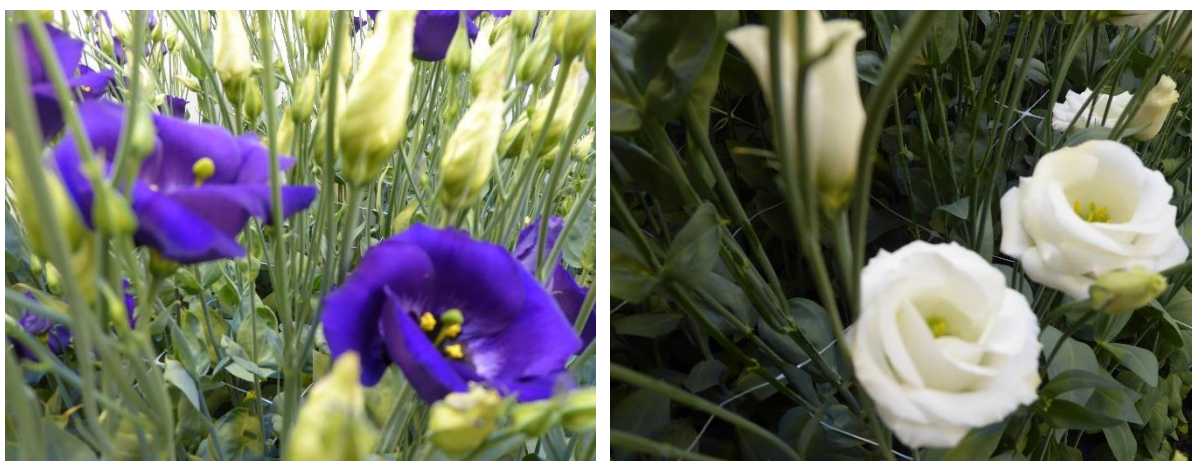


## Sturen op lichtonderschepping in de eerste teeltfase bij Lisianthus



September 2018

S.W. Hogewoning, R. Muilwijk en G. Trouwborst

# Sturen op lichtonderschepping in de eerste teeltfase bij Lisianthus

September 2018

S.W. Hogewoning, R. Muilwijk en G. Trouwborst

Plant Lighting B.V.  
Veilingweg 46  
3981 PC Bunnik

[info@plantlighting.nl](mailto:info@plantlighting.nl)  
[www.plantlighting.nl](http://www.plantlighting.nl)

## REFERAAT

S.W. Hogewoning, R. Muilwijk en G. Trouwborst. 2018. Sturen op lichtonderschepping in de eerste teeltfase bij Lisianthus. Plant Lighting B.V., Bunnik. 33p.

© 2018 Plant Lighting B.V.

Dit rapport is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en LTO Glaskracht Nederland in het kader van het programma Kas als Energiebron, en de gewascoöperatie Lisianthus. De resultaten mogen vrij gebruikt worden, mits de bronnen worden vermeld.

Plant Lighting B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen als gevolg van gebruik van gegevens uit deze uitgave.

# Inhoudsopgave

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| SAMENVATTING.....              | 5  |
| DANKWOORD.....                 | 7  |
| 1 ACHTERGROND EN DOEL.....     | 8  |
| 2 MATERIAAL EN METHODE.....    | 11 |
| 2.1 Plantmateriaal .....       | 11 |
| 2.2 Klimaat.....               | 11 |
| 2.3 Teelt .....                | 12 |
| 2.4 Behandelingen.....         | 13 |
| 2.5 Lichtcondities.....        | 14 |
| 2.6 Metingen.....              | 15 |
| 3 RESULTATEN .....             | 17 |
| 3.1 Lichtonderschepping .....  | 17 |
| 3.2 Brandkoppen.....           | 20 |
| 3.3 Lengte.....                | 22 |
| 3.4 Reactietijd en bloei.....  | 25 |
| 3.5 Takgewicht .....           | 26 |
| 3.6 Morfologie .....           | 27 |
| 4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE.....  | 29 |
| 5 REFERENTIES .....            | 31 |
| BIJLAGE 1 BLADSAP-ANALYSE..... | 32 |

# Samenvatting

## *Introductie en doel*

Net als veel andere gewassen heeft Lisianthus een relatief lange beginfase waarin licht niet effectief door de bladeren onderschept wordt. Sturen op een betere bladspreiding heeft een aantal voordelen: In de eerste plaats een effectievere lichtonderschepping, waardoor met minder licht eenzelfde assimilatie kan worden gerealiseerd. Ten tweede stimuleert een betere bladspreiding de verdamping, waardoor het calcium-transport naar de cellen van de jonge bladeren toeneemt. Dit voorkomt mogelijk het optreden van brandkoppen. Lichtkleur kan een sterke invloed kan hebben op plantvorm en bladspreiding. De juiste golflengte blauw licht is een van de stuurmiddelen waarvan eerder bleek dat er effectief mee op bladspreiding gestuurd kan worden. Bovendien stimuleert blauw licht verdamping. Verder kan door de juiste toepassing van de juiste golflengte blauw licht stengelstrekking gestimuleerd worden. Bij Lisianthus kan meer lengte vooral 's winters wenselijk zijn.

