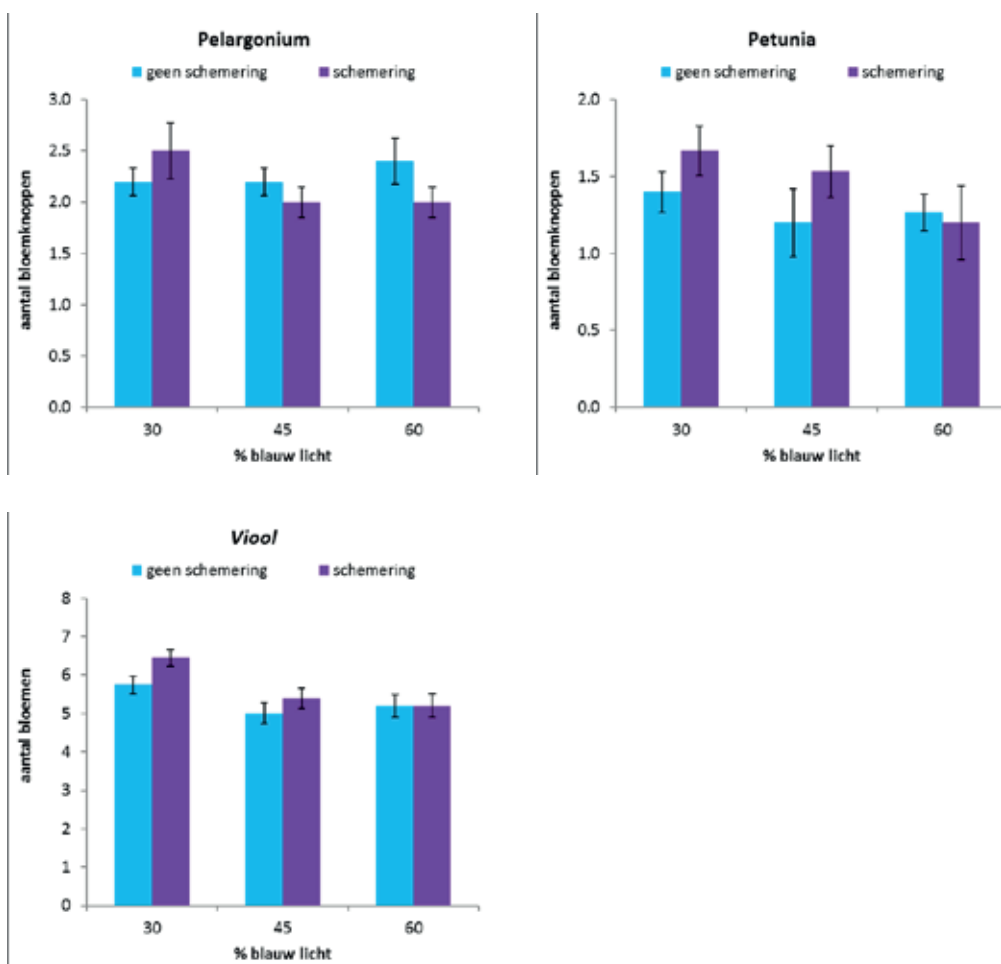
Een hoger percentage blauw licht gaf bij Pelargonium, Petunia en Viool in enkele gevallen een kleinere plantlengte, maar in veel andere gevallen was er weinig tot geen effect op de gemeten plantlengte (Figuur 18 en Figuur 20). Bij Petunia met schemering was de lengte bij 60% blauw licht korter dan bij 30 en 45% blauw licht, maar zonder schemering was er geen verschil. Bij viool zonder schemering was de lengte van de behandeling met 45 en 60% blauw kleiner dan de lengte van 30% blauw. In de andere gevallen was er geen betrouwbaar verschil.

Bij Pelargonium, Petunia en Viool was er met name bij de behandelingen geteeld met natuurlijke schemering een trend dat het totaal aantal bloemen lager was bij een hoger percentage blauw licht (Figuur 19). Bij Pelargonium en Viool was het aantal bloemen bij 45 of 60% blauw licht lager dan bij 30% blauw licht en was er tussen 45 en 60% blauw licht geen verschil. Bij Petunia was er een afnemende trend bij een toenemend percentage blauw licht. Bij de behandelingen zonder schemering was dit minder duidelijk. Bij viool was het aantal bloemen bij 45 en 60% blauw ook lager dan bij 30% blauw licht, maar bij Pelargonium en Petunia was er geen betrouwbaar verschil.

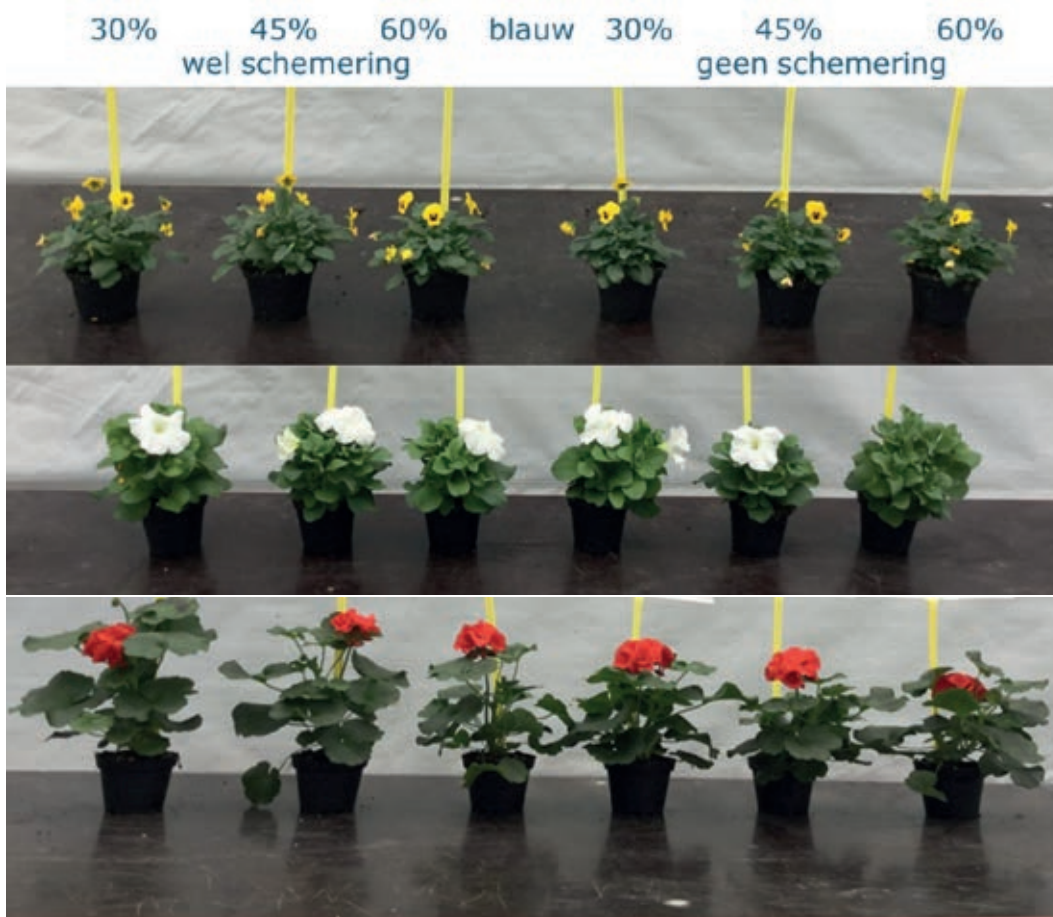
Bij Petunia en Viool was er, net als bij Fuchsia 'Beacon', een trend naar een lager drooggewicht naarmate het percentage blauw licht hoger was (Tabel 25 en Tabel 26 in bijlage 3). Bij Pelargonium was er geen verschil (Tabel 24). De Tabellen met gegevens van alle overige gemeten kenmerken staan in Tabel 24 t/m 26 in bijlage 3.



**Figuur 20** Eindlengte (incl. pot) van *Pelargonium*, *Petunia* en *Viool* geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef. Bij *Pelargonium* is de lengte tot hoogste groene blad gemeten.



**Figuur 21** Totaal aantal bloemen (dichte + open bloemen) per plant bij Pelargonium, Petunia en Viool geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef.



**Figuur 22** *Viool, Petunia en Pelargonium* geteeld met en zonder natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef.

### 4.3 Conclusies 2<sup>e</sup> proef

- In de 2<sup>e</sup> proef was er geen duidelijk effect van een verhoging van het percentage blauw licht op de compactheid van Viool, Pelargonium, Petunia en Fuchsia. Er was wel een effect op het aantal bloemen bij Fuchsia. Een verhoging van het percentage blauw licht gaf minder bloemen. Bij Viool en Petunia was er ook sprake van een (licht) afnemende trend in aantal bloemen bij een hoger percentage blauw licht.
- In de 2<sup>e</sup> proef was er ook weinig tot geen effect van het wegnemen van de schemering op de compactheid van Viool, Pelargonium, Petunia en Fuchsia.
- De resultaten wijken af van de 1<sup>e</sup> proef uitgevoerd vanaf begin december in 2015. Toen gaf een hoger percentage blauw licht en wegnemen van de schemering wel een kleinere plantlengte bij Fuchsia Beacon. De afname in aantal bloemen bij een hoger percentage blauw licht komt wel overeen met de resultaten in de 1<sup>e</sup> proef.



## 5 Proef 3: Maart - mei 2017

### 5.1 Materiaal en methode

#### 5.1.1 Proefopzet

In proef 3 zijn dezelfde zes behandelingen uitgevoerd als in proef 2 (Tabel 13). In het proefschema voor proef 3 zijn de percentages blauw licht op dezelfde tafels uitgevoerd als in proef 2. De behandelingen met en zonder schemering zijn omgewisseld ten opzichte van het proefschema van proef 2 (zie proefschema's in bijlage 1). Voor Fuchsia zijn dezelfde vier cultivars gebruikt als in proef 2. Voor petunia, pelargonium en viola lukte dat niet en zijn andere cultivars gebruikt (Tabel 14).

Tabel 13

*Uitgevoerde behandelingen in proef 2. Bij de behandelingen met natuurlijke schemering (+S) is een half uur voor zonsondergang gestopt met belichten, zodat de planten bij een natuurlijke schemering met een afnemende rood/verrood licht verhouding de nacht in gingen. In de behandelingen zonder schemering (-S) is de rood/verrood in het laatste uur rondom zonsondergang verhoogd door tot een half uur na zonsondergang te blijven belichten. De totale lichtsom is gelijk gehouden door in de ochtend een uur later te starten met belichten. Bij alle behandelingen is in totaal 14 uur per etmaal bij belicht met de LED-lampen. Omdat er geen astronomische klok was, zijn de belichtingstijden op de tijd klok eenmaal 7 tot 10 dagen handmatig aangepast aan het natuurlijke verloop van het tijdstip van zonsondergang.*

Be- han- de- ling	Schemering	% blauw	Totaal lichtniveau ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Natuurlijk licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )*	Ledlicht totaal ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Aandeel blauw in natuurlijk licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Blauw LED ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Rood LED ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )
1	+ S	30	133	33	100	11	30	70
2	+ S	45	133	33	100	11	55	45
3	+ S	60	133	33	100	11	70	30
4	- S	30	133	33	100	11	30	70
5	- S	45	133	33	100	11	55	45
6	- S	60	133	33	100	11	70	30

Tabel 14

*Gewassen en cultivars in proef 3. De planten die al eerder leverbaar waren zijn tot de start van de proef in week 10 in een koude cel bewaard bij de plantenleverancier.*

Gewas	Cultivar	tafel	Weeknummer leverbaar
Fuchsia	Fuchsia x hybrida Beacon	tafel 2 t/m 7 en tafel 9 t/m 14	8
	Fuchsia x hybrida Dollar prinsessin	tafel 2 t/m 7	7
	Fuchsia x hybrida Tom thumb	tafel 2 t/m 7	8/10
	Fuchsia x hybrida Diva red & white	tafel 2 t/m 7	8
Pelargonium	Pelargonium zonale Toscana® DC Bernd	tafel 9 t/m 14	8
Petunia	Petunia x hybrida GoTunia Pink	tafel 9 t/m 14	10
Viola	Viola cornuta Sorbet XP F1 White	tafel 9 t/m 14	8

### 5.1.2 Waarnemingen

Er is een eindmeting uitgevoerd op het moment dat bij de meeste behandelingen open bloemen aanwezig waren. In week 16 zijn eindmetingen uitgevoerd bij Petunia. In week 19 is de eindmeting van Violen, Pelargonium, Fuchsia Dollar Princesszin en Fuchsia Thom Tumb uitgevoerd. De Fuchsiacultivars Diva en Beacon zijn in week 20 gemeten. Naast de lengte (inclusief pot) zijn ook andere plantkenmerken waargenomen zoals aantal zij scheuten, okselnummer waar eerste bloem was aangelegd, aantal internodiën van hoofdscheut, aantal dichte bloemen, aantal open bloemen, vers- en drooggewicht en bladoppervlakte van 10 representatieve volgroeide bladeren. Bij sommige gewassen is ook de diameter van de plant, lengte bloemsteel en lengte bladsteel gemeten. In week 15 zijn fotosynthesemetingen uitgevoerd bij de Pelargoniums. In week 17/18 zijn SPAD-metingen uitgevoerd bij alle gewassen.

### 5.1.3 Teeltomstandigheden

#### Teeltschema

In week 10 – 2017 zijn de planten voor de 3<sup>e</sup> proef geleverd (7 maart), opgepot (8 maart) en in de kas gezet. Om met alle gewassen tegelijk te kunnen starten, zijn stekken van een aantal gewassen/cultivars voorafgaand aan de proef enige tijd in een koude cel bewaard bij de plantenleverancier (Tabel 14). In week 12 zijn de Fuchsia's getopt op 3 bladparen en bloemen van Pelargonium en Petunia verwijderd. De lampen zijn aangesloten op een tijdsklok en de aan/uittijden van de lampen en dichtlopen van de schermen zijn elke 7 tot 10 dagen aangepast aan het tijdstip van zonsondergang. In week 14 zijn de Fuchsia's en Pelargoniums wijder gezet. In week 15 zijn de Petunia's en violen wijder gezet. In week 16 zijn de Fuchsia's nog een 2<sup>e</sup> keer wijder gezet. In week 16 zijn eindmetingen bij Petunia uitgevoerd. In week 19 is de eindmeting van Violen, Pelargonium, Fuchsia Dollar Princesszin en Fuchsia Thom Tumb uitgevoerd. De Fuchsia cultivars Diva en Beacon zijn in week 20 gemeten.

#### Klimaatinstellingen

Voor de proef zijn grotendeels dezelfde klimaatinstellingen ingesteld als bij de 2<sup>e</sup> proef. Enige verschil is dat in proef 3 de kas gekoeld is als de temperatuur boven de 20°C kwam (om hoge temperaturen onder de bijna gesloten doeken bij veel instraling te voorkomen). Dit was bij proef 2 niet nodig.

- Stooktemperatuur: na oppotten d/n= 20/18, na het toppen in week 12 naar d/n= 18/16, luchten bij 19°C. Er is gekoeld bij 20°C.
- Luchtvochtigheid: dag VD=4, Nacht VD=2.8.
- CO<sub>2</sub> doseren tot 600-800 ppm.
- Watergift: eb/vloed – naar behoefte.
- Bemesting: basisvoedingsoplossing Fuchsia (recept 3.2.4 – generatief), zelfde als gebruikt bij proef 2 in Tabel 9.
- Schermen: gestart met sluiten schermen tot ca. 95% dicht bij 100 w/m<sup>2</sup> buiteninstraling om tot ongeveer 33 µmol/m<sup>2</sup>/s buitenlicht toe te laten.
- Schermen dicht vóórdat lampen uit gaan 's avonds bij de behandelingen zonder natuurlijke schemering, zodat er geen buitenlicht meer bij de planten komt nadat de lampen uit zijn.

In het begin van de teelt bleven de potten lang vochtig na een watergift. Doordat in de kas veel gekoeld werd, het lichtniveau op plantniveau relatief laag was en niet gestookt werd, bleef de RV in de kas vrij hoog en droogden de potten nauwelijks af. Om de potten sneller te laten opdrogen en het gewas meer actief te maken is in week 15 het RV setpoint voor de verneveling verlaagd naar 50%. Vanaf week 12 is de schermkier vanaf 15.00 uur 's middags verkleind om te voorkomen dat er na 15.00 uur een streep direct zonlicht op aantal proeftafels kwam.

## 5.2 Resultaten proef 3: Maart - mei 2017

### 5.2.1 Gerealiseerd lichtniveau

Voorafgaand aan de proef is in week 9 de lichtverdeling (lichtintensiteit) over de proefvelden gemeten en is in week 10 bij de start van de proef de afstand tussen de LED-balken nog iets aangepast om de lichtverdeling over de tafel te verbeteren. In week 11 (13 maart) zijn met een spectroradiometer (Jeti Specbos 1211 UV) metingen uitgevoerd aan lichtspectrum en lichtintensiteit op verschillende posities boven de proefvelden. Daarbij is de sensor net boven het gewas gehouden. Tijdens de metingen was het verduisteringsdoek volledig gesloten. Het percentage blauw was bij de 30% blauw behandelingen iets hoger dan de streefwaarde en bij de 45% blauw behandelingen iets lager dan de streefwaarden (Tabel 15). De totale lichtintensiteiten van de LED lampen liepen uiteen van 88 tot 104  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Naar aanleiding van de lichtmetingen is op 21-3 (week 12) de hoogte van de lampen op tafel 9, 2 en 3 zodanig verlaagd dat het lichtniveau op plantniveau met 5  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  is toegenomen.