In dit onderzoek is nagegaan of met blauw stuurlicht een betere lichtonderschepping gerealiseerd kan worden bij lisianthus, wat kansen biedt tot elektrabesparing. Daarnaast is het effect van de manier van belichten met blauw op lengtegoei onderzocht. Verder ging de aandacht uit naar de effecten op algehele plantontwikkeling en het ontstaan van brandkoppen.

## *Materiaal en methoden*

De twee rassen Piccolo 2 Violet (brandkop-gevoelig) en Rosita 3 Pure White (algemeen) zijn geteeld in vier klimaat-units bij Plant Lighting. Het daglicht in kassen in de winter is gesimuleerd met daglicht-simulatoren en er is praktijk-conform bijbelicht met SON-T (tot 300  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ). Er zijn 4 behandelingen gerealiseerd:

1. Controle: Alleen bijbelichting met SON-T
2. LED B Dag: Extra bijbelichting met blauwe LED wanneer SON-T aanstaat.
3. LED B Nacht: Extra bijbelichting met blauwe LED wanneer SON-T uitstaat waarbij 2 uur voordat de SON-T weer aanschakelt, volledige verduistering gerealiseerd is.
4. LED B Dag + Nacht: Extra bijbelichting met blauwe LED gedurende 22 uur, waarbij tevens 2 uur voordat de SON-T weer aanschakelt, volledige verduistering gerealiseerd is.

In alle behandelingen was de totale lichtsom in  $\text{mol}/\text{m}^2/\text{dag}$  gelijk, zodat eventuele verschillen in groei en plantgewicht niet aan de hoeveelheid PAR op zich toe te schrijven zijn, maar aan de manier waarop blauw licht aangeboden is.

## *Conclusies en aanbevelingen*

Met blauw licht gedurende de nacht bleek de bedekkingsgraad door het gewas aan het begin van de teelt te verbeteren. De bladeren bleken zich beter uit te spreiden. Echter, het effect was niet heel groot. De hieruit voortkomende iets hogere mate van lichtonderschepping in

behandeling 3 LED B Nacht heeft niet geresulteerd in zwaardere takken bij de eind oogst. Integendeel, de takken in behandeling 3 LED B Nacht waren juist minder zwaar dan die in de controle, zeker na omrekening in drooggewicht/cm. Verder waren de takken in deze behandeling langer, minder vertakt, en was de teeltduur 2 á 3 dagen korter. Alle drie deze eigenschappen passen bij het zogenaamde 'shade avoidance syndroom', vergelijkbaar met het effect van verrood-belichting. Dit verklaart ook het lagere takgewicht per cm. Een iets lagere teelttemperatuur zal de kortere teeltduur waarschijnlijk kunnen voorkomen, waardoor het takgewicht ook weer wat toeneemt. Dit bespaart gas in de winter.

De toename in lengte met (alléén) blauw LED licht tijdens de nacht kan gunstig zijn: Meer lengte kan positief zijn voor de verkoopprijs van *Lisianthus*. De mate waarin dit effect optrad was wel ras-afhankelijk. De lengte van *Piccolo 2 Violet* was 9.8 cm toegenomen en van *Rosita 3 Pure White* slechts 2.8 cm in de behandeling waarbij alléén blauw licht tijdens de nacht werd gegeven. Blauw LED licht tijdens de dag had juist een remmend effect op de lengtegroei. Omdat lange bloemstelen onder de knoppen onwenselijk zijn, zou gedacht kunnen worden aan blauw belichting in de nacht in het begin van de teelt (stimuleren lengtegroei) en later in de teelt juist overdag (compactere bloemstelen onder de knop). Op tijd stoppen met blauw belichten in de nacht voorkomt mogelijk ook de remmende werking op zijtak-uitloop. Sowieso werd het verschil in lengte vooral in de eerste vier weken van de teelt gemaakt

Er zijn in deze proefopzet geen verschillen waargenomen in het optreden van brandkoppes onder invloed van blauw stuurlicht. In alle behandelingen was het percentage brandkoppes hoog bij *Piccolo 2 Violet* en waren er nauwelijks brandkoppes bij *Rosita 3 Pure White*.

Voor praktische toepassing is het de vraag of een investering in blauwe LED-belichting te verantwoorden is. Alleen als lengte een groot probleem is kan dit overwogen worden. Verrood licht zal een sterkere lengtegroei-respons geven, maar het nadeel van verrood is dat het veel minder bijdraagt aan de assimilatie, vergeleken met blauw licht. Wel is het interessant om gebruik te maken van het blauwe licht wanneer er toch al in LED-assimilatie-belichting geïnvesteerd wordt: de meeste LED-armaturen bestaan uit een combinatie van rood (660 nm) en blauw (450 nm). Door de toename in efficiëntie ( $\mu\text{mol}$  output per Watt input) van LED's wordt toepassing steeds interessanter. Het enige dat nodig is om met puur blauw in de nacht te kunnen belichten, is een aparte aansturing van rood en de blauw. Waarbij de overweging dat bij toepassing van LED de noodzaak om op lengte te kunnen sturen waarschijnlijk toeneemt, omdat planten in het algemeen compacter groeien onder LED rood/blauw dan onder SON-T.

# Dankwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van een onderzoek de effecten van blauw stuurlicht bij Lisianthus. Het onderzoek vond plaats in de klimaatunits van Plant Lighting. Dit onderzoek is ondersteund door het programma 'Kas als Energiebron', gefinancierd door het Ministerie van EZ en LTO Glaskracht Nederland en door de gewascoöperatie Lisianthus.

We willen een aantal personen nog met name hartelijk bedanken voor hun bijdrage aan dit project. Peter van de Werken (van de Werken Lisianthus) en Alwin Pippel (Pippel Lisianthus) voor teeltadvies en meedenken over de proef. Van Egmond Lisianthus voor het leveren van het uitgangsmateriaal. De overige leden van de gewascoöperatie worden bedankt voor hun input tijdens de grotere bijeenkomsten en hun financiële bijdrage aan dit project. Edwin van Geest (LTO Glaskracht Nederland) wordt bedankt voor het coördineren van de BCO's. Als laatste willen we de onderzoekscoördinatoren Dennis Medema en Leo Oprel van het programma Kas als Energiebron bedanken voor hun steun bij de totstandkoming en uitvoering van dit project.

September 2018,

Sander Hogewoning, Richard Muilwijk en Govert Trouwborst,

# 1 Achtergrond en doel

## Achtergrond

Snijbloemen zoals lisianthus en lelie hebben een relatief lange beginfase waarin licht niet effectief onderscheept wordt. De planten zijn nog klein en de bladeren nog niet goed uitgevouwen, waardoor veel licht verloren gaat (zie Figuur 1).

Sturen op een betere bladspread heeft een aantal voordelen: In de eerste plaats een effectievere lichtonderschepping, waardoor met minder licht eenzelfde assimilatie kan worden gerealiseerd. Dit biedt de mogelijkheid om te besparen op belichting zonder productiviteit in te leveren. Ten tweede stimuleert een betere bladspread de verdamping, waardoor het calcium-transport naar de cellen van de jonge bladeren toeneemt. Dit voorkomt mogelijk het optreden van brandkoppen. Uit eerdere onderzoeken is gebleken dat lichtkleur een sterke invloed kan hebben op plantvorm en ook op bladspread. De juiste golflengte blauw licht is een van de stuurmiddelen waarvan eerder bleek dat er effectief mee op bladspread gestuurd kan worden (zie Figuur 2 volgende pagina).

Een mogelijk bijkomend positief effect van blauw (stuur)licht is een groter aantal- en een verdere opening van huidmondjes (Hogewoning et al, 2010, Sharkey en Raschke, 1981), wat verdamping extra stimuleert en daarmee mogelijk extra bijdraagt aan het voorkomen van brandkoppen. Ook wordt bij de juiste toepassing van de juiste golflengte blauw licht (dit luistert vrij nauw) stengelstrekking gestimuleerd. Dit bleek onder andere bij komkommer (Hogewoning en Trouwborst, 2013). Bij Lisianthus kan meer lengte wenselijk zijn. Een belangrijke onderzoeksvraag is of eerdere positieve resultaten onder lab-omstandigheden (zie Figuur 2 volgende pagina) vertaalbaar zijn naar significante resultaten in combinatie met daglicht en SON-T licht zoals het geval is in een kas. De hier voorgestelde proef richt zich op Lisianthus, wat op dit moment het meest intensief belichte gewas is (tot 300  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ofwel 23.000 lux SON-T).