Tabel 15

*Gemiddeld gemeten percentages blauw licht en totaal lichtniveau onder de LED-lampen op 13 maart 2017. Gemiddelde van meetpunt 1, 2, 3 en 4 midden boven de 4 proefvelden per tafel.*

Beh	Sche- mering	% blauw totaal	Gewenst % blauw in LED	Tafel	% blauw	Lichtniveau ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Tafel	% blauw	Lichtniveau ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )
1	+ S*	30	30	3	37	89*	10	35	97
2	+ S*	45	55	4	53	100	11	49	94
3	+ S*	60	70	5	71	102	12	71	98
4	- S	30	30	2	36	90*	9	37	88*
5	- S	45	55	6	49	93	13	45	93
6	- S	60	70	7	69	98	14	71	104

\* Naar aanleiding van deze lichtmetingen is op 21-3 (week 12) de hoogte van de lampen op tafel 9, 2 en 3 zodanig verlaagd dat het lichtniveau op plantniveau daarna met 5  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  is toegenomen.

In de 3<sup>e</sup> proef is met PAR-meter in de proefkas op de dagdelen zonder daglicht gemiddeld 90  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  lamplicht gemeten op plantniveau (Tabel 16). Dit betekent dat 4.5 mol licht per  $\text{m}^2$  per etmaal op plantniveau afkomstig was van de LED-lampen en de resterende 0,1 mol van natuurlijk licht. Dat is gemiddeld 2.5  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  natuurlijk licht bij een daglengte van 14 uur en lager dan in de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> proef. Dit komt mede door het hoge lichtniveau buiten en het verkleinen van de schermkier op bepaalde dagdelen om stroken direct zonlicht op de proefvelden te voorkomen.

Tabel 16

*Gemiddeld gerealiseerde temperatuur, RV, PAR-licht, lichtsom, percentage natuurlijk licht en percentage blauw licht in de 2<sup>e</sup> proef gestart 8 maart 2017.*

periode		Gem. PAR licht ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )		Lichtsom ( $\text{mol}/\text{m}^2/\text{etm}$ )		% nat. licht	Gem. gerealiseerd % blauw licht				
T. ( $^{\circ}\text{C}$ )	RV (%)	LED	nat. licht	totaal	LED	nat. licht	30%	45%	60%		
8/3-14/5	18.5	65.9	89.7	2.5	4.6	4.5	0.1	3%	30%	54%	69%

## 5.2.2 Resultaten Fuchsia

### **Blauw licht**

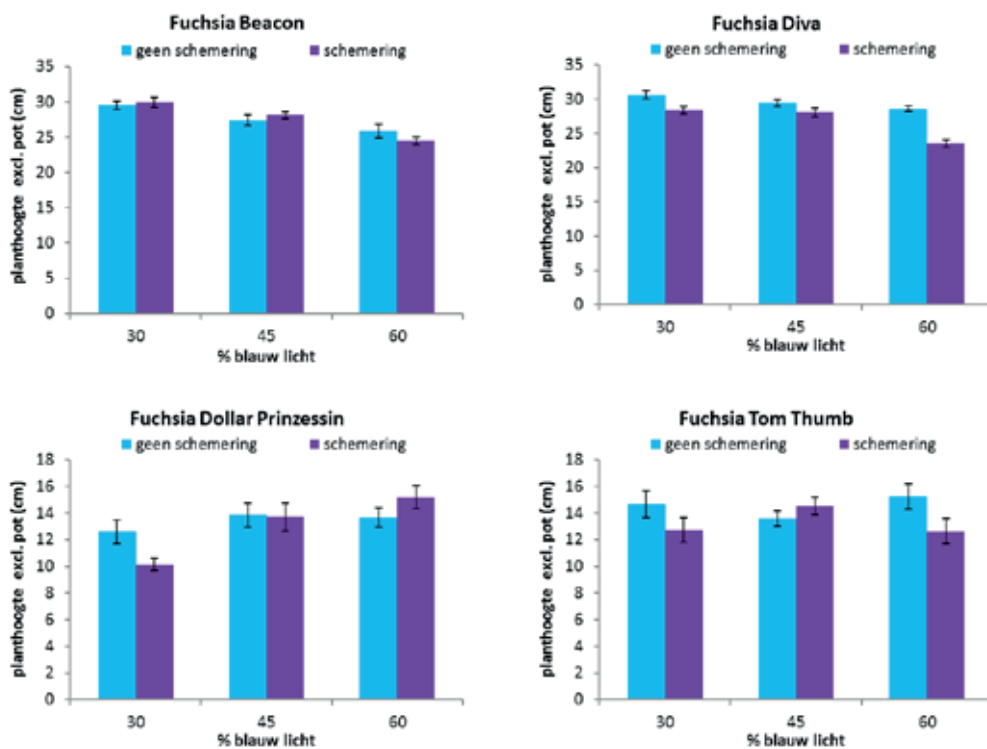
Net als in de 1<sup>e</sup> proef nam de plantlengte van Fuchsia Beacon in de 3<sup>e</sup> proef af bij een toenemend percentage blauw licht (Figuur 23 en Figuur 26). Bij Diva was de plantlengte alleen bij 60% blauw licht korter (Figuur 27). Bij de Fuchsia cultivars Tom Thumb en Dollar Prinzessin was er geen afname van de lengte door een hoger percentage blauw licht. Mogelijk is dit (mede) een gevolg van het horizontaal zakken van de scheuten bij deze laatste twee cultivars (zie Figuur 30 en Figuur 31). Nadat de hoofdscheuten wat horizontaal gezakt zijn, zijn er tijdens de teelt bovenop de plant nieuwe recht opstaande scheuten bijgekomen en bij de eindmeting is daar de planthoogte aan gemeten. Daarnaast is ook de lengte van de langste scheut gemeten (Tabel 30 en Tabel 31 in bijlage 3). De lengtegroei van zowel de lange scheuten als de later bijgekomen nieuwe scheuten is waarschijnlijk (mede) bepaald door het tijdstip waarop de hoofdscheuten zijn gaan liggen. Bij scheuten die eerder horizontaal gezakt zijn zal de lengtegroei van de hoofdscheuten eerder gestopt zijn en eerder nieuwe rechtop gaande scheuten zijn gaan groeien dan bij behandelingen waar de hoofdscheuten langer rechtop zijn blijven staan. Mogelijk dat behandelingseffecten bij deze cultivars daardoor niet of minder duidelijk naar voren gekomen zijn.

Een hoger percentage blauw licht gaf bij Fuchsia Beacon, Diva en Tom Thumb ook een afname in het aantal bloemknoppen (Figuur 24). Bij Dollar Prinzessin (en bij Tom Thumb geteeld bij 30% blauw licht) was dit niet het geval, mogelijk (mede) doordat daar bij sommige behandelingen door de vroege bloei al in meerdere of minder mate uitgebloeide bloemknoppen afgevallen waren en daardoor niet mee geteld zijn. Fuchsia Beacon en Diva kwamen juist vrij laat in bloei, waardoor er bij de eindmeting bij de meeste behandelingen nog weinig bloemen open waren.

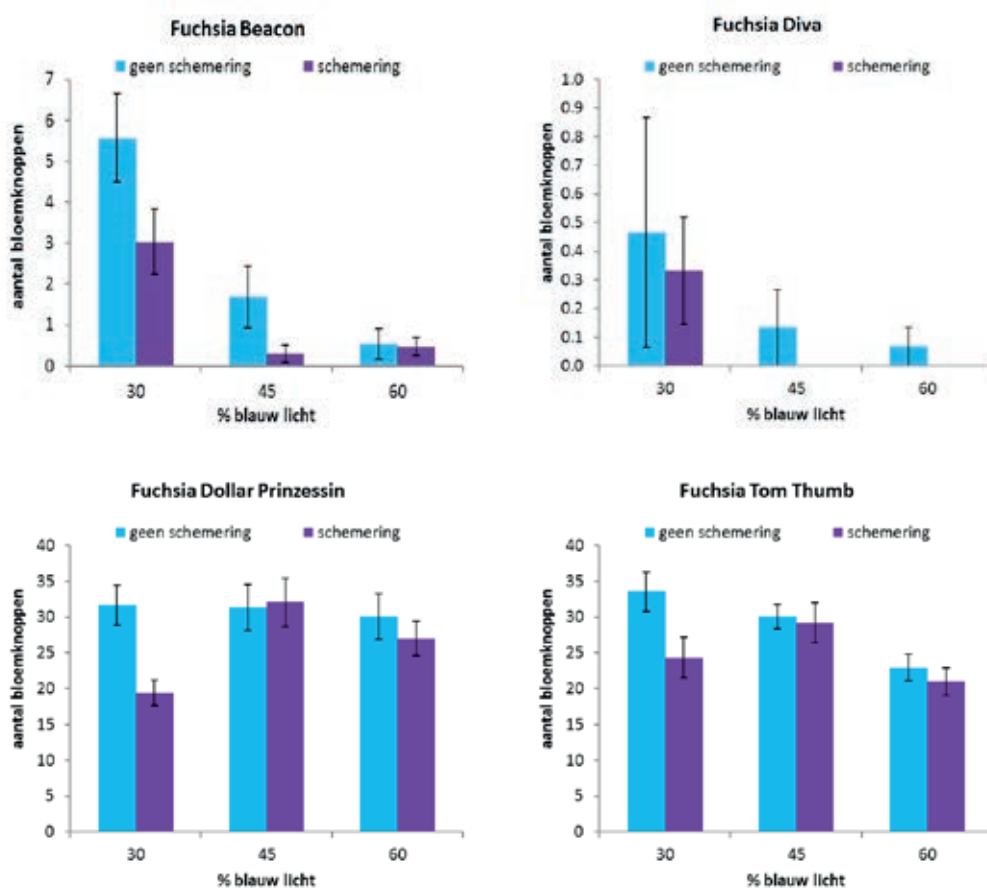
Bij Fuchsia Beacon gaf een hoger percentage blauw licht naast kortere planten ook minder vers- en drooggewicht en een kleinere bladoppervlakte op de langste scheut (Figuur 25 en Tabel 28 in bijlage 3). Dit komt overeen met effecten die ook in de eerste proef zijn gezien bij een verhoging van het percentage blauw licht. Daarnaast was er een positief effect op het aantal zijscheuten. Het aantal zijscheuten nam toe bij een hoger percentage blauw licht. Bij Fuchsia Diva was dit niet het geval en leek er eerder sprake van een afnemende trend in het aantal zijscheuten (Tabel 29 in bijlage 3). Bij Fuchsia x hybrida Dollar Prinzessin was het aantal zijscheuten bij 45 of 60% blauw wel weer hoger dan bij 30% blauw (Tabel 30 in bijlage 3).

### **Wegnemen van schemering**

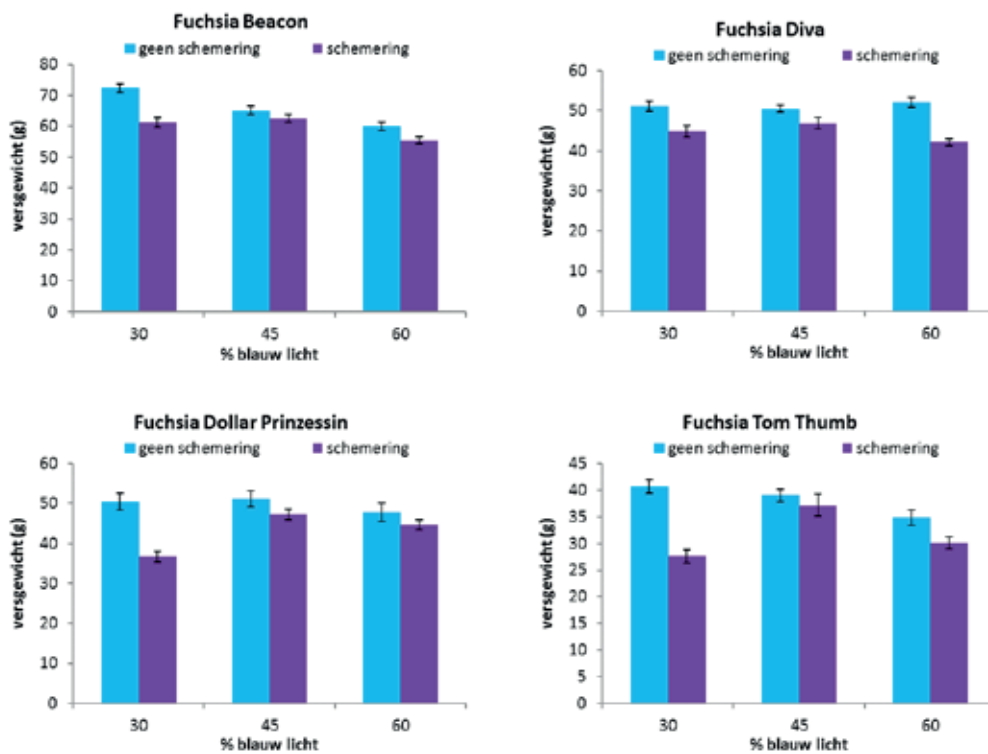
In tegenstelling tot de eerste proef gaf het wegnemen van de schemering in de 3<sup>e</sup> proef geen betrouwbare vermindering van de gemeten planthoogte (Figuur 23, Figuur 26 en Figuur 27). Bij de cultivar Diva gaf het wegnemen van de schemering zelfs een toename in planthoogte. Er was wel een effect op de bloei (Figuur 24), waarbij er een interactie was met het percentage blauw licht. Bij 30% blauw licht gaf het wegnemen van de schemering meer bloemen (bij Beacon, Dollar Prinzessin en Tom Thumb). Bij 45% en 60% blauw licht was er veelal geen betrouwbaar verschil in aantal bloemen met en zonder schemering, alleen bij Beacon geteeld met 45% blauw was het aantal bloemen ook hoger na het wegnemen van de schemering. Er was ook een effect op het versgewicht. Het versgewicht was bij de planten geteeld zonder schemering veelal hoger dan bij de behandelingen met natuurlijke schemering (Figuur 25). Bij Fuchsia Diva was het totale drooggewicht bij de behandelingen zonder schemering ook hoger dan bij de behandelingen met schemering (Tabel 29 in bijlage 3). In Tabel 28 t/m 30 in bijlage 3 staat een overzicht van alle gemeten kenmerken bij alle vier cultivars apart.



**Figuur 23** Planthoogte (excl. pot) van vier Fuchsia cultivars geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 24** Totaal aantal bloemen (dichte knoppen + open bloemen) per plant bij vier Fuschia cultivars geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 25** Totaal versgewicht per plant bij vier Fuchsiacultivars geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 26** Fuchsia 'Beacon' geteeld met (boven) en zonder (onder) natuurlijke schemering bij 60, 45 en 30% (van links naar rechts) blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 27** Fuchsia 'Diva' geteeld met (boven) en zonder (onder) natuurlijke schemering bij 60, 45 en 30% (van links naar rechts) blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 28** Fuchsia 'Beacon' geteeld met (links) en zonder (rechts) natuurlijke schemering bij 30% (boven), 45% (midden) en 60% (onder) blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 29** Fuchsia 'Diva' geteeld met (links) en zonder (rechts) natuurlijke schemering bij 30% (boven), 45% (midden) en 60% (onder) blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 30** Fuchsia x hybrida Dollar Prinzessin geteeld bij 60, 45 en 30% blauw licht met schemering en bij 60, 45 en 30% blauw licht zonder natuurlijke schemering (van links naar rechts) in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 31** Fuchsia x hybrida Tom Thumb geteeld bij 60, 45 en 30% blauw licht met schemering en bij 60, 45 en 30% blauw licht zonder natuurlijke schemering (van links naar rechts) in de 3<sup>e</sup> proef.

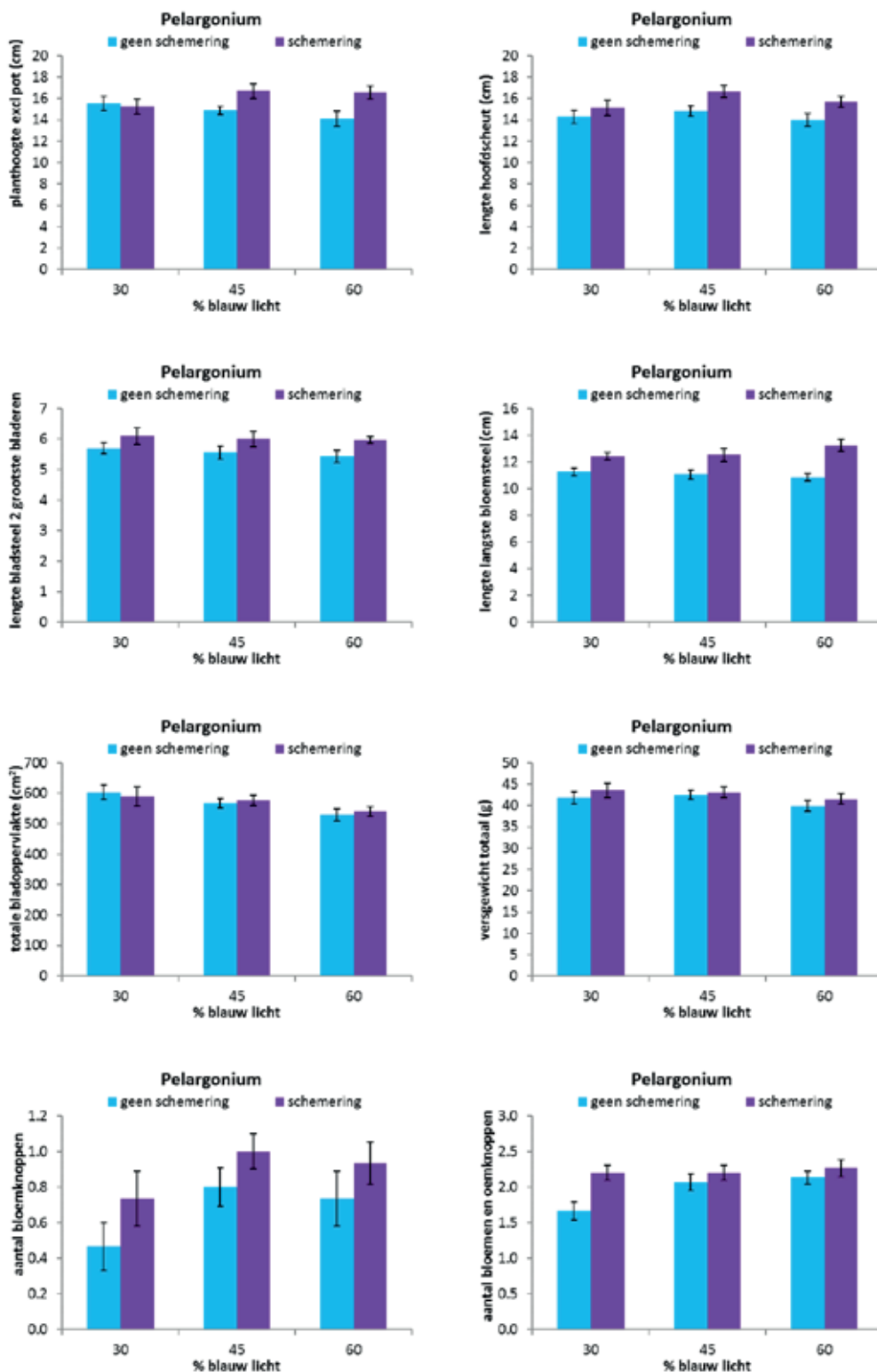
### 5.2.3 Resultaten Pelargonium

#### 5.2.3.1 Blauw licht

Bij Pelargonium gaf een verhoging van het percentage blauw licht geen remming van de planthoogte of lengte van de hoofdscheut (Figuur 32 en Figuur 33). Alleen bij 60% blauw zonder schemering was de planthoogte iets kleiner. Een toename in percentage blauw licht gaf wel een afname in het totale bladoppervlakte. Daarnaast was het aantal bloemen bij 30% blauw iets lager dan bij 45 en 60% blauw. Er waren al bloemknoppen aanwezig in het stek bij het oppotten. Deze zijn bij en net na het oppotten verwijderd. De planten waren dus bij de start van het onderzoek al generatief. De overige gemeten kenmerken staan in Tabel 32 en Tabel 33 in bijlage 3.

#### Wegnemen schemering

Het wegnemen van de schemering gaf in veel gevallen wel een remming van de strekking van de hoofdscheut, bladsteel en bloemsteel. Alleen bij 30% blauw licht gaf het wegnemen van de schemering een minder duidelijk effect op de planthoogte en lengte van de hoofdscheut. Bij het wegnemen van de schemering was het aantal bloemknoppen iets lager dan met natuurlijke schemering. Zoals hierboven genoemd waren er al bloemknoppen in het stek aanwezig en zijn deze bij en net na het toppen verwijderd.



**Figuur 32** Planthoogte, lengte hoofdscheut, lengte bladsteel, lengte bloemsteel, totale bladoppervlakte, totaal versgewicht, aantal bloemknoppen en totaal van open bloemen en bloemknoppen per plant bij *Pelargonium zonale Toscana* geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 33** *Pelargonium zonale Toscana®* DC Bernd geteeld met (boven) en zonder (onder) natuurlijke schemering bij 60% (links), 45% (midden) en 30% (rechts) blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.

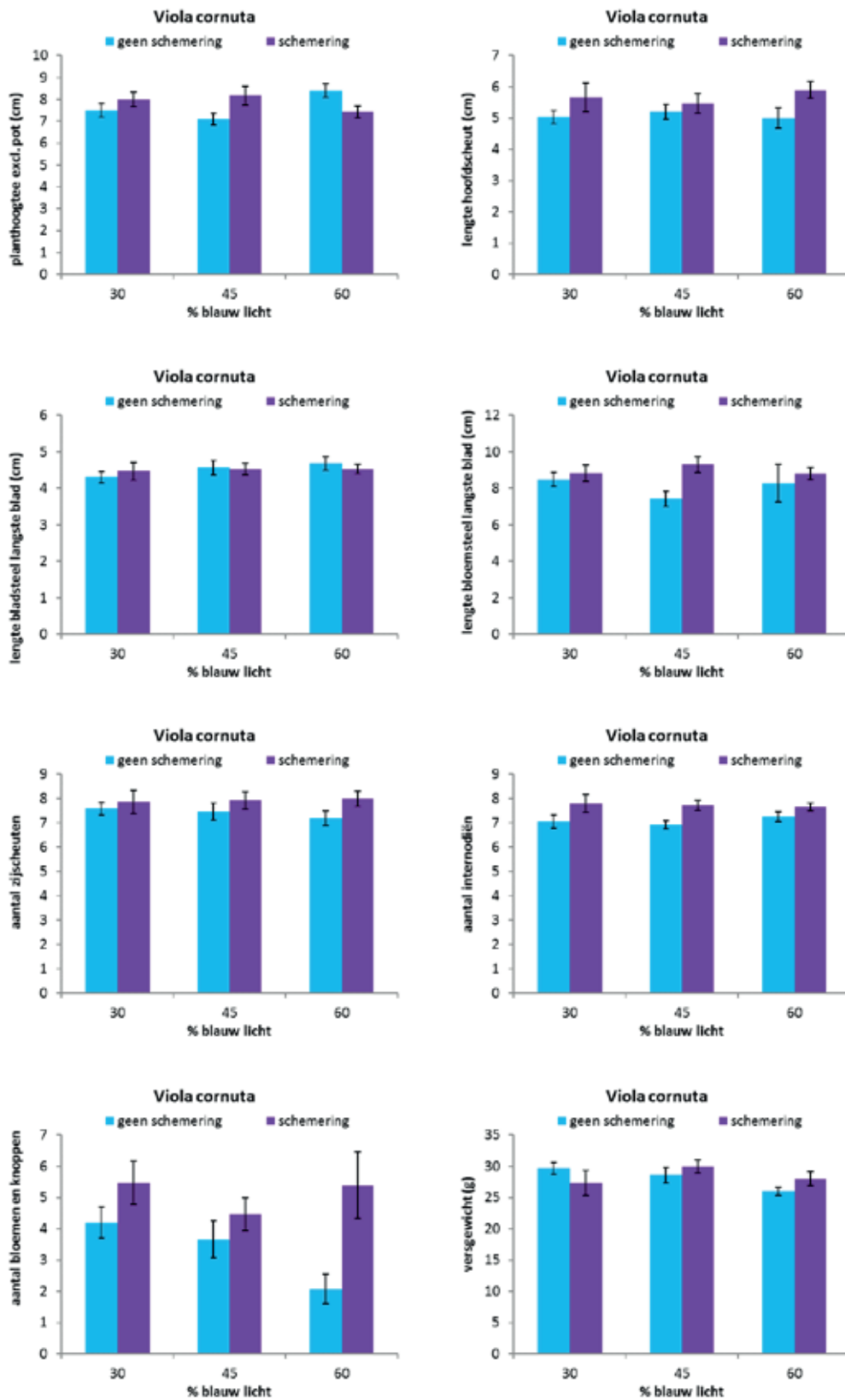
#### 5.2.4 Resultaten *Viola cornuta*

##### **Blauw licht**

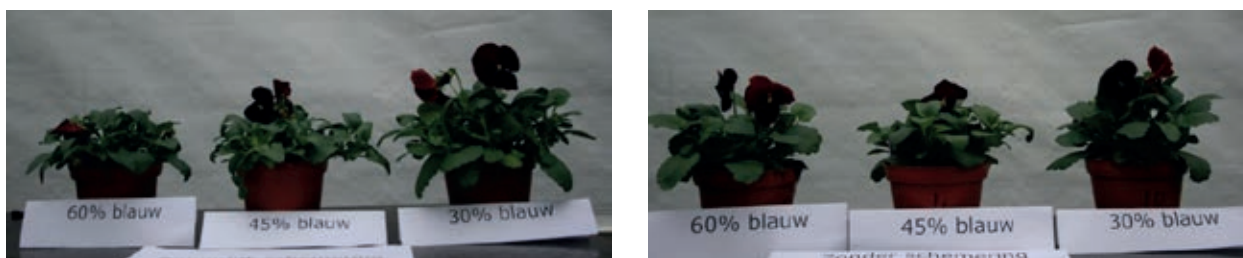
Bij *Viola cornuta* was er geen duidelijk effect van het percentage blauw licht op de planthoogte, lengte hoofdscheut, lengte bladsteel, lengte bloemsteel, aantal zij scheuten en aantal internodiën (Figuur 34 en Figuur 35). Bij de behandelingen zonder schemering was er alleen bij het hoogste percentage blauw licht van 60% een afname in het versgewicht en het totaal aantal bloemen en bloemknoppen. Dit was bij de behandelingen met schemering niet zichtbaar.

##### **Wegnemen schemering**

Het wegnemen van de schemering gaf bij *Viola cornuta* gemiddeld over alle percentages blauw licht een afname in de lengte van de hoofdscheut (Tabel 34 in bijlage 3). Dit ging samen met een afname van het aantal internodiën op de hoofdscheut, het aantal zij scheuten en het totaal aantal bloemen en bloemknoppen. De overige gemeten kenmerken staan in Tabel 34 in bijlage 3.



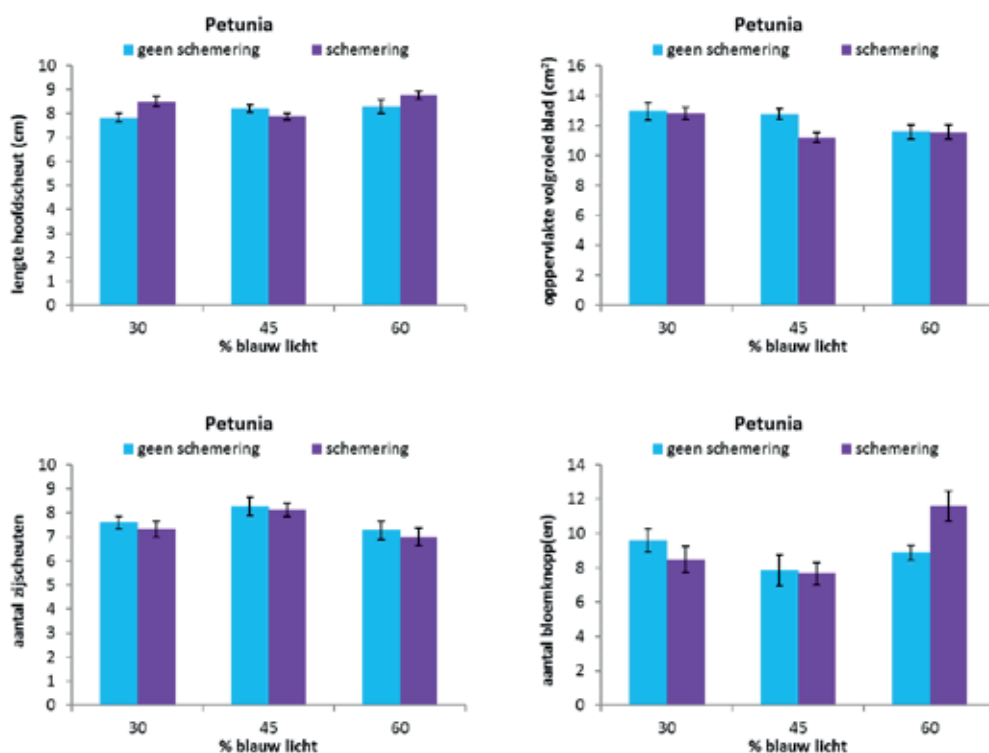
**Figuur 34** Planthoogte, lengte hoofdscheut, lengte bladsteel, lengte bloemsteel, aantal zij scheuten, aantal internodiën, aantal bloemen en bloemknoppen per plant en versgewicht bij *Viola cornuta* Sortbet XP F1 Red geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 35** *Viola cornuta* Sorbet XP F1 Red geteeld met (boven) en zonder (onder) natuurlijke schemering bij 60% (links), 45% (midden) en 30% (rechts) blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.

## 5.2.5 Resultaten Petunia

Bij *Petunia* x hybrida Go Tunia was er geen duidelijke lijn in de effecten van lichtkwaliteit op de compactheid (Figuur 36 en Figuur 37). Voor de verhoging van het percentage blauw licht was er wel een afnemende trend bij de bladoppervlakte van de volgroeide bladeren naarmate het percentage blauw licht hoger was. Voor het wegnemen van de schemering was er alleen bij het aantal zij scheuten een betrouwbaar verschil. Het aantal zij scheuten was na het wegnemen van de schemering gemiddeld iets hoger (0,2) dan bij de behandelingen met natuurlijke schemering. De overige gemeten kenmerken staan in Tabel 35 in bijlage 3.



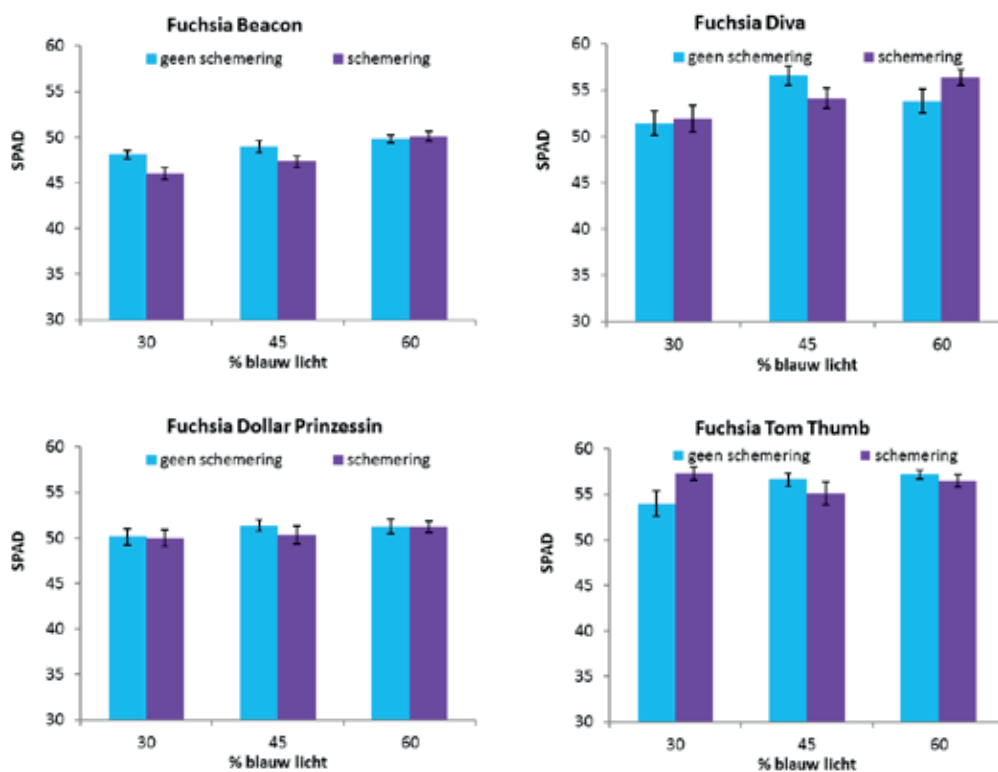
**Figuur 36** Lengte hoofdscheut, bladoppervlakte van volgroeide bladeren, aantal zij scheuten en totaal aantal bloemen en bloemknoppen per plant (inclusief uitgebloeide bloemen) bij *Petunia* x hybrida Go Tunia pink geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



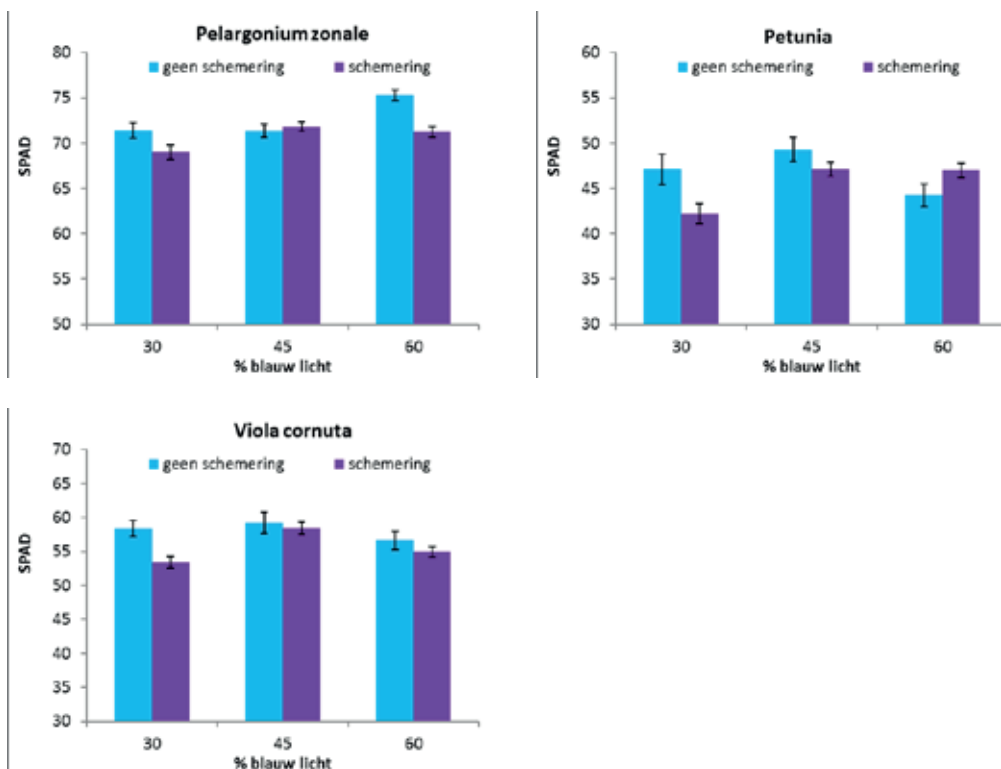
**Figuur 37** Petunia GoTunia Pink van links naar rechts geteeld met natuurlijke schemering met 60% blauw, 45% blauw, zonder schemering met 60, 45 en 30% blauw en met natuurlijke schemering met 30% blauw. NB: ander volgorde op foto dan bij voorgaande foto's van de andere gewassen.