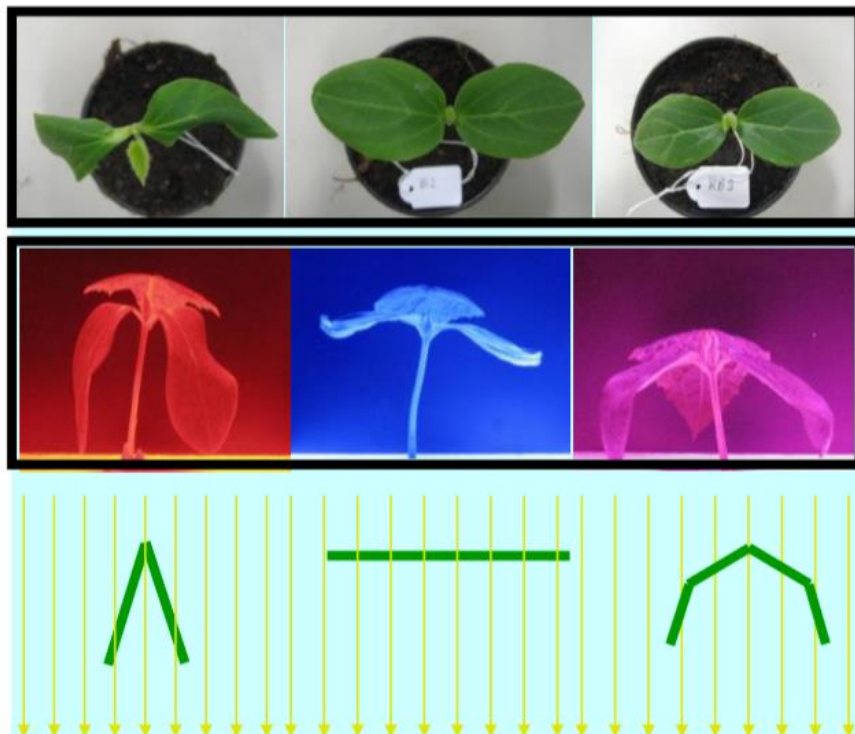


*Lelie 'Santander' 35 dagen na opplanten*



*Lisianthus enige tijd na planten*

*Figuur 1. Foto opkweek lelie en lisianthus.*



*Figuur 2. Gevolgen lichtkleur op bladspreiding. Komkommerzaailingen ontkiemd onder TL-licht en vervolgens geplaatst onder 100% rode (640 nm) LED's, 100% blauwe (450 nm) LED's en een combinatie van deze twee LED-typen. Na enige dagen onder 100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  (16/ 8 uur dag/nacht) gegroeid te hebben was er een opvallend systematisch verschil in de stand en oriëntatie van de cotylen. Een kleinere hoek tussen cotyl en stengel heeft negatieve gevolgen voor de lichtonderschepping, zoals schematisch geïllustreerd, en daarmee voor de totale plantfotosynthese en dus de groeisnelheid (onderzoek Hogewoning en van Ieperen 2008, ongepubliceerd).*

### **Doel en onderzoeksvragen**

Het doel van dit onderzoek is het leveren van een bijdrage aan kennisontwikkeling die kan leiden tot besparing op elektraverbruik bij de teelt van snijbloemen. De focus in dit onderzoek ligt op *Lisianthus*. Dit door te sturen op een betere bladspreiding en daarmee lichtonderschepping in de beginfase van de teelt. Het streven is zo met minder elektraverbruik (minder licht) eenzelfde productie en kwaliteit te kunnen halen.

De plantkundige onderzoeksvraag is of en hoe met blauw stuurlicht gestuurd kan worden op een plantvorm die licht efficiënter onderschept. Hierbij wordt aandacht besteedt aan de effecten op blad-oriëntatie en stengellengte. Indien het stuurlicht inderdaad leidt tot een efficiëntere lichtonderschepping, dan zou dit mogelijk invloed kunnen hebben op het optreden brandkoppen. Dit wordt gemeten.

### **Opmerkingen met betrekking tot praktische toepassing**

Mocht het effect van blauw stuurlicht erg variabel zijn voor verschillende rassen, dan is het

een voordeel dat blauw licht in ieder geval ook de fotosynthese aandrijft en dus meetelt als PAR-licht. Dit in tegenstelling tot verrood stuurlicht. De inzet van blauw stuurlicht draagt dus gewoon bij aan de groei, ook als gewenste effect op de lichtonderschepping niet optreedt.

Bij de verwachte toename van gebruik van LED (rood/blauw) in de tuinbouw, en in de Lisianthusteelt in het bijzonder, is belichting met 100% blauw licht in de nacht relatief eenvoudig te realiseren. Het vergt alleen maar een aparte aansturing van rood en blauw, hetgeen technisch geen grote uitdaging is.

## 2 Materiaal en Methode

Het experiment is 13 juni 2018 gestart en is 16 augustus 2018 beëindigd (na 65 dagen).

### 2.1 Plantmateriaal

Er zijn 2 rassen aangeleverd door Van Egmond Lisianthus Youngplants en evenredig en identiek over 4 klimaatunits verdeeld binnen 1 klimaatcel:

- Piccolo 2 Violet (verspeendatum Week 22 Dag 5), 5.8 cm lang (grond tot top-blad).
- Rosita 3 Pure White (verspeendatum Week 22 Dag 3), 7.2 cm lang (grond tot top-blad).

Bij ontvangst zijn de stekken 1 dag geacclimatiseerd in de tray. Op dag 1 van het experiment zijn de stekken verspeend en aselekt in de afzonderlijke klimaat units gezet.