## 5.2.6 Resultaten SPAD metingen

Het verloop van de SPAD-waarde in relatie tot het percentage blauw licht en schemering verschilde per gewas en per cultivar. Bij Fuchsia Beacon en Fuchsia Diva geteeld met natuurlijke schemering nam de SPAD-waarde toe bij een hoger percentage blauw licht. Bij Pelargonium zonale en Petunia met schemering was de SPAD-waarde bij 45 en 60% blauw licht hoger dan bij 30% blauw licht. Bij Fuchsia Beacon zonder schemering was er ook een toenemende trend, maar was de toename minder groot. Bij Fuchsia Diva en petunia zonder schemering en viool met schemering was de SPAD-waarde bij 45% blauw licht hoger dan bij 30 en 60% blauw licht. Bij Fuchsia Dollar Prinzessin was er geen betrouwbaar verschil en bij Fuchsia Tom Thumb was het verloop met en zonder schemering tegenovergesteld. Zonder schemering was de SPAD-waarde bij 45 en 60% blauw licht hoger dan bij 30% blauw. Met natuurlijke schemering was de SPAD-waarde bij 45 en 60% blauw licht juist lager dan bij 30% blauw.



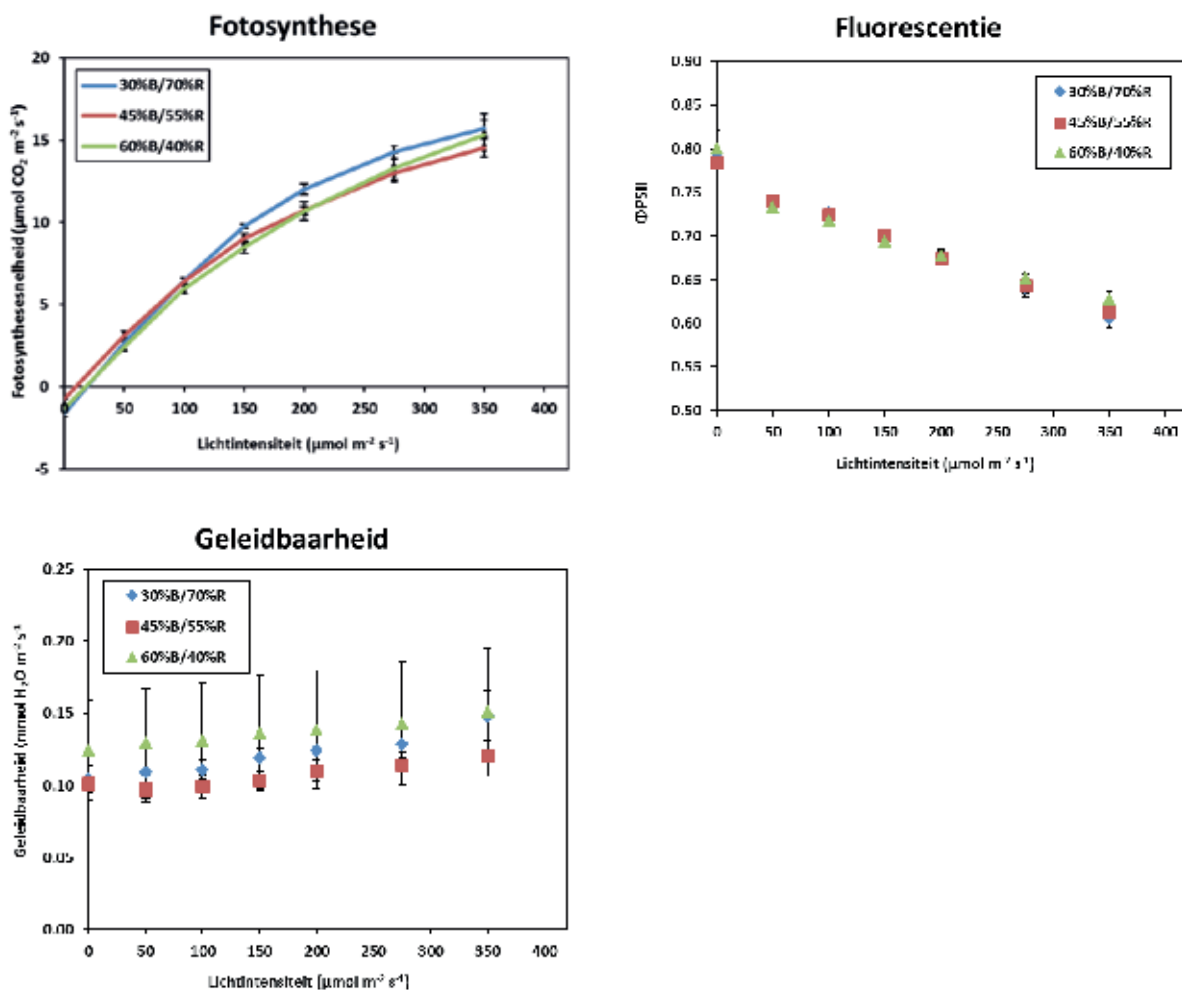
**Figuur 38** SPAD gemeten bij vier Fuchsiascultivars geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.



**Figuur 39** SPAD gemeten bij *Pelargonium*, *Petunia* en *Viola* geteeld zonder en met natuurlijke schemering bij 30, 45 en 60% blauw licht in de 3<sup>e</sup> proef.

#### 5.2.7 Resultaten fotosynthese en huidmondjesopening *Pelargonium*

Op 13 april 2017 is bij *Pelargonium* fotosynthese gemeten bij 0, 50, 100, 150, 200, 275 en 350  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  PAR-licht. Er is gemeten onder de 3 lichtspectra van de 3<sup>e</sup> proef met blauw/rood verhouding van 30/70%, 45/55% en 60/40%. Dit is dus anders dan bij de fotosynthesemetingen bij de 1<sup>e</sup> proef. Daar zijn alle behandelingen gemeten bij een gelijk percentage blauw licht van 10%. Er was vrijwel geen verschil in fotosynthese tussen de 3 lichtspectra (Figuur 40). Alleen bij 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  was de fotosynthese bij 30/70% blauw/rood net iets hoger dan bij 45/55 en 60/40% blauw/rood. Er was geen betrouwbaar verschil in fluorescentie en geleidbaarheid van de huidmondjes.



**Figuur 40** Netto fotosynthese (linksboven), fluorescentie (rechtsboven) en geleidbaarheid van de huidmondjes (linksonder) in relatie tot de lichtintensiteit van *Pelargonium* geteeld en gemeten onder 30/70, 45/55 en 60/40% blauw/rood licht ( $n=4$ , gemeten op 13 april 2017).

## 5.3 Conclusies 3<sup>e</sup> proef

In de derde proef verschilden de effecten van lichtkwaliteit per gewas en per cultivar:

### Blaauw licht

- Fuchsia:
  - Meer blauw licht: planten ca. 10% korter, maar minder bloem(knoppen).
- Pelargonium :
  - Geen betrouwbaar effect op planthoogte, wel afname in totale bladoppervlakte.
  - Bij 45 en 60% blauw licht meer bloemen dan bij 30% blauw licht.
- Viool:
  - Geen betrouwbare effecten.
- Petunia:
  - Geen effect op planthoogte.
  - Bij 60% blauw minder zij scheuten dan bij 30% blauw, maar bij 45% blauw meer zij scheuten dan bij 30% blauw licht.

### **Wegnemen schemering**

- Fuchsia:
  - Geen betrouwbare remming van de scheutlengte en Fuchsia Diva reageerde andersom dan Beacon. Bij Fuchsia Diva toename in drooggewicht en meer bloemen.
- Pelargonium :
  - Kortere hoofdscheut (-9%), kortere bloemsteel, kortere bladsteel en minder bloemen.
- Viool:
  - Kortere lengte hoofdscheut (-10%) met minder internodiën, minder zijscheuten en minder bloemen.
- Petunia:
  - Meer zijscheuten.



## 6 Conclusies en discussie

### 6.1 Conclusies

- Sturen met meer blauw licht om remstoffen (gedeeltelijk) te vervangen biedt (nog) onvoldoende perspectief voor praktijktoepassing.
  - Het effect verschilt per gewas en per cultivar.
    - Bij sommige gewassen, zoals bv. Fuchsia was er wel effect, bij andere gewassen zoals bv. Hibiscus niet.
  - Het effect verschilt per seizoen (natuurlijke lichtintensiteit en -spectrum):
    - Bij Fuchsia Beacon was er in de 1<sup>e</sup> proef vanaf week 49-2015 met 10, 30 en 50% blauw licht een remming van de planthoogte bij een hoger percentage blauw licht.
    - In de 2<sup>e</sup> proef vanaf 23 september 2016 met 30, 45 en 60% blauw licht was er bij deze cultivar echter geen betrouwbaar effect.
    - In de 3<sup>e</sup> proef vanaf 8 maart 2017 met opnieuw 30, 45 en 60% blauw licht was er wel een remming van de planthoogte bij Fuchsia Beacon bij een hoger percentage blauw licht.
  - Afname in lengte kan samen gaan met een afname in vers- en drooggewicht en bladoppervlakte, vergelijkbaar met het effect van chemische remstoffen.
  - Het effect op de bloei verschilt per gewas. Bij Fuchsia was er een afname in aantal bloemen bij een hoger percentage blauw licht. Bij Pelargonium was er een toename in aantal bloemen.
- Belichtingsperiode zodanig invullen dat afgesloten wordt met licht met hoge rood/verrood verhouding biedt wel perspectief voor praktijktoepassing:
  - Dit kan eenvoudig, zonder extra kosten toegepast worden door over de natuurlijke schemering heen te blijven belichten.
  - Het effect is bijna altijd gunstig voor compactheid.
  - Er kunnen wel verschillen optreden per gewas, per cultivar en per seizoen (natuurlijke lichtintensiteit en overig lichtspectrum).
  - De afname in hoogte kan samen gaan met een afname in vers- en drooggewicht.
  - Neveneffecten op aantal bloemen en aantal zij scheuten verschilt per gewas.
    - Bij Fuchsia gaf het wegnemen van de schemering meer bloemen (vroegere bloei). Bij Pelargonium en viool waren er echter minder bloemen.
    - Bij Petunia gaf het wegnemen van de schemering een toename in aantal zij scheuten. Bij Viool was er echter een afname in aantal zij scheuten.
- Combineren van verhoging van het percentage blauw licht en wegnemen van schemering kan het effect op compactheid versterken.

## 6.2 Discussie

- De resultaten van Fuchsia hybrida Beacon verschilden in de drie opeenvolgende proeven. Mogelijke factoren die een rol gespeeld kunnen hebben in de verschillende resultaten:
  - In de eerste proef zijn andere percentages blauw (10, 30 en 50%) onderzocht dan in de 2<sup>e</sup> proef met 30, 45 en 60% blauw. Mogelijk heeft een verhoging van 10 naar 30% blauw licht meer effect dan een verhoging boven de 30%.
  - Mogelijk spelen verschillen in natuurlijke lichtomstandigheden tussen de 3 proeven een rol. Veel blauw licht kan in afwezigheid van of bij lage intensiteiten van andere lichtspectra onverwachte of tegengestelde effecten geven. De 1<sup>e</sup> proef is gestart week 49 – 2015, de 2<sup>e</sup> proef is gestart 23 september 2016 en de derde proef op 8 maart 2017. In alle drie proeven is met 95% dicht trekken van scherm bij 100 W/m<sup>2</sup> buitenstraling gestreefd om 33  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  natuurlijk licht in de kas toe te laten. Bij de lage natuurlijke lichtniveaus midden in de winter (proef 1) is het scherm overdag meer open geweest en is meer natuurlijk licht in de kas toegelaten dan bij proef 2 en 3. Mogelijk is daarmee het aandeel natuurlijk licht en aandeel van andere lichtspectra in proef 2 en 3 dusdanig laag geweest dat daardoor andere effecten opgetreden zijn dan in proef 1.
  - De cultivars Beacon en Diva kwamen in de 2<sup>e</sup> proef onverwacht laat in bloei. Dit lijkt ook op laag lichtniveau te wijzen, aangezien de fotoperiodische respons van Fuchsia afhankelijk is van de lichtintensiteit tijdens de dag (Wilkins, 1985). Bij lichtintensiteiten onder de 5000 lux (ca. 90  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) kan de plant dagneutraal worden, ongeacht of er een nachtonderbreking of dagverlenging wordt gegeven. Er is tenminste 8 uur 10.000 lux (ca. 5,1  $\text{mol}/\text{m}^2/\text{dag}$ ) nodig om bloei te induceren bij planten die in de winter bij een lange dag behandeling worden geteeld. In de 1<sup>e</sup> proef lag de gemeten lichtsom op plantniveau boven deze waarde. In de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> proef was de lichtsom gemeten op plantniveau lager.
- Een andere factor waar in de begeleidingscommissie over gediscussieerd is naar aanleiding van de verschillende resultaten in de verschillende proeven, gewassen en cultivars is mogelijke na-effecten van de remhistorie en lichtniveau in de opkweekfase bij de plantenleverancier die bij de verschillende proeven anders is geweest, gezien de verschillende seizoenen waarin de proeven zijn uitgevoerd. Bovendien zijn voor de 3<sup>e</sup> proef enkele partijen beworteld stek enkele weken bewaard in een koude cel wat mogelijk ook nog een extra factor kan zijn geweest.
- In de uitgevoerde proeven was de bereikte compactheid (nog) niet altijd voldoende om gewenste plantkwaliteit te realiseren. Daarom wordt geadviseerd meerdere alternatieve remmethoden (zoals bv. droog telen, negatieve DIF, kouval, veel licht, laag fosfaat e.d.) te combineren. Eerder onderzoek heeft laten zien dat bij Fuchsia een vroege bloei-inductie door tijdens de beworteling van het stek al te starten met lange dag belichting en vroeg te toppen op jonge okselknoppen ook het verbruik aan remmiddelen kan verminderen (Kromwijk *et al.* 2005). Bijkomend voordeel van vroeg toppen was dat de eindhoogte van de scheuten gelijk was dan wanneer op oudere okselknoppen getopt werd.
- De toename in percentage blauw licht gaf een minder snelle bloei in Fuchsia. Mogelijk is dit het gevolg van de afname in hoeveelheid rood licht naarmate het percentage blauw licht hoger was, wat nadelig kan zijn voor lange dag planten zoals Fuchsia waar de bloei-inductie gestimuleerd wordt door rood licht. Als in natuurlijk daglicht het aandeel groen en verrood licht (die een stimulering van de strekking geven) omgezet zou kunnen worden in blauw licht (in plaats van verlaging van het aandeel rood licht in de LED-lampen zoals toegepast in deze proef) dan zou mogelijk minder nadelig effect op de bloei op kunnen treden. Als dit echter gepaard gaat met een afname in het totale lichtniveau kan van de afname van het totale lichtniveau mogelijk wel weer een stimulerende werking van de strekking optreden.
- Het wegnemen van de natuurlijke schemering aan het einde van de dag, gaf bij Fuchsia een vroegere bloei. Mogelijk is dit een gevolg van de toename van de hoeveelheid rood licht (en/of vermindering van verrood) in de schemering, aangezien rood licht een positief effect kan geven op de bloei-inductie in lange dag planten zoals Fuchsia.

# Literatuur

- Christie, J.M., W.R. Briggs, 2001.  
Blue light sensing in higher plants. *The Journal of Biological Chemistry* 276: 11457–11460
- Clifford, S.C., E.S. Runkle, F.A. Langton, A. Mead, S.A. Foster, S. Pearson, R. D. Heins, 2004.  
Height control of poinsettia using photoselective filters. *HortScience* 39: 383-387
- Dieleman, J.A., 2015.  
LED lighting in greenhouse horticulture. [www.wageningenur.nl](http://www.wageningenur.nl)
- Dougher, T.A. O, B. Bugbee, 2001.  
Differences in the response of wheat, soybean and lettuce to reduce blue radiation. *Photochemistry and photobiology* 73: 199-207
- Gautum, P., M. T. Terfa, J. E. Olsen, S. Torre, 2015.  
Red and blue light effects on morphology and flowering of *Petunia x hybrida*. *Scientia Horticulturae* 184: 171-178.
- Heo, J., C. Lee, D. Chakrabarty, K. Paek, 2002.  
Action of blue or red monochromatic light on stem internodal growth depends on plant species. *Acta Horticulturae* 711: 345-350
- Hisamatsu, T., R.W. King, C.A. Helliwell, M. Koshioka, 2005.  
The involvement of gibberellin 20-oxidase genes in phytochrome-regulated petiole elongation of *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 138: 1106-1116
- Illias, I.F. N. Rajapakse, 2005.  
The effects of end-of-the-day red and far-red light on growth and flowering of *Petunia x hybrida* 'Countdown burgundy' grown under photoselective films. *HortScience* 40: 131-133
- Islam, M.A., G. Kuwar, J.L. Clarke, D.R. Blystad, H.R. Gislerød, J.E. Olsen, S. Torre, 2012.  
Artificial light from light emitting diodes (LEDs) with a high portion of blue light results in shorter poinsettias compared to high pressure sodium (HPS) lamps. *Scientia Horticulturae* 147: 136-143
- Khattak, A.M., S. Pearson, C.B. Johnson, 2004.  
The effects of far red spectral filters and plant density on the growth and development of chrysanthemums. *Scientia Horticulturae* 102: 335-341
- Kromwijk, A., A. Bulle, 2005.  
Planmatige remstrategie Fuchsia. PPO nr. 41702426. Rapport Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Business Unit Glastuinbouw.
- Oyaert, E., E. Volckaert, P.C. Deberg, 1999.  
Growth of chrysanthemum under coloured plastic films with different light qualities and quantities. *Scientia Horticulturae* 79: 195-205
- Schuerger, A.C., C.S. Brown, E.C. Stryjewski, 1997.  
Anatomical features of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) grown under red light-emitting diodes supplemented with blue or far-red light. *Annals of Botany* 79: 273-282.
- Smith, H., 1982.  
Light quality, photoperception, and plant strategy. *Annual Review of Plant Physiology* 33: 481-518.
- Van Ieperen W., E. Heuvelink, 2012.  
Compacte planten door geïntegreerde groeiregulatie. Leerstoelgroep Tuinbouwketen, Wageningen Universiteit, 36p.
- Wilkins, H.F. 1985.  
Fuchsia x hybrida. In: Halevy, A.H. (ed) *Handbook of Flowering*, Vol. 3. Pp. 38-41. CRC Press.



# Bijlage 1 Proefschema proef 1, 2 en 3

Tafelnr	Gewas/cultivar	Behandeling	Gewas/cultivar	Behandeling	Tafelnr
8					1
9	Fuchsia Beacon Hibiscus Xanthe	10% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Hibiscus Xante H. Adonicus Salm H. Volcano H. Adonicus Pearl H. La Luna (randrij)	10% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	2
10	Fuchsia Beacon Hibiscus Xanthe	50% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Hibiscus Xante H. Adonicus Salm H. Volcano H. Adonicus Pearl H. La Luna (randrij)	50% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	3
11	Fuchsia Beacon Hibiscus Xanthe	30% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Hibiscus Xante H. Adonicus Salm H. Volcano H. Adonicus Pearl H. La Luna (randrij)	30% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	4
12	Fuchsia Beacon Hibiscus Xanthe	50% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Hibiscus Xante H. Adonicus Salm H. Volcano H. Adonicus Pearl H. La Luna (randrij)	50% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	5
13	Fuchsia Beacon Hibiscus Xanthe	10% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Hibiscus Xante H. Adonicus Salm H. Volcano H. Adonicus Pearl H. La Luna (randrij)	10% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	6
14	Fuchsia Beacon Hibiscus Xanthe	30% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Hibiscus Xante H. Adonicus Salm H. Volcano H. Adonicus Pearl H. La Luna (randrij)	30% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	7

deur

**Figuur 41** Proefschema proef 1.

Tafelnr	Gewas/cultivar	Behandeling	Gewas/cultivar	Behandeling	Tafelnr
8					1
9	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	30% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	30% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	2
10	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	30% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	30% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	3
11	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	45% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	45% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	4
12	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	60% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	60% blauw natuurlijke schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	5
13	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	45% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	45% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	6
14	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	60% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	60% blauw geen schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	7

deur

**Figuur 42** Proefschema proef 2. De behandelingen met gelijke belichtingstijden zijn min of meer gegroepeerd zodat maar twee hoge verticale tussenschermen (van boven tot onder in de kas) nodig waren om onderlinge beïnvloeding uit te sluiten (zie grijze balken in het proefschema). Daarnaast zijn links en rechts van elke tafel verticale plastic zijschermen gemaakt vanaf de rekken met lampen naar beneden om onderlinge beïnvloeding van de verschillende lichtkleuren uit te sluiten.

Tafelnr	Gewas/cultivar	Behandeling	Gewas/cultivar	Behandeling	Tafelnr
8					1
9	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	30% blauw  natuurlijke schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	30% blauw  natuurlijke schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	2
10	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	30% blauw  geen schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	30% blauw  geen schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	3
11	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	45% blauw  geen schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	45% blauw  geen schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	4
12	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	60% blauw  geen schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	60% blauw  geen schemering laag rood/verrood lampen uit Einde dag	5
13	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	45% blauw  natuurlijke schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	45% blauw  natuurlijke schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	6
14	Fuchsia Beacon Viool Petunia Pelargonium	60% blauw  natuurlijke schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	Fuchsia Beacon F. Tom Thumb F. Dollar Prinzessin F. Diva red & white	60% blauw  natuurlijke schemering hoog rood/verrood lampen aan Einde dag	7

deur

**Figuur 43** Proefschema proef 3.



## Bijlage 2 Data Proef 1

Tabel 17

Gemeten kenmerken bij de tussenmeting op 18 januari 2016 (week 3) van *Fuchsia 'Beacon'* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 10, 30 of 50% blauw licht. In het bovenste deel van de Tabel gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=10). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=30) en percentage blauw licht (n=20). Het aantal bloemknoppen is een week eerder gemeten op 11 januari 2016 (week 2).

Nat. Scheme-ring	% blauw	Lengte incl. pot (cm)	N scheut	Bladopp 10 blade-ren**	Internodium bloei	N inter-nodiën steel 1	N inter-nodiën steel 2	N bloemknoppen week 2	Bloei-stadium*
+ S	10	48.6±0.9	9.2±0.4	170±5	1.4±1.0	8.9±0.3	9.2±0.2	0.6±0.6	0.5±0.5
+ S	30	39.5±0.6	8.9±0.4	167±5	1.9±0.8	8.6±0.2	9.1±0.2	2.2±1.0	1.9±0.8
+ S	50	39.8±0.7	7.9±0.1	166±5	0.0±0.0	9.3±0.2	8.8±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0
- S	10	35.4±0.5	7.8±0.2	152±4	2.8±0.8	8.4±0.2	8.2±0.3	5.6±2.2	3.0±0.8
- S	30	41.2±0.8	8.4±0.3	175±4	4.0±0.9	8.0±0.4	8.0±0.3	3.0±1.2	3.0±0.8
- S	50	32.2±0.6	7.9±0.1	142±4	3.1±0.9	8.4±0.2	8.0±0.2	2.0±0.8	2.9±0.8
Gem	+ S	42.6	8.7	168	1.1	8.9	9.0	0.9	0.8
Gem	- S	36.3	8.0	157	3.3	8.3	8.1	3.5	3.0
Gem	10	42.0	8.5	161	2.1	8.7	8.7	3.1	1.8
Gem	30	40.4	8.7	171	3.0	8.3	8.6	2.6	2.5
Gem	50	36.0	7.9	154	1.6	8.9	8.4	1.0	1.5

\* 5 ontwikkelingsstadia van geen bloem tot gekleurde open bloem.

\*\* van 2<sup>e</sup> internodium na vertakking

Nat. Scheme-ring	% blauw	versgew. blad + bloem (g)	Versgew. Steel (g)	Totaal versgew. (g)	Droog-gew. blad + bloem (g)	droog - gew. Steel (g)	Totaal droog-gewicht (g)	% droge stof steel	% droge stof blad
+ S	10	62.5±1.3	26.8±0.8	89.3±2.0	5.5±0.3	2.9±0.2	8.4±0.5	10.7±0.5	8.7±0.4
+ S	30	60.4±0.9	22.9±0.6	83.4±1.3	5.7±0.1	2.6±0.1	8.3±0.2	11.4±0.3	9.5±0.2
+ S	50	61.8±1.2	22.4±0.6	84.1±1.6	5.3±0.2	2.4±0.1	7.7±0.4	10.8±0.4	8.5±0.3
- S	10	51.1±0.9	17.8±0.3	68.9±1.0	5.9±0.2	2.8±0.1	8.7±0.3	15.9±0.7	11.5±0.5
- S	30	57.4±1.2	22.9±0.5	80.4±1.5	5.1±0.1	2.3±0.1	7.4±0.2	10.0±0.4	9.0±0.3
- S	50	49.2±0.8	16.2±0.4	65.4±1.1	4.7±0.1	1.9±0.1	6.6±0.1	11.6±0.3	9.6±0.2
Gem	+ S	61.6	24.0	85.6	5.5	2.6	8.1	11.0	8.9
Gem	- S	52.6	19.0	71.6	5.2	2.3	7.6	12.5	10.0
Gem	10	56.8	22.3	79.1	5.7	2.8	8.5	13.3	10.1
Gem	30	58.9	22.9	81.9	5.4	2.4	7.9	10.7	9.2
Gem	50	55.5	19.3	74.8	5.0	2.2	7.2	11.2	9.1

Tabel 18

Gemeten kenmerken bij de eindmeting in week 10-2016 van *Fuchsia 'Beacon'* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 10, 30 of 50% blauw licht. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=10). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=30) en blauw licht (n=20).

Schemering	% blauw	Lengte incl. pot (cm)	lengte korte scheut (cm)	N scheuten	Bladopp. 10 bladeren**	Internodium bloei	N internodiën steel 1	N internodiën steel 2	Bloei-stadium*
+ S	10	29.3±1.9	17.6±1.3	18.2±0.4	103±2	5.6±0.2	8.5±0.3	8.5±0.2	5.0±0.0
+ S	30	27.6±1.0	13.8±1.1	19.3±0.6	86±9	5.7±0.2	7.8±0.2	8.5±0.3	5.0±0.0
+ S	50	25.1±1.0	12.1±0.6	18.1±0.8	92±3	5.5±0.2	8.5±0.3	8.2±0.3	5.0±0.0
- S	10	24.1±1.6	9.9±0.3	15.0±0.4	89±2	5.2±0.1	7.8±0.2	7.5±0.3	5.0±0.0
- S	30	23.2±0.7	11.3±0.6	17.9±0.5	88±3	5.8±0.2	6.7±0.4	7.3±0.3	5.0±0.0
- S	50	21.8±0.6	10.3±0.5	20.7±0.7	85±5	6.1±0.2	7.5±0.2	8.0±0.3	4.9±0.1
Gem	+S	27.3	14.5	18.5	94.0	5.6	8.3	8.4	5.0
Gem	- S	23.0	10.5	17.9	87.1	5.7	7.3	7.6	5.0
Gem	10	26.7	13.8	16.6	96.1	5.4	8.2	8.0	5.0
Gem	30	25.4	12.6	18.6	87.0	5.8	7.3	7.9	5.0
Gem	50	23.5	11.2	19.4	88.6	5.8	8.0	8.1	5.0

\* 5 ontwikkelingsstadia van geen bloem tot gekleurde open bloem.

\*\* van 2<sup>e</sup> internodium na vertakking

Schemering	% blauw	vers – gew. blad + bloem (g)	Versgew. steel (g)	Totaal versgew. (g)	Droog-gew. blad + bloem (g)	droog – gew. steel (g)	Totaal droog-gew. (g)	% droge stof steel	% droge stof blad
+ S	10	48.5±1.3	45.2±2.0	93.7±2.5	4.9±0.2	5.5±0.2	10.3±0.3	12.2±0.2	10.0±0.1
+ S	30	48.5±1.7	38.9±2.0	87.3±2.7	4.8±0.2	4.7±0.2	9.5±0.3	12.2±0.1	9.9±0.2
+ S	50	48.9±2.3	46.0±2.9	94.9±5.0	4.8±0.2	5.4±0.3	10.1±0.6	11.7±0.2	9.8±0.1
- S	10	41.0±1.3	38.6±1.8	79.5±2.9	4.6±0.2	5.1±0.3	9.7±0.4	13.2±0.2	11.2±0.2
- S	30	41.5±1.5	31.6±0.8	73.1±2.0	4.3±0.2	4.0±0.1	8.3±0.3	12.6±0.2	10.4±0.1
- S	50	41.9±1.0	28.9±1.0	70.8±1.4	4.5±0.1	3.8±0.1	8.3±0.1	13.2±0.1	10.6±0.2
Gem	+ S	48.6	43.3	92.0	4.8	5.2	10.0	12.0	9.9
Gem	- S	41.5	33.0	74.5	4.4	4.3	8.7	13.0	10.7
Gem	10	44.7	41.9	86.6	4.7	5.3	10.0	12.7	10.6
Gem	30	45.0	35.2	80.2	4.6	4.4	8.9	12.4	10.1
Gem	50	45.4	37.4	82.8	4.6	4.6	9.2	12.5	10.2

Tabel 19

Gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie ( $n=15$ ) van de eindmeting in week 10-2016 van 4 *Hibiscus cultivars* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 10, 30 of 50% blauw licht.

	Schemering	% blauw	lengte		lengte kortste scheut	aantal bloem	internodie bloei		aantal lange scheuten	aantal korte scheuten	N scheut totaal	aantal interdodiën steel 1	aantal inter-nodiën steel 2	
			langste scheut											
Xanthe	+ S	10	48.9 ± 0.8		28.9 ± 1.8	4.9 ± 0.6	7.1 ± 0.1		2.9 ± 0.2	1.4 ± 0.2	4.2 ± 0.2	8.3 ± 0.3	8.5 ± 0.2	
	+ S	30	48.0 ± 1.0		28.9 ± 2.6	2.0 ± 0.4	4.8 ± 0.8		2.8 ± 0.2	1.4 ± 0.2	4.2 ± 0.2	8.4 ± 0.3	8.1 ± 0.2	
	+ S	50	46.7 ± 0.8		25.6 ± 2.2	2.6 ± 0.6	5.9 ± 0.6		2.8 ± 0.2	1.5 ± 0.2	4.2 ± 0.1	8.5 ± 0.3	8.4 ± 0.3	
	- S	10	46.9 ± 0.8		27.3 ± 1.8	1.3 ± 0.5	4.3 ± 0.9		2.3 ± 0.1	1.5 ± 0.2	3.8 ± 0.1	8.2 ± 0.2	8.0 ± 0.3	
	- S	30	47.4 ± 0.8		27.0 ± 1.5	0.9 ± 0.3	3.8 ± 1.0		2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.2	4.3 ± 0.2	8.1 ± 0.3	8.1 ± 0.3	
	- S	50	47.9 ± 0.6		25.8 ± 1.5	1.3 ± 0.4	3.2 ± 0.8		2.3 ± 0.1	1.7 ± 0.2	4.0 ± 0.2	8.8 ± 0.5	8.8 ± 0.4	
A. Pearl	+ S	10	45.8 ± 1.6		25.9 ± 2.0	10.4 ± 0.7	5.4 ± 0.3		2.3 ± 0.2	1.2 ± 0.3	3.5 ± 0.2			
	+ S	30	47.7 ± 1.3		24.0 ± 2.5	9.0 ± 1.0	5.2 ± 0.3		2.3 ± 0.2	1.3 ± 0.2	3.6 ± 0.2			
	+ S	50	52.4 ± 1.1		26.4 ± 2.3	7.8 ± 0.4	5.4 ± 0.2		2.7 ± 0.2	2.4 ± 0.3	5.1 ± 0.3			
	- S	10	45.7 ± 1.2		17.7 ± 1.5	9.2 ± 0.5	5.1 ± 0.3		2.3 ± 0.2	2.0 ± 0.3	4.3 ± 0.2			
	- S	30	46.6 ± 1.5		31.7 ± 2.2	5.1 ± 1.0	5.3 ± 0.8		2.4 ± 0.2	1.2 ± 0.2	3.6 ± 0.3			
	- S	50	48.1 ± 1.0		30.4 ± 3.1	6.8 ± 1.0	5.5 ± 0.3		2.0 ± 0.2	1.4 ± 0.3	3.4 ± 0.2			
A. Salm	+ S	10	50.7 ± 0.7		22.8 ± 2.2	9.2 ± 1.0	5.5 ± 0.3		2.3 ± 0.2	1.6 ± 0.2	3.9 ± 0.1			
	+ S	30	50.5 ± 1.7		23.1 ± 2.7	9.9 ± 0.6	5.3 ± 0.3		2.3 ± 0.2	1.5 ± 0.2	3.8 ± 0.1			
	+ S	50	46.0 ± 1.1		26.6 ± 2.2	6.5 ± 0.6	4.9 ± 0.1		2.2 ± 0.1	1.2 ± 0.1	3.4 ± 0.2			
	- S	10	47.7 ± 1.0		19.9 ± 1.4	10.1 ± 0.5	4.4 ± 0.2		2.1 ± 0.1	1.4 ± 0.2	3.5 ± 0.2			
	- S	30	43.5 ± 1.2		25.3 ± 2.2	8.3 ± 1.1	4.9 ± 0.4		2.3 ± 0.2	1.5 ± 0.2	3.8 ± 0.2			
	- S	50	47.8 ± 0.8		19.2 ± 1.0	6.8 ± 0.7	5.3 ± 0.2		2.2 ± 0.1	1.4 ± 0.2	3.6 ± 0.2			
Volcano	+ S	10	43.3 ± 1.7		22.1 ± 2.4	5.3 ± 0.9	5.5 ± 0.3		2.7 ± 0.3	1.9 ± 0.3	4.6 ± 0.2			
	+ S	30	41.9 ± 1.1		19.9 ± 1.0	5.9 ± 1.6	2.5 ± 0.7		2.3 ± 0.3	2.5 ± 0.4	4.8 ± 0.2			
	+ S	50	44.4 ± 1.3		26.2 ± 2.6	5.5 ± 0.5	6.0 ± 0.3		2.2 ± 0.1	3.0 ± 0.4	5.2 ± 0.4			
	- S	10	41.8 ± 1.4		22.4 ± 1.1	3.5 ± 1.0	4.3 ± 0.7		2.1 ± 0.2	2.2 ± 0.2	4.3 ± 0.2			
	- S	30	42.4 ± 1.1		24.8 ± 1.4	1.5 ± 0.4	4.2 ± 0.9		2.1 ± 0.2	2.1 ± 0.2	4.2 ± 0.2			
	- S	50	42.7 ± 1.2		21.1 ± 1.2	4.6 ± 1.0	5.1 ± 0.7		2.4 ± 0.2	1.8 ± 0.2	4.2 ± 0.1			