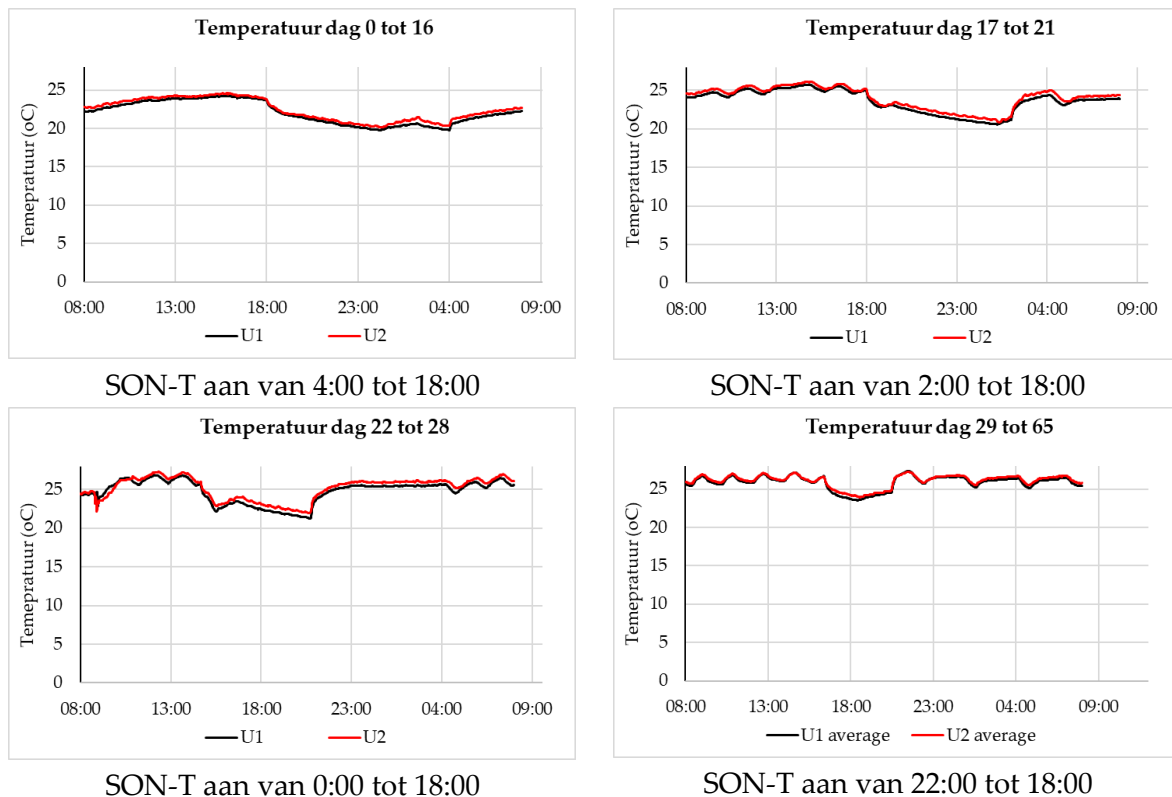
### 2.2 Klimaat

Zie onderstaande tabel voor de gerealiseerde klimaatinstellingen.

*Tabel 1. Klimaatinstellingen*

| Proefdag | Temperatuur (°C) |       |        | CO <sub>2</sub><br>(ppm) | RV<br>(%) |
|----------|------------------|-------|--------|--------------------------|-----------|
|          | Dag              | Nacht | Etmaal |                          |           |
| 0-16     | 23.2             | 20.9  | 22.2   | 750                      | 80-85     |
| 17-21    | 24.2             | 22.3  | 23.8   |                          |           |
| 22-28    | 25.4             | 23.7  | 25.0   |                          |           |
| 29-65    | 26.1             | 25.2  | 26.0   |                          |           |

Figuur 3 is een visuele weergave van de gerealiseerde etmaal-temperatuur tijdens de verschillende belichtings- regimes.



Figuur 3. Temperatuur registratie van de vier verschillende licht/temperatuur regimes. Daglicht simulatie is aan van 8:30 tot 17:30.

## 2.3 Teelt

Tabel 2. Teeltdetails

|           |                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dichtheid | 77 planten per m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                              |
| Substraat | Horticoop, Lentse Potgrond (potgrond 4 bloeiende plantengrond met Hortikleij)                                                                                                                                                              |
| Potmaat   | 1L: 11cm x 11cm x 12cm (LxBxH)                                                                                                                                                                                                             |
| Watergift | De watergift is naar behoefte uitgevoerd.<br>Bij aanvang experiment 1x per week en richting einde experiment 2.5x per week. Eb/Vloed (25L/m <sup>2</sup> per keer, met opname van +/- 15L/m <sup>2</sup> ).                                |
| Voeding   | EC 2.5 mS en pH 5.5 tot 5.8.<br>Samenstelling: (waarbij bovenstaande EC en pH leidend waren):<br>~120 L kraanwater<br>~120 L demiwater<br>~290 gr Peters Combi Sol (6-18-36+3MgO+TE)<br>~160 gr Calcium Nitraat<br>~30 mL Salpeterzuur 38% |
| Overige   | Bij dit experiment is geen gebruik gemaakt van Berelex.<br>Er is curatief en preventief geen gewasbescherming toegepast.<br>2 planten zijn uitgevallen vanwege fusarium.                                                                   |

Elke klimaatunit is identiek ingericht volgens onderstaand schema.

|     |    | Kolom |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|-----|----|-------|------------------|---|---|---|---|---|---|---------------------|----|----|----|----|----|
|     |    | 1     | 2                | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9                   | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Rij | 1  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 2  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 3  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 4  |       | Piccolo 2 Violet |   |   |   |   |   |   | Rosita 3 Pure White |    |    |    |    |    |
|     | 5  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 6  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 7  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 8  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 9  |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 10 |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |
|     | 11 |       |                  |   |   |   |   |   |   |                     |    |    |    |    |    |

Figuur 4. Plattegrond van iedere behandeling binnen een klimaatunit.

## 2.4 Behandelingen

Dit experiment is uitgevoerd in een klimaatcel van Plant Lighting te Bunnik. Binnen deze klimaatcel staan afzonderlijke klimaatunits wat het o.a. mogelijk maakt om verschillende lichtbehandelingen te realiseren, waarbij de overige klimaatcondities identiek zijn.