Tabel 20

Gemeten bladoppervlakte per 4 bladeren en vers- en drooggewichten per plantonderdeel en totaal bij de eindmeting in week 10-2016 van 4 Hibiscus cultivars geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 10, 30 of 50% blauw licht.

	Schemering	% blauw	bladopp. 4 bladeren	Versgew. blad	Versgew. Steel	Versgew. totaal	Drooggew. blad	Drooggew. steel	Drooggew. totaal	% droge stof blad	% droge stof steel
Xanthe	+ S	10	246 ± 7	48.5 ± 1.6	18.7 ± 0.7	67.2 ± 2.2	7.7 ± 0.2	3.1 ± 0.1	10.8 ± 0.3	16.0 ± 0.1	16.7 ± 0.3
	+ S	30	232 ± 6	46.4 ± 1.1	18.1 ± 0.6	64.5 ± 1.7	7.3 ± 0.2	2.8 ± 0.1	10.1 ± 0.3	15.8 ± 0.2	15.4 ± 0.2
	+ S	50	217 ± 10	48.3 ± 1.1	18.8 ± 0.6	67.1 ± 1.7	7.6 ± 0.2	3.0 ± 0.1	10.6 ± 0.3	15.8 ± 0.1	16.0 ± 0.2
	- S	10	206 ± 8	39.5 ± 0.8	15.7 ± 0.4	55.3 ± 1.1	6.4 ± 0.2	2.5 ± 0.1	8.9 ± 0.2	16.2 ± 0.2	15.7 ± 0.3
	- S	30	216 ± 8	42.2 ± 0.9	16.0 ± 0.4	58.2 ± 1.2	6.8 ± 0.2	2.6 ± 0.1	9.3 ± 0.3	16.0 ± 0.2	16.0 ± 0.3
	- S	50	223 ± 7	42.2 ± 1.2	16.8 ± 0.5	59.0 ± 1.6	6.6 ± 0.2	2.6 ± 0.1	9.1 ± 0.3	15.6 ± 0.2	15.1 ± 0.3
A. Pearl	+ S	10	187 ± 7	35.6 ± 1.3	18.5 ± 0.4	54.0 ± 1.5	6.7 ± 0.2	3.3 ± 0.1	9.9 ± 0.2	18.8 ± 0.4	17.8 ± 0.6
	+ S	30	181 ± 8	38.4 ± 1.7	19.2 ± 0.6	57.7 ± 2.2	6.6 ± 0.3	3.0 ± 0.1	9.7 ± 0.4	17.3 ± 0.3	15.8 ± 0.4
	+ S	50	139 ± 8	38.0 ± 0.7	20.5 ± 0.4	58.6 ± 1.0	6.2 ± 0.1	3.5 ± 0.1	9.7 ± 0.2	16.3 ± 0.2	17.2 ± 0.3
	- S	10	170 ± 7	37.2 ± 1.3	17.7 ± 0.5	54.9 ± 1.7	6.7 ± 0.3	3.0 ± 0.2	9.7 ± 0.5	17.9 ± 0.5	17.1 ± 0.5
	- S	30	166 ± 8	38.0 ± 1.1	17.9 ± 0.5	55.9 ± 1.6	6.6 ± 0.2	3.1 ± 0.1	9.6 ± 0.3	17.2 ± 0.2	17.1 ± 0.3
	- S	50	191 ± 6	38.2 ± 1.2	19.6 ± 0.8	57.7 ± 1.9	6.5 ± 0.3	3.1 ± 0.2	9.6 ± 0.4	17.0 ± 0.3	15.9 ± 0.4
A. Salm	+ S	10	217 ± 9	39.8 ± 1.3	20.2 ± 0.5	60.0 ± 1.8	7.2 ± 0.3	3.3 ± 0.1	10.5 ± 0.4	18.1 ± 0.3	16.4 ± 0.5
	+ S	30	160 ± 5	38.5 ± 1.3	20.2 ± 0.9	58.6 ± 2.1	6.8 ± 0.3	3.3 ± 0.2	10.1 ± 0.5	17.7 ± 0.2	16.2 ± 0.3
	+ S	50	171 ± 6	36.8 ± 1.2	17.4 ± 0.7	54.2 ± 1.7	5.9 ± 0.2	2.5 ± 0.1	8.4 ± 0.4	16.0 ± 0.3	14.5 ± 0.3
	- S	10	172 ± 10	35.6 ± 1.2	17.5 ± 0.4	53.1 ± 1.4	6.4 ± 0.2	2.8 ± 0.1	9.2 ± 0.2	18.0 ± 0.2	16.2 ± 0.2
	- S	30	177 ± 6	36.3 ± 1.1	16.9 ± 0.3	53.3 ± 1.4	6.4 ± 0.2	2.9 ± 0.1	9.3 ± 0.3	17.7 ± 0.3	17.0 ± 0.4
	- S	50	184 ± 12	37.3 ± 1.3	18.1 ± 0.6	55.4 ± 1.7	6.3 ± 0.2	2.8 ± 0.1	9.1 ± 0.3	17.0 ± 0.2	15.4 ± 0.3
Volcano	+ S	10	182 ± 6	35.2 ± 1.2	15.4 ± 0.4	50.6 ± 1.4	6.8 ± 0.3	2.9 ± 0.1	9.7 ± 0.4	19.4 ± 0.5	18.6 ± 0.3
	+ S	30	182 ± 5	35.1 ± 1.0	14.8 ± 0.3	49.9 ± 1.1	6.2 ± 0.2	2.6 ± 0.1	8.9 ± 0.3	17.7 ± 0.3	17.8 ± 0.3
	+ S	50	165 ± 6	41.0 ± 1.3	18.0 ± 0.5	58.9 ± 1.5	7.5 ± 0.2	3.2 ± 0.1	10.7 ± 0.3	18.3 ± 0.3	18.0 ± 0.4
	- S	10	187 ± 9	32.9 ± 1.0	14.2 ± 0.6	47.1 ± 1.5	6.2 ± 0.3	2.6 ± 0.2	8.8 ± 0.5	18.9 ± 0.5	18.0 ± 0.5
	- S	30	170 ± 6	34.7 ± 1.3	14.2 ± 0.6	49.0 ± 1.8	6.4 ± 0.3	2.6 ± 0.1	8.9 ± 0.5	18.3 ± 0.3	17.9 ± 0.5
	- S	50	178 ± 4	34.5 ± 0.9	14.6 ± 0.5	49.2 ± 1.3	6.1 ± 0.2	2.6 ± 0.1	8.8 ± 0.3	17.7 ± 0.4	18.0 ± 0.2

# Bijlage 3 Data proef 2

Tabel 21

Gemeten kenmerken bij de eindmeting 4-1-2017 (week 1) van Fuchsia 'Beacon' geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=15). In het onderste deel van de Tabel de hoofdefecten van schemering (n=45) en blauw licht (n=30). Lengte is inclusief pothoogte van 7.3 cm. Planten zijn vrij lang geworden doordat het gewas niet in bloei kwam en gewacht is met de eindwaarnemingen totdat het gewas in bloei gekomen was.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte (cm)	aantal zij-scheuten	Oksel eerste bloem	aantal internodiën hoofdscheut	Aantal bloemen dicht	Aantal bloemen open	Aantal bloemen totaal	Versgew. bloem + blad (g)	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
+ S	30	56.8±1.2	5.3±0.3	9.2±0.6	16.5±0.3	31.7±3.9	7.8±1.8	39.5±5.0	113±6	13.7±0.7	216± 8
+ S	45	56.2±1.1	4.9±0.3	12.6±0.4	16.0±0.3	20.6±2.6	1.9±0.4	22.4±2.8	95±3	12.8±0.5	209± 7
+ S	60	57.4±1.1	4.9±0.3	13.3±0.5	16.0±0.2	7.7±2.0	1.1±0.4	8.8±2.3	87±4	10.7±0.6	240±13
- S	30	56.9±1.0	4.8±0.2	9.4±0.8	16.7±0.3	30.0±3.5	5.4±0.8	35.4±3.6	110±3	13.7±0.5	238±10
- S	45	63.1±0.8	5.0±0.2	10.2±0.9	16.9±0.3	22.6±2.8	2.3±0.7	24.9±3.2	106±3	13.7±0.6	220±11
- S	60	61.9±1.3	4.8±0.3	11.5±0.6	16.6±0.3	16.2±3.1	2.5±0.7	18.6±3.7	95±4	11.8±0.6	241±13
Gem	+S	56.8 a	5.0 a	11.7	16.1 a	20.0 a	3.6 a	23.6 a	98 a	12.4 a	221
Gem	- S	60.6 a	4.8 a	10.3	16.7 a	22.9 a	3.4 a	26.3 a	104 a	13.1 a	233
Gem	30	56.8 a	5.0 a	9.3	16.6 a	30.9 c	6.6 a	37.4 c	111 a	13.7 b	227
Gem	45	59.6 a	5.0 a	11.4	16.4 a	21.6 b	2.1 a	23.7 b	101 a	13.2 b	215
Gem	60	59.6 a	4.8 a	12.4	16.3 a	11.9 a	1.8 a	13.7 a	91 a	11.2 a	240

Tabel 22

Gemeten kenmerken bij de eindmeting 1-11-2016 (week 44) van Fuchsia 'Tom Thumb' geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=15). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=45) en blauw licht (n=30). Lengte is inclusief pothoogte van 7.3 cm.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte (cm)	aantal zij-scheuten	Oksel eerste bloem	aantal internodiën	Aantal bloemen dicht	Aantal bloemen open	Aantal bloemen totaal	Versgew. bloem + blad (g)	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
+ S	30	15.9±0.4	6.7±0.4	3.5±0.1	5.2±0.2	20.8±1.9	3.3±0.6	24.1±1.6	14.5±0.5	1.6±0.1	47.1±1.3
+ S	45	16.4±0.5	7.4±0.3	3.3±0.1	5.5±0.2	23.9±1.9	3.5±0.8	27.5±1.7	15.5±0.5	1.5±0.1	44.2±1.8
+ S	60	18.0±0.7	7.1±0.4	3.7±0.1	6.1±0.2	18.7±1.9	2.5±0.8	21.1±1.8	14.4±0.7	1.5±0.1	49.4±2.0
- S	30	16.6±0.5	6.1±0.3	3.2±0.1	5.4±0.3	18.8±1.5	1.3±0.6	20.1±1.4	11.5±0.4	1.2±0.1	47.3±1.9
- S	45	15.8±0.4	7.1±0.4	3.7±0.2	5.0±0.3	17.7±1.7	4.9±0.8	22.6±1.3	13.7±0.6	1.4±0.1	41.7±2.4
- S	60	17.1±0.5	6.3±0.4	3.8±0.2	6.0±0.2	14.5±1.3	2.6±0.7	17.1±1.5	12.6±0.5	1.3±0.1	48.5±1.3
Gem	+S	16.8	7.1	3.5	5.6	21.1	3.1	24.2	14.8	1.5	46.9
Gem	-S	16.5	6.5	3.6	5.5	17.0	3.0	20.0	12.6	1.3	45.8
Gem	30	16.3	6.4	3.3	5.3	19.8	2.3	22.1	13.0	1.4	47.2
Gem	45	16.1	7.2	3.5	5.3	20.8	4.2	25.0	14.6	1.5	42.9
Gem	60	17.5	6.7	3.7	6.1	16.6	2.5	19.1	13.5	1.4	49.0

Tabel 23

Gemeten kenmerken bij de eindmeting 22-11-2016 (week 47) van Fuchsia 'Dollar Prinzessin' geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=10). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=30) en blauw licht (n=20). Lengte is inclusief pothoogte van 7.3 cm.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte (cm)	aantal zij-scheuten	Oksel eerste bloem	aantal internodiën	Aantal bloemen dicht	Aantal bloemen open	Aantal bloemen totaal	Versgew. bloem + blad (g)	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
+ S	30	20.5±1.0	7.4±0.7	4.2±0.2	6.4±0.4	29.6±3.0	3.3±0.7	32.9±2.9	36.0±1.9	3.3±0.2	122±5
+ S	45	19.9±1.3	6.4±0.5	5.2±0.4	7.1±0.3	23.3±4.7	0.4±0.3	23.7±4.8	33.4±3.1	3.0±0.3	152±6
+ S	60	20.8±1.2	7.9±0.4	4.6±0.5	7.1±0.2	18.0±2.8	0.4±0.2	18.4±2.7	35.6±2.5	3.2±0.3	138±6
- S	30	18.9±0.8	6.7±0.5	4.6±0.5	6.2±0.3	19.3±1.9	2.0±0.6	21.3±1.8	30.1±2.2	2.8±0.2	123±8
- S	45	19.3±0.7	6.8±0.3	4.6±0.3	7.0±0.1	26.6±2.6	1.6±0.9	28.2±2.2	35.7±0.9	3.1±0.1	128±7
- S	60	20.9±0.9	5.1±0.5	3.5±0.3	6.8±0.2	16.8±3.6	1.1±0.3	17.9±3.8	27.6±2.3	2.3±0.2	136±5
Gem	+S	20.4	7.2	4.7	6.9	23.6	1.4	25.0	35.0	3.2	137
Gem	-S	19.7	6.2	4.2	6.7	20.9	1.6	22.5	31.1	2.8	129
Gem	30	19.7	7.1	4.4	6.3	24.5	2.7	27.1	33.0	3.1	123
Gem	45	19.6	6.6	4.9	7.1	25.0	1.0	26.0	34.5	3.1	140
Gem	60	20.9	6.5	4.1	7.0	17.4	0.8	18.2	31.6	2.7	137

Tabel 24

Gemeten kenmerken bij de eindmeting 3-1-2017 (week 1) van *Fuchsia 'Diva'* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=10). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=30) en blauw licht (n=20). Lengte is inclusief pothoogte van 8 cm.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte (cm)	aantal zij-scheuten	aantal internodiën hoofdscheut	Aantal bloemen dicht	Aantal bloemen open	Aantal bloemen totaal	Versgew. bloem + blad	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
+ S	30	43.5±1.1	5.3±0.3	15.0±0.4	2.7±1.5	3.7±1.0	6.4±2.1	55.1±4.3	7.0±0.4	82.7±8.2
+ S	45	47.5±0.9	5.6±0.3	13.6±0.8	0.2±0.2	0.2±0.1	0.4±0.2	52.8±2.7	7.1±0.4	89.6±3.9
+ S	60	40.8±0.8	4.8±0.2	13.7±0.6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	62.4±3.2	7.9±0.4	95.8±4.2
- S	30	41.1±1.0	5.9±0.3	14.8±0.5	4.1±0.9	4.0±1.1	8.1±1.2	50.2±4.4	6.7±0.7	77.7±6.3
- S	45	45.2±1.5	7.2±0.7	15.0±0.4	0.0±0.0	0.3±0.3	0.3±0.3	70.2±2.6	9.8±0.6	79.7±5.7
- S	60	40.9±1.1	9.4±0.7	15.0±0.4	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	71.0±3.8	8.9±0.5	78.6±4.9
Gem	+S	43.9	5.2	14.1	1.0	1.3	2.3	56.8	7.3	89.4
Gem	-S	42.4	7.5	14.9	1.4	1.4	2.8	63.8	8.5	78.7
Gem	30	42.3	5.6	14.9	3.4	3.9	7.3	52.7	6.8	80.2
Gem	45	46.4	6.4	14.3	0.1	0.3	0.4	61.5	8.5	84.7
Gem	60	40.9	7.1	14.4	0.0	0.0	0.0	66.7	8.4	87.2

Tabel 25

Gemeten kenmerken bij de eindmeting november 2016 van *Pelargonium* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie ( $n=10$ ). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering ( $n=30$ ) en blauw licht ( $n=20$ ). Lengte is inclusief pot van 7,3 cm hoogte. Enkele meetplanten waren rose bloeiend.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte tot			aantal internodiën	aantal bloemen open	Aantal bloemen dicht	aantal bloemen totaal	Versgew. Bloem (g)	Vers-gew. lad (g)	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
		hoogste groene blad (cm)	hoofd-scheut	groene blad (cm)								
+ S	30	22.3±0.4	8.5±0.3	8.5±0.3	1.0±0.0	1.5±0.3	1.5±0.3	2.5±0.3	5.6±0.6	41.3±1.9	3.8±0.2	534±20
+ S	45	22.5±0.5	8.7±0.3	8.7±0.3	0.7±0.2	1.3±0.2	1.3±0.2	2.0±0.1	4.8±1.2	35.4±1.5	3.2±0.2	479±12
+ S	60	22.1±0.3	8.4±0.3	8.4±0.3	0.2±0.1	1.8±0.2	1.8±0.2	2.0±0.1	3.8±0.8	34.5±2.6	3.2±0.3	465±19
- S	30	22.5±0.6	8.1±0.2	8.1±0.2	0.5±0.2	1.7±0.3	1.7±0.3	2.2±0.1	4.4±0.8	34.9±2.4	3.1±0.3	500±13
- S	45	23.0±0.9	8.1±0.3	8.1±0.3	1.1±0.1	1.1±0.2	1.1±0.2	2.2±0.1	5.1±0.6	38.7±1.6	3.5±0.2	539±14
- S	60	22.7±0.5	8.7±0.2	8.7±0.2	0.7±0.2	1.7±0.3	1.7±0.3	2.4±0.2	5.0±0.6	37.7±0.8	3.6±0.1	484±21
Gem	+S	22.3	8.5	8.5	0.6	1.5	1.5	2.2	4.8	37.1	3.4	493
Gem	- S	22.7	8.3	8.3	0.8	1.5	1.5	2.3	4.8	37.1	3.4	508
Gem	30	22.4	8.3	8.3	0.8	1.6	1.6	2.4	5.0	38.1	3.4	517
Gem	45	22.7	8.4	8.4	0.9	1.2	1.2	2.1	5.0	37.1	3.3	509
Gem	60	22.4	8.6	8.6	0.5	1.8	1.8	2.2	4.4	36.1	3.4	475

Tabel 26

Gemeten kenmerken bij de eindmeting 2-11-2016 (week 44) van *Petunia* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=15). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=45) en blauw licht (n=30). Lengte is inclusief pothoogte van 7,5 cm.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte incl. pot (cm)	aantal zij-scheuten	aantal bloemen open	Aantal bloemen dicht	aantal bloemen totaal	Versgew. blad (g)	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
+ S	30	18.9±0.3	10.7±0.5	1.5±0.1	0.2±0.1	1.7±0.2	39.4±0.7	2.3±0.1	177.9±2.7
+ S	45	19.0±0.2	10.8±0.4	1.3±0.1	0.3±0.1	1.5±0.2	40.0±0.8	2.2±0.1	176.3±2.6
+ S	60	18.6±0.3	10.7±0.4	0.9±0.2	0.3±0.1	1.2±0.2	34.7±0.7	1.9±0.1	165.6±4.0
- S	30	19.7±0.3	10.4±0.5	1.4±0.1	0.0±0.0	1.4±0.1	41.0±0.7	2.4±0.1	175.3±3.8
- S	45	20.0±0.4	12.3±0.5	1.1±0.2	0.1±0.1	1.2±0.2	37.1±0.9	1.9±0.1	169.4±4.3
- S	60	20.0±0.4	11.7±0.4	1.2±0.1	0.1±0.1	1.3±0.1	35.5±0.7	1.9±0.1	165.1±2.5
Gem	+S	18.8	10.7	1.2	0.2	1.5	38.0	2.1	173.3
Gem	- S	19.9	11.5	1.2	0.1	1.3	37.9	2.1	169.9
Gem	30	19.3	10.5	1.4	0.1	1.5	40.2	2.3	176.6
Gem	45	19.5	11.5	1.2	0.2	1.4	38.5	2.1	172.9
Gem	60	19.3	11.2	1.1	0.2	1.2	35.1	1.9	165.4

Tabel 27

Gemeten kenmerken bij de eindmeting 27-10-2016 (week ) van *Viool* geteeld met (+S) en zonder natuurlijke schemering (-S) onder 30, 45 of 60% blauw licht in proef 2. In het bovenste deel van de Tabel de gemiddelden en standaardfout per behandelingscombinatie (n=20). In het onderste deel van de Tabel de hoofdeffecten van schemering (n=60) en blauw licht (n=40). Lengte is inclusief pothoogte van 8.2 cm.

Natuurlijke Schemering	% blauw	Lengte (cm)	aantal zij-scheuten	aantal internodiën hoofdscheut	aantal bloemen	Versgew. Bloem (g)	Versgew. blad (g)	Drooggew. blad (g)	Bladopp. 10 bladeren (cm <sup>2</sup> )
+ S	30	14.7±0.2	9.6±0.3	6.7±0.2	6.5±0.2	1.09±0.05	11.5±0.3	1.18±0.04	68.7±1.4
+ S	45	15.1±0.3	8.6±0.4	7.0±0.2	5.4±0.3	0.92±0.05	10.8±0.3	1.07±0.03	69.7±1.2
+ S	60	14.5±0.3	9.4±0.3	7.4±0.2	5.2±0.3	0.93±0.05	10.3±0.2	1.00±0.03	70.7±1.8
- S	30	15.7±0.3	10.1±0.3	7.7±0.2	5.8±0.2	1.00±0.04	11.1±0.2	1.04±0.06	73.0±1.2
- S	45	14.7±0.2	8.4±0.3	7.4±0.2	5.0±0.3	0.90±0.05	10.2±0.2	0.96±0.03	72.8±1.2
- S	60	15.0±0.2	9.5±0.3	8.0±0.2	5.2±0.3	0.90±0.05	10.5±0.1	1.01±0.03	73.1±1.6
Gem	+S	14.7	9.2	7.0	5.7	1.0	10.9	1.08	69.7
Gem	- S	15.1	9.3	7.7	5.3	0.9	10.6	1.00	72.9
Gem	30	15.2	9.8	7.2	6.1	1.0	11.3	1.11	70.9
Gem	45	14.9	8.5	7.2	5.2	0.9	10.5	1.01	71.3
Gem	60	14.7	9.4	7.7	5.2	0.9	10.4	1.00	71.9



# Bijlage 4 Data proef 3

Tabel 28

Gemeten kenmerken *Fuchsia x hybrida* 'Beacon' in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw licht. Gemiddelden per behandeling met standaardfout en gemiddelden voor de hoofdeffecten (*n*=15 in 2 herhalingen).

Schemering	% blauw	Plant- hoogte (cm) excl. pot	lengte langste scheut (cm)	Aantal zij- scheuten	Bladopp.		Aantal inter-nodiën langste scheut	Vers- gewicht (g)	Droog- gewicht (g)	Aantal bloemen open	Aantal bloem- knoppen dicht	Totaal bloemen en knoppen
					langste scheut (cm <sup>2</sup> )	Bladopp. volgroeid blad (cm <sup>2</sup> )						
+ S	30	30.0 ± 0.7	31.8 ± 0.8	4.8 ± 0.2	324 ± 21	24.4 ± 0.8	10.5 ± 0.2	61.2 ± 1.6	5.7 ± 0.2	0.9 ± 0.2	2.1 ± 0.7	3.0 ± 0.8
+ S	45	28.1 ± 0.5	32.8 ± 0.7	6.0 ± 0.2	293 ± 16	24.8 ± 0.7	10.7 ± 0.2	62.6 ± 1.3	6.3 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.2
+ S	60	24.5 ± 0.6	29.3 ± 0.6	6.5 ± 0.2	250 ± 16	22.1 ± 0.8	10.0 ± 0.3	55.5 ± 1.1	5.7 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.2	0.5 ± 0.2
- S	30	29.5 ± 0.6	32.3 ± 0.6	5.7 ± 0.2	305 ± 18	22.8 ± 0.8	10.6 ± 0.2	72.4 ± 1.4	6.9 ± 0.2	2.5 ± 0.5	3.1 ± 0.7	5.6 ± 1.1
- S	45	27.4 ± 0.7	31.3 ± 0.6	6.2 ± 0.2	284 ± 21	22.9 ± 0.8	10.3 ± 0.2	65.2 ± 1.3	6.3 ± 0.1	0.5 ± 0.2	1.2 ± 0.6	1.7 ± 0.8
- S	60	25.9 ± 1.0	29.2 ± 0.8	6.3 ± 0.3	268 ± 17	20.7 ± 0.7	10.2 ± 0.2	60.1 ± 1.3	5.7 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.3	0.5 ± 0.4
Gem	+ S	27.5 a*	31.3 a	5.8 a	289 a	23.8 a	10.4 a	59.8 a	5.9 a	0.400 b	0.9 a	1.3 a
Gem	- S	27.6 a	30.9 a	6.1 a	286 a	22.1 a	10.4 a	65.9 a	6.3 a	1.041 a	1.6 a	2.6 a
Gem	30	29.7 a	32.1 a	5.3 a	315 a	23.6 a	10.5 a	66.8 a	6.3 a	1.7 a	2.6 a*	4.3 a
Gem	45	27.7 a	32.1 a	6.1 a	288 a	23.8 a	10.5 a	63.9 a	6.3 a	0.3 b	0.7 b	1.0 b
Gem	60	25.2 a	29.2 a	6.4 a	259 a	21.4 a	10.1 a	57.8 a	5.7 a	0.1 b	0.4 b	0.5 b

\* Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. De resultaten zijn getoetst met een variantieanalyse. In de meeste gevallen was er geen betrouwbare interactie tussen percentage blauw licht en het wegnemen van de schemering. Alleen bij het aantal open bloemen was er sprake van een betrouwbare interactie. Het aantal bloemen was bij 30% blauw zonder schemering (vetgedrukt) hoger dan bij andere behandelingen.

Tabel 29.

Gemeten kenmerken *Fuchsia x hybrida Diva red & white* in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw lamplicht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling ( $n=15$ ) en gemiddelden voor de hoofdeffecten.

Schemering	% blauw	Plant-hoogte excl. pot	Lengte langste scheut	Aantal zij- scheuten	Bladopp. langste scheut (cm <sup>2</sup> )	aantal inter-nodiën langste scheut	Vers-gewicht (g)	Droog- gewicht (g)	Aantal bloemen open	Aantal bloem- knoppen dicht	Totaal bloemen+ knoppen
+ S	30	28.3 ± 0.6	30.0 ± 0.6	7.0 ± 0.3	171 ± 16	10.9 ± 0.2	44.9 ± 1.4	4.5 ± 0.2	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.2	0.3 ± 0.2
+ S	45	28.1 ± 0.6	29.9 ± 0.4	6.0 ± 0.3	212 ± 16	10.2 ± 0.2	46.9 ± 1.4	4.4 ± 0.2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
+ S	60	23.5 ± 0.6	24.6 ± 0.5	6.1 ± 0.3	160 ± 14	10.3 ± 0.2	42.2 ± 0.9	4.2 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
- S	30	30.6 ± 0.7	32.3 ± 0.7	6.9 ± 0.4	240 ± 27	11.5 ± 0.2	51.1 ± 1.3	5.0 ± 0.2	0.5 ± 0.4	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.4
- S	45	29.4 ± 0.5	30.4 ± 0.5	6.5 ± 0.2	196 ± 19	11.2 ± 0.2	50.5 ± 0.9	4.9 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1
- S	60	28.6 ± 0.4	30.0 ± 0.6	6.4 ± 0.3	214 ± 19	10.3 ± 0.1	52.1 ± 1.2	4.5 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1
Gem	+ S	26.6 a*	28.2 a	6.4 a	181 a	10.5 a	44.7 a	4.37 a*	0.0 a	0.1 a	0.1 a
Gem	- S	29.5 a	30.9 a	6.6 a	217 a	11.0 a	51.2 a	4.78 b	0.2 a	0.0 a	0.2 b
Gem	30	29.5 a	31.2 a	6.9 a	206 a	11.2 a	48.0 a	4.7 a	0.2 a	0.2 a	0.4 b
Gem	45	28.7 a	30.2 a	6.3 a	204 a	10.7 a	48.7 a	4.7 a	0.1 a	0.0 a	0.1 a
Gem	60	26.1 a	27.3 a	6.2 a	187 a	10.3 a	47.1 a	4.4 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a

Tabel 30

Gemeten kenmerken *Fuchsia x hybrida Dollar Prinzessin* in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw lamplicht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling ( $n=15$ ) en gemiddelden voor de hoofdeffecten.

Schemering	% blauw	Plant-hoogte excl. pot	Plant-hoogte langste scheut	lengte langste scheut	Aantal zij- scheuten	Bladopp. langste scheut (cm <sup>2</sup> )	Aantal inter-nodiën langste scheut	Vers-gewicht (g)	Droog- gewicht (g)	Aantal bloemen open	Aantal bloem- knoppen dicht	Totaal bloemen+ knoppen
+ S	30	10.1 ± 0.4	22.3 ± 1.8	22.3 ± 1.8	7.6 ± 0.4	104 ± 8	6.3 ± 0.2	36.6 ± 1.4	3.3 ± 0.1	7.7 ± 0.7	11.7 ± 1.8	19.4 ± 1.8
+ S	45	13.7 ± 1.0	29.2 ± 1.0	29.2 ± 1.0	8.7 ± 0.4	122 ± 11	6.7 ± 0.2	47.2 ± 1.3	4.4 ± 0.2	4.1 ± 0.7	27.9 ± 3.6	32.1 ± 3.4
+ S	60	15.2 ± 0.8	26.9 ± 0.9	26.9 ± 0.9	9.0 ± 0.4	136 ± 13	6.9 ± 0.2	44.7 ± 1.3	4.1 ± 0.2	3.9 ± 0.9	23.1 ± 2.7	27.0 ± 2.4
- S	30	12.6 ± 0.9	27.0 ± 0.9	27.0 ± 0.9	8.0 ± 0.3	136 ± 13	6.7 ± 0.2	50.4 ± 2.1	4.3 ± 0.2	6.8 ± 1.2	24.9 ± 3.2	31.7 ± 2.8
- S	45	13.9 ± 0.9	28.8 ± 0.9	28.8 ± 0.9	9.0 ± 0.4	140 ± 13	7.0 ± 0.2	51.1 ± 1.9	4.5 ± 0.2	4.4 ± 0.7	26.9 ± 3.5	31.3 ± 3.2
- S	60	13.7 ± 0.7	24.8 ± 0.9	24.8 ± 0.9	9.1 ± 0.4	130 ± 8	6.2 ± 0.2	47.8 ± 2.3	4.3 ± 0.2	7.4 ± 1.5	22.7 ± 3.7	30.1 ± 3.2
Gem	+ S	13.0 a*	26.1 a	26.1 a	8.4 a	120 a	6.6 a	42.8 a	4.0 a	5.2 a	20.9 a	26.2 a
Gem	- S	13.4 a	26.9 a	26.9 a	8.7 a	135 a	6.6 a	49.8 a	4.4 a	6.2 a	24.8 a	31.0 a
Gem	30	11.4 a	24.7 a	24.7 a	7.8 a*	120 a	6.5 a	43.5 a	3.8 a	7.2 a	18.3 a	25.5 a
Gem	45	13.8 a	29.0 a	29.0 a	8.8 b	131 a	6.8 a	49.2 a	4.4 a	4.3 a	27.4 a	31.7 a
Gem	60	14.4 a	25.9 a	25.9 a	9.0 b	133 a	6.6 a	46.2 a	4.2 a	5.7 a	22.9 a	28.5 a

\* Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij de hoofdeffecten waar sprake is van een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen zijn de getallen vetgedrukt weer gegeven. De hoofdeffecten zijn getoetst met een variantieanalyse, de interactie kon niet met een variantieanalyse worden getoetst omdat de behandelingen in enkelvoud lagen.

Tabel 31

Gemeten kenmerken *Fuchsia x hybrida Tom thumb* in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw lamplicht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling (*n*=15) en gemiddelden voor de hoofdeffecten.