Er zijn 4 behandelingen gerealiseerd (zie Tabel 3 voor details):

1. Controle: Alleen bijbelichting met SON-T
2. LED B Dag: Extra bijbelichting met blauwe LED wanneer SON-T aanstaat.
3. LED B Nacht: Extra bijbelichting met blauwe LED wanneer SON-T uitstaat waarbij 2 uur voordat de SON-T weer aanschakelt, volledige verduistering gerealiseerd is. Dit om eventuele lichtschade te voorkomen.
4. LED B Dag + Nacht: Extra bijbelichting met blauwe LED gedurende 22 uur, waarbij tevens 2 uur voordat de SON-T weer aanschakelt, volledige verduistering gerealiseerd is. Dit om eventuele lichtschade te voorkomen. Dus een combinatie van behandeling 2 en 3.

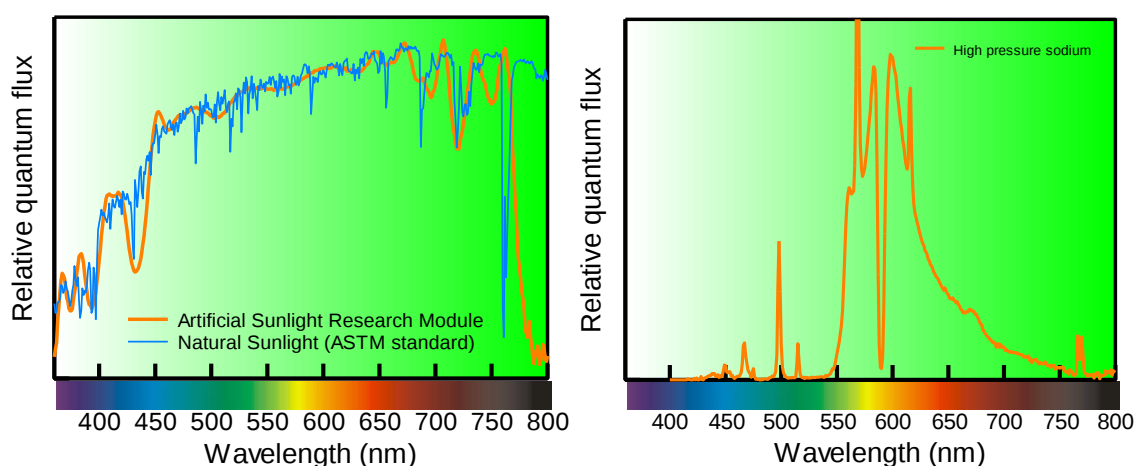
In alle behandelingen was de totale lichtsom in mol/m<sup>2</sup>/dag gelijk, zodat eventuele verschillen in groei en plantgewicht niet aan de hoeveelheid PAR op zich toe te schrijven zijn, maar aan de manier waarop blauw licht aangeboden is. In de behandelingen met blauw licht is SON-T precies zover gedimd dat voor de lichtsom aan blauw licht gecompenseerd is (zie Tabel 3).

Tabel 3. Lichtsettings gedurende het gehele experiment.

| Type                                   | Dag   | Controle<br>U1  |       |       | LED B Dag<br>U2       |                          |       | LED B Nacht<br>U3        |                          |       | LED B Dag+Nacht<br>U4    |                          |       |
|----------------------------------------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|-------|
|                                        |       | Inten<br>siteit | Aan   | Uit   | Intens<br>iteit       | Aan                      | Uit   | Inten<br>siteit          | Aan                      | Uit   | Inten<br>siteit          | Aan                      | Uit   |
| Daglichtsimu<br>latie                  | 0-65  | 80*             | 08:30 | 17:30 | Identiek aan controle |                          |       | Identiek aan<br>controle |                          |       | Identiek aan<br>controle |                          |       |
| SONT                                   | 0-16  | 150             | 04:00 | 18:00 | 130                   | Identiek aan<br>controle |       | 139                      | Identiek aan<br>controle |       | 119                      | Identiek aan<br>controle |       |
|                                        | 17-21 | 225             | 02:00 | 18:00 | 205                   |                          |       | 218                      |                          |       | 198                      |                          |       |
|                                        | 22-28 | 300             | 00:00 | 18:00 | 280                   |                          |       | 296                      |                          |       | 276                      |                          |       |
|                                        | 29-65 | 300             | 22:00 | 18:00 | 280                   |                          |       | 298                      |                          |       | 278                      |                          |       |
| LED Blauw                              | 1-16  | 0               | -     | -     | 20                    | 4:00                     | 18:00 | 20                       | 18:00                    | 02:00 | 20                       | 4:00                     | 2:00  |
|                                        | 17-21 |                 |       |       |                       | 2:00                     | 18:00 |                          | 18:00                    | 00:00 |                          | 2:00                     | 0:00  |
|                                        | 22-28 |                 |       |       |                       | 0:00                     | 18:00 |                          | 18:00                    | 22:00 |                          | 0:00                     | 22:00 |
|                                        | 29-65 |                 |       |       |                       | 22:00                    | 18:00 |                          | 18:00                    | 20:00 |                          | 22:00                    | 20:00 |
| * Gemiddelde over de gesimuleerde dag. |       |                 |       |       |                       |                          |       |                          |                          |       |                          |                          |       |

## 2.5 Lichtcondities

De belichting in de klimaat-units te Bunnik was een combinatie van *kunstmatig* daglicht en bijbelichting met SON-T. In drie van de vier behandelingen werd bovendien belicht met blauwe LED's (piekgolflengte 448 nm). Het kunstmatig daglicht werd toegepast om het daglicht in de kas te simuleren voor de winterperiode (lage lichtsom van 2.6 mol/m<sup>2</sup>/dag). Dit kunstmatig daglicht werd gecreëerd door op een LED-lampen gebaseerde dimbare en programmeerbare lichtbron (Artificial Sunlight Research Module, Specialty Lighting Holland, Breda, Nederland). Deze lichtbron produceerde licht met een spectrale samenstelling die vrijwel gelijk is aan het lichtspectrum van natuurlijk daglicht (golflengtegebied 360-760 nm; Figuur 3).



Figuur 5. Links: Spectrale samenstelling van natuurlijk zonlicht (blauwe lijn) en van de zonlichtlampen (oranje lijn). Rechts: Spectrale samenstelling van SON-T licht.

De blauwe LED behandelingen zijn gerealiseerd met Valoya B50 armaturen.

## 2.6 Metingen

Metingen tijdens het experiment:

- Lengte is gedurende 1<sup>e</sup> helft experiment wekelijks gemeten (van grond tot bovenste bladpaar). Tijdens 2<sup>e</sup> helft experiment is deze meting 1 keer per 2 weken verricht.
- De bladstand is de eerste 3 weken gemeten met behulp van een inclinometer. Het gemeten blad was het eerste volledig uitgestrekte blad, gerekend vanaf de kop (waarbij 0 graden horizontaal is). Het effect van de lichtbehandelingen was bij dit blad het meest uitgesproken.
- Het aantal planten met een brandkop is wekelijks geteld.
- Het aantal planten waarbij een bloemknop zichtbaar werd is ook wekelijks geteld (zie Figuur 6 voor details).
- Het aantal planten met een open bloemknop is ook wekelijks geteld (zie Figuur 6).
- Tijdens de eerste 3 weken is de bedekkingsgraad van het blad ten opzichte van de grond bepaald door een waterpas uitgelijnde foto te analyseren met Image J.



Eerste bloemknop zichtbaar.



Eerste open knop volledig open Piccolo 2 Violet.



Eerste open knop volledig open Rosita 3 Pure White.

*Figuur 6. Meting details van tellingen.*

### Bladmonsters

- Om de calcium-concentratie te bepalen van planten met en zonder brandkop-symptomen zijn er 2 bladmonsters door Groen Agro Control geanalyseerd. Alleen bij Piccolo Violet, want Rosita White had geen brandkoppen. De geanalyseerde bladmonsters bestaan uit:
  - Met brandkop: Bladeren van de bovenste 1/3 van de planten met dode bladpunten, uit alle 4 de behandelingen.
  - Zonder brandkop: Bladeren van planten voor de fan in de klimaatkamer zonder brandkop-symptomen, ook van de bovenste 1/3 van de plant en tevens uit alle 4 de behandelingen.

Eindmetingen (aan alle planten minus randplanten, dat is 45 planten per ras per behandeling):

- Totale lengte van iedere stengel is gemeten. Dat wil zeggen top bovenste bloem tot snijvlak net boven potgrond.

- Van een vast internodium onderin is de lengte bepaald. Dat wil zeggen bij Rosita 3 Pure White tussen 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> bladpaar van onder gerekend en van Piccolo 2 Violet tussen het 4<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> bladpaar.
- Van de hoofdstegel is van de rijpste knop de lengte van de bloemnek bepaald.
- Alle knoppen groter dan 1cm zijn geteld bij Rosita 3 Pure White en groter dan 1.5cm bij Piccolo 2 Violet.
- Alle open bloemen waarbij het hart zichtbaar is, zijn geteld.
- Alle zijtakken (>20cm) onder de hoofdtros zijn geteld. De hoofdtros is visueel vastgesteld.
- Het totaalgewicht is bepaald van de gehele tak.
- Tevens is het gewicht bepaald van alle takken gesnoeid op dezelfde lengte. Lengte is gemeten van bloembodem hoogste knop naar beneden. De behandeling met de kortste planten was leidend voor het vaststellen van deze lengte. Voor Rosita 3 Pure White is deze lengte vastgesteld op 60 cm. Voor Piccolo 2 Violet is deze lengte vastgesteld op 75 cm.

## 3 Resultaten

### 3.1 Lichtonderschepping

In het begin van het experiment zijn de verschillen in bedekkingsgraad marginaal (zie Tabel 4). Op dag 21 is bij beide rassen een grotere bedekkingsgraad geobserveerd in behandeling 3, LED B Nacht (zie Tabel 4, Figuur 7 en Figuur 8). Later in dit hoofdstuk zal blijken dat tijdens de eind oogst echter dat de hogere bedekkingsgraad van behandeling 3, LED B Nacht niet heeft geresulteerd in zwaardere takken bij de eind oogst.

*Tabel 4. Bedekkingsgraad in % bladoppervlak per oppervlakte grond. Gemeten via image-analysis gedurende 3 opeenvolgende weken.*

| Bedekkingsgraad (%)  |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|
| Behandeling          | Dag  |      |      |
|                      | 7    | 14   | 21   |
| Piccolo 2 Violet     |      |      |      |
| 1. Controle          | 32.6 | 51.4 | 70.5 |
| 2. LED B Dag         | 32.7 | 53.3 | 69.1 |
| 3. LED B Nacht       | 32.4 | 55.0 | 78.6 |
| 4. LED B Dag + Nacht | 30.1 | 50.6 | 74.5 |
| Rosita 3 Pure White  |      |      |      |
| 1. Controle          | 36.3 | 52.3 | 69.4 |
| 2. LED B Dag         | 35.6 | 53.3 | 72.9 |
| 3. LED B Nacht       | 38.3 | 54.6 | 74.2 |
| 4. LED B Dag + Nacht | 34.7 | 49.4 | 72.8 |



1. Controle



2. LED B Dag



3. LED B Nacht



4. LED B Dag + Nacht

*Figuur 7. Bedekking/bovenaanzicht Piccolo 2 Violet op dag 21.*



1. Controle



2. LED B Dag



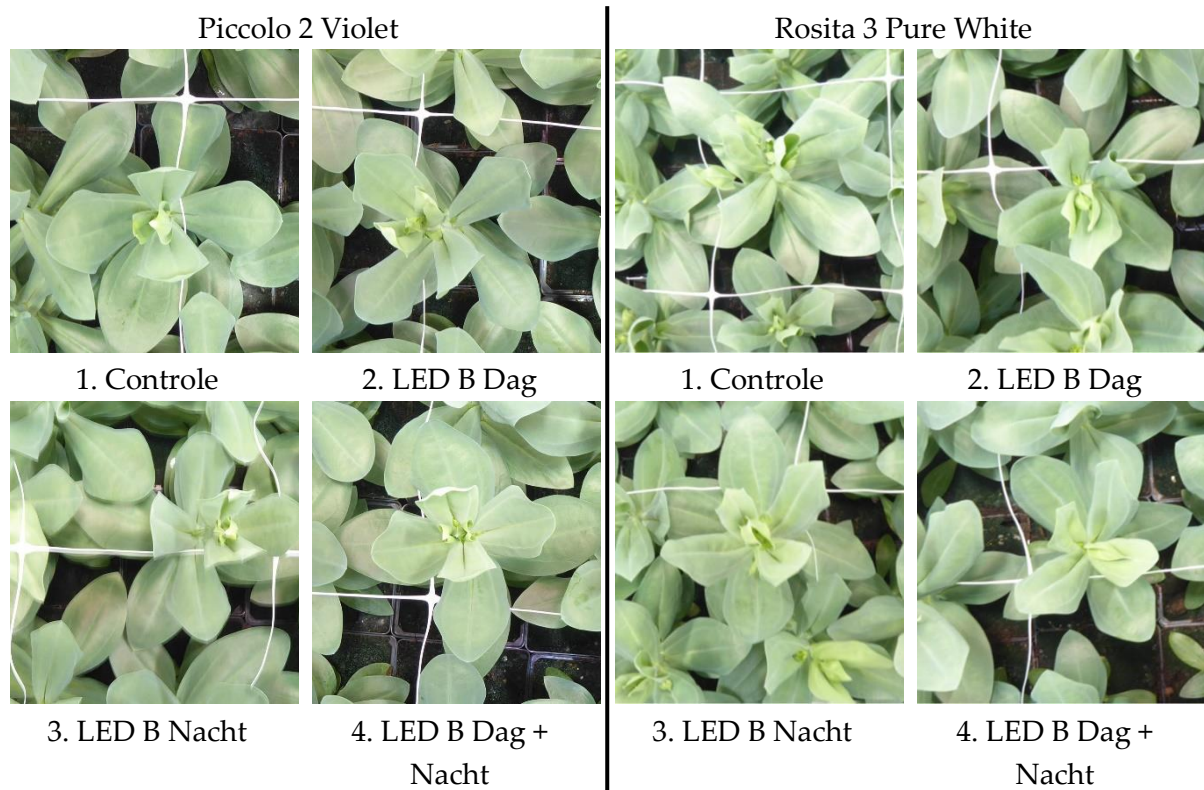
3. LED B Nacht



4. LED B Dag + Nacht

*Figuur 8. Bedekking/bovenaanzicht Rosita 3 Pure White op dag 21.*

Tijdens het experiment (dag 28) is de visuele observatie gedaan dat met name de bladeren van beide rassen bij behandeling 3 LED B Nacht vlakker uitgespreid waren dan de controle behandeling. Dit is met name aan de basis van het blad waarneembaar (Figuur 9). Dit effect is in mindere mate waarneembaar bij behandeling 4 LED B Dag + Nacht, en afwezig bij behandeling 2 LED B Dag.



Figuur 9. Bladvorm (spreiding). Foto genomen op dag 28.

Behalve de mate van bladspreiding is ook de bladhoek ten opzichte van de stengel van belang voor de lichtonderschepping door het gewas. Hierbij speelt ook de blad-leeftijd een rol: Een ouder blad staat namelijk aanmerkelijk