Schemering	% blauw	Plant-hoogte		lengte langste scheut	Aantal zij- scheuten	Bladopp. langste scheut (cm <sup>2</sup> )	Aantal inter-nodien langste scheut		Vers-gewicht (g)	Droog- gewicht (g)	Aantal bloemen open	Aantal bloem- knoppen dicht	Totaal bloemen+ knoppen
		excl. pot	langste scheut										
+ S	30	12.7 ± 0.9	18.9 ± 0.9	7.7 ± 0.3	112 ± 13	7.4 ± 0.2	27.6 ± 1.3	3.2 ± 0.2	2.9 ± 0.7	21.4 ± 2.9	24.3 ± 2.9		
+ S	45	14.5 ± 0.7	22.6 ± 0.7	7.1 ± 0.6	144 ± 11	7.9 ± 0.2	37.2 ± 2.0	3.9 ± 0.2	3.6 ± 0.9	25.6 ± 2.5	29.2 ± 2.8		
+ S	60	12.6 ± 0.9	20.1 ± 0.5	7.3 ± 0.3	136 ± 13	7.5 ± 0.3	30.1 ± 1.1	3.4 ± 0.2	3.6 ± 0.8	17.4 ± 1.9	21.0 ± 2.0		
- S	30	14.7 ± 1.0	22.7 ± 0.5	8.5 ± 0.3	161 ± 12	7.5 ± 0.2	40.8 ± 1.3	4.0 ± 0.2	3.3 ± 0.7	30.2 ± 2.6	33.5 ± 2.7		
- S	45	13.6 ± 0.6	22.5 ± 0.8	9.2 ± 0.5	116 ± 13	7.0 ± 0.2	39.0 ± 1.1	4.0 ± 0.2	3.1 ± 1.0	27.0 ± 1.9	30.1 ± 1.7		
- S	60	15.2 ± 0.9	21.2 ± 0.4	8.9 ± 0.5	118 ± 9	7.1 ± 0.2	34.9 ± 1.5	3.5 ± 0.2	2.7 ± 0.6	20.3 ± 1.9	22.9 ± 1.8		
Gem	+ S	13.3 a*	20.5 a	7.4 a	131 a	7.6 a	31.7 a	3.5 a	3.4 a	21.5 a	24.8 a		
Gem	- S	14.5 a	22.1 a	8.8 a	132 a	7.2 a	38.2 a	3.9 a	3.0 a	25.8 a	28.8 a		
Gem	30	13.7 a	20.8 a	8.1 a	137 a	7.5 a	34.2 a	3.6 a	3.1 a	25.8 a	28.9 a		
Gem	45	14.1 a	22.5 a	8.2 a	130 a	7.4 a	38.1 a	3.9 a	3.3 a	26.3 a	29.6 a		
Gem	60	13.9 a	20.6 a	8.1 a	127 a	7.3 a	32.5 a	3.5 a	3.1 a	18.8 a	22.0 a		

\* Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij de hoofdeffecten waar sprake is van een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen zijn de getallen vetgedrukt weer gegeven. De hoofdeffecten zijn getoetst met een variantieanalyse, de interactie kon niet met een variantieanalyse worden getoetst omdat de behandelingen in enkelvoud lagen.

Tabel 32

Gemeten kenmerken-1 *Pelargonium zonale Toscana*® DC Bernd in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw lamplicht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling ( $n=15$ ) en gemiddelden voor de hoofdeffecten.

Schemering	% blauw	Plant-hoogte (cm)		lengte		lengte		Totaal		Aantal zij-scheuten	Blad-grootte (cm <sup>2</sup> )	Breedste		plant-diameter loodrecht (cm)	gemiddelde diameter (cm)
		excl. pot		bloem-steel	langste	hoofd-scheut (cm)	langste	bladsteel	bladopp. / plant (cm <sup>2</sup> )			plant-diameter (cm)			
+ S	30	15.2 ± 0.7	15.1 ± 0.7	12.4 ± 0.3	6.1 ± 0.3	590 ± 32	0.4 ± 0.1	26.5 ± 0.7	20.7 ± 0.4	19.8 ± 0.5	20.3 ± 0.3				
+ S	45	16.7 ± 0.7	16.7 ± 0.6	12.6 ± 0.5	6.0 ± 0.3	577 ± 16	0.4 ± 0.1	28.8 ± 0.7	21.5 ± 0.3	20.1 ± 0.3	20.8 ± 0.2				
+ S	60	16.6 ± 0.6	15.7 ± 0.5	13.2 ± 0.4	6.0 ± 0.1	540 ± 16	0.2 ± 0.1	28.2 ± 0.7	21.5 ± 0.3	20.0 ± 0.4	20.8 ± 0.3				
- S	30	15.5 ± 0.7	14.3 ± 0.6	11.3 ± 0.3	5.7 ± 0.2	604 ± 24	0.5 ± 0.2	27.7 ± 0.8	22.4 ± 0.5	19.7 ± 0.5	21.1 ± 0.4				
- S	45	14.9 ± 0.4	14.8 ± 0.5	11.1 ± 0.3	5.6 ± 0.2	568 ± 16	0.4 ± 0.1	28.3 ± 0.7	20.6 ± 0.4	19.5 ± 0.4	20.0 ± 0.2				
- S	60	14.1 ± 0.7	14.0 ± 0.6	10.8 ± 0.3	5.4 ± 0.2	529 ± 20	0.5 ± 0.1	25.6 ± 0.9	20.7 ± 0.5	19.2 ± 0.5	19.9 ± 0.3				
Gem	+S	16.2 a*	15.8 a*	12.7 a	6.0 a	569 a	0.3 a	27.8 a	21.2 a	20.0 a	20.6 a				
Gem	- S	14.8 a	14.4 b	11.1 b	5.6 b	567 a	0.4 a	27.2 a	21.2 a	19.4 a	20.3 a				
Gem	30	15.4 a	14.7 a	11.8 a	5.9 a	597 a	0.4 a	27.1 a	21.5 a	19.8 a	20.7 a				
Gem	45	15.8 a	15.7 a	11.8 a	5.8 a	572 b	0.4 a	28.5 a	21.0 a	19.8 a	20.4 a				
Gem	60	15.3 a	14.8 a	12.0 a	5.7 a	534 b	0.3 a	26.9 a	21.1 a	19.6 a	20.3 a				

Tabel 33

Gemeten kenmerken-2 *Pelargonium zonale* Toscana® DC Bernd in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw lamplicht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling (n=15) en gemiddelden voor de hoofdeffecten. Bij en net na het oppoten zijn al aanwezig bloemknoppen verwijderd.

	Schemering	% blauw	Aantal inter-nodiën	aantal bladeren	Aantal bloemknoppen*	Totaal			Vers-gewicht		Droog-gewicht totaal (g)
						Aantal open bloemen	bloemen en knoppen	Vers-gewicht bloem (g)	Vers-gewicht blad (g)	Vers-gewicht totaal (g)	
	+ S	30	9.5 ± 0.3	22.2 ± 0.9	0.7 ± 0.2	1.5 ± 0.2	2.2 ± 0.1	9.8 ± 0.7	33.7 ± 1.9	43.5 ± 1.7	4.3 ± 0.2
	+ S	45	8.9 ± 0.2	20.3 ± 0.8	1.0 ± 0.1	1.2 ± 0.1	2.2 ± 0.1	9.1 ± 0.7	34.1 ± 1.0	43.2 ± 1.3	4.2 ± 0.1
	+ S	60	9.1 ± 0.2	19.3 ± 0.6	0.9 ± 0.1	1.3 ± 0.1	2.3 ± 0.1	10.1 ± 0.7	31.4 ± 1.2	41.6 ± 1.2	4.1 ± 0.1
	- S	30	8.8 ± 0.2	21.7 ± 0.9	0.5 ± 0.1	1.2 ± 0.2	1.7 ± 0.1	8.3 ± 1.0	33.5 ± 1.5	41.8 ± 1.5	4.1 ± 0.2
	- S	45	8.9 ± 0.2	20.3 ± 0.8	0.8 ± 0.1	1.3 ± 0.1	2.1 ± 0.1	10.7 ± 0.7	31.7 ± 1.1	42.5 ± 1.0	4.2 ± 0.1
	- S	60	9.1 ± 0.2	20.7 ± 0.5	0.7 ± 0.2	1.4 ± 0.2	2.1 ± 0.1	9.2 ± 0.8	30.6 ± 1.2	39.9 ± 1.3	4.0 ± 0.1
	Gem	+S	9.1 a*	20.6 a	0.9 a*	1.3 a	2.2 a	9.7 a	33.1 a	42.7 a	4.2 a
	Gem	- S	9.0 a	20.9 a	0.7 b	1.3 a	2.0 a	9.4 a	32.0 a	41.4 a	4.1 a
	Gem	30	9.1 a	22.0 a	0.6 a	1.3 a	1.9 a	9.1 a	33.6 a	42.7 a	4.2 a
	Gem	45	8.9 a	20.3 a	0.9 b	1.2 a	2.1 a	9.9 a	32.9 a	42.8 a	4.2 a
	Gem	60	9.1 a	20.0 a	0.8 b	1.4 a	2.2 a	9.7 a	31.0 a	40.7 a	4.1 a

\* Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij de hoofdeffecten waar sprake is van een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen zijn de getallen vetgedrukt weer gegeven. De hoofdeffecten zijn getoetst met een variantieanalyse, de interactie kon niet met een variantieanalyse worden getoetst omdat de behandelingen in enkelvoud lagen.

Tabel 34

Gemeten kenmerken *Viola cornuta* Sorbet XP F1 Red in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw licht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling (n=15) en gemiddelden voor de hoofdeffecten. Bij en net na het oppoten zijn al aanwezig bloemknoppen verwijderd.

Scheme- ring	% blauw	Plant- hoogte (cm) excl. pot	Aantal				Totaal aantal	Lengte		Vers- gewicht bloemen (g)	Blad- grootte volgroeid blad (cm <sup>2</sup> )	Vers- gewicht blad + bloem + bloem + blad (g)
			Lengte hoofd- scheut (cm)	inter- nodiën hoofd- scheut	Aantal zij- scheuten	Aantal bloem- knoppen	Aantal bloemen open	langste bloem- steel (cm)	bladsteel langste blad (cm)			
+ S	30	8.0 ± 0.3	5.7 ± 0.5	7.8 ± 0.4	7.9 ± 0.5	2.5 ± 0.5	3.0 ± 0.5	8.8 ± 0.4	4.5 ± 0.2	3.3 ± 0.4	16.9 ± 0.7	27.4 ± 2.0
+ S	45	8.2 ± 0.4	5.5 ± 0.3	7.7 ± 0.2	7.9 ± 0.3	1.4 ± 0.3	3.1 ± 0.3	9.3 ± 0.4	4.5 ± 0.2	3.2 ± 0.2	18.1 ± 0.7	30.0 ± 1.0
+ S	60	7.4 ± 0.3	5.9 ± 0.3	7.7 ± 0.2	8.0 ± 0.3	2.0 ± 0.6	3.4 ± 0.6	8.8 ± 0.3	4.5 ± 0.1	3.1 ± 0.5	16.7 ± 0.6	28.0 ± 1.1
- S	30	7.5 ± 0.3	5.0 ± 0.2	7.1 ± 0.3	7.6 ± 0.3	1.8 ± 0.4	2.4 ± 0.3	8.5 ± 0.4	4.3 ± 0.1	3.0 ± 0.3	16.5 ± 0.9	29.7 ± 1.0
- S	45	7.1 ± 0.3	5.2 ± 0.2	6.9 ± 0.2	7.5 ± 0.4	1.4 ± 0.3	2.3 ± 0.4	7.4 ± 0.4	4.6 ± 0.2	2.9 ± 0.4	17.9 ± 1.0	28.6 ± 1.2
- S	60	8.4 ± 0.3	5.0 ± 0.3	7.3 ± 0.2	7.2 ± 0.3	0.9 ± 0.3	1.2 ± 0.3	8.3 ± 1.0	4.7 ± 0.2	1.3 ± 0.3	18.3 ± 0.6	26.0 ± 0.7
Gem	+S	7.9 a*	5.7 a*	7.7 a	7.9 a	2.0 a	3.2 a	9.0 a	4.5 a	3.2 a	17.2 a	28.5 a
Gem	-S	7.7 a	5.1 b	7.1 b	7.4 b	1.4 a	2.0 a	8.1 a	4.5 a	2.4 a	17.6 a	28.1 a
Gem	30	7.8 a	5.4 a	7.4 a	7.73 a	2.1 a	2.7 a	8.7 a	4.4 a	3.1 a	16.7 a	28.5 a
Gem	45	7.6 a	5.3 a	7.3 a	7.70 a	1.4 a	2.7 a	8.4 a	4.5 a	3.1 a	18.0 a	29.3 a
Gem	60	7.9 a	5.5 a	7.5 a	7.60 a	1.4 a	2.3 a	8.5 a	4.6 a	2.2 a	17.5 a	27.0 a

Tabel 35

Gemeten kenmerken *Petunia x hybrida* Go *Tunia pink* in 3<sup>e</sup> proef geteeld met en zonder natuurlijke schemering en met 30, 45 of 60% blauw lamplicht. Gemiddelden en standaardfout per behandeling (n=15) en gemiddelden voor de hoofdeffecten. Bij en net na het oppoten zijn al aanwezig bloemknoppen verwijderd.

Scheme- ring	% blauw	lengte		Bladopp.				Totaal					
				volgroeid		Aantal		bloem-		Vers-			
		hoofd- scheut	diameter plant 1	Diameter plant 2	gem. diameter	aantal zij- scheuten	bloemen uitgebloeid	Aantal bloemen open	Aantal knoppen	knoppen aanleg	gewicht	Droog- gewicht	
+ S	30	8.5 ± 0.21	16.1 ± 0.3	14.6 ± 0.4	15.3 ± 0.2	12.8 ± 0.4	7.3 ± 0.33	1.9 ± 0.3	3.0 ± 0.4	3.6 ± 0.4	8.5 ± 0.8	29.0 ± 0.6	1.56 ± 0.03
+ S	45	7.9 ± 0.14	16.2 ± 0.3	15.8 ± 0.3	15.8 ± 0.2	11.2 ± 0.3	8.1 ± 0.27	1.3 ± 0.3	2.8 ± 0.5	3.5 ± 0.4	7.7 ± 0.6	28.2 ± 0.5	1.59 ± 0.04
+ S	60	8.8 ± 0.18	17.0 ± 0.2	15.4 ± 0.5	15.6 ± 0.2	11.6 ± 0.5	7.0 ± 0.37	2.0 ± 0.3	4.7 ± 0.7	4.9 ± 0.6	11.6 ± 0.9	28.6 ± 0.4	1.68 ± 0.04
- S	30	7.8 ± 0.17	16.2 ± 0.3	15.3 ± 0.3	15.8 ± 0.2	13.0 ± 0.6	7.6 ± 0.25	2.0 ± 0.3	3.9 ± 0.4	3.7 ± 0.3	9.6 ± 0.7	30.3 ± 0.6	1.72 ± 0.05
- S	45	8.2 ± 0.16	15.9 ± 0.3	15.2 ± 0.4	16.0 ± 0.2	12.8 ± 0.4	8.3 ± 0.37	1.5 ± 0.3	2.6 ± 0.5	3.8 ± 0.5	7.9 ± 0.9	28.4 ± 0.4	1.68 ± 0.03
- S	60	8.3 ± 0.28	16.1 ± 0.2	15.6 ± 0.3	16.2 ± 0.3	11.6 ± 0.5	7.3 ± 0.38	1.3 ± 0.3	3.3 ± 0.4	4.3 ± 0.4	8.9 ± 0.4	28.8 ± 0.4	1.61 ± 0.04
Gem	+S	8.4 a*	16.4 a*	15.2 a	15.6 a	11.9 a	7.5 a	1.7 a	3.5 a	4.0 a	9.2 a	28.6 a	1.6 a
Gem	- S	8.1 a	16.1 a	15.4 a	16.0 a	12.4 a	7.7 b	1.6 a	3.3 a	3.9 a	8.8 a	29.2 a	1.7 a
Gem	30	8.2 a	16.2 a	14.9 a	15.6 a	12.9 a	7.5 b	1.9 a	3.5 a	3.6 a	9.0 a	29.7 a	1.6 a
Gem	45	8.0 a	16.1 a	15.5 a	15.9 a	12.0 a	8.2 c	1.4 a	2.7 a	3.7 a	7.8 a	28.3 a	1.6 a
Gem	60	8.5 a	16.5 a	15.5 a	15.9 a	11.6 a	7.1 a	1.6 a	4.0 a	4.6 a	10.2 a	28.7 a	1.6 a

\* Bij gelijke letters binnen één kolom is er geen betrouwbaar verschil. Bij verschillende letters is er wel een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij de hoofdeffecten waar sprake is van een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen zijn de getallen vetgedrukt weer gegeven. De hoofdeffecten zijn getoetst met een variantieanalyse, de interactie kon niet met een variantieanalyse worden getoetst omdat de behandelingen in enkelvoud lagen.







To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen University & Research,  
BU Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wur.nl/glastuinbouw](http://www.wur.nl/glastuinbouw)

Glastuinbouw Rapport WPR-734

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en WUR hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort WUR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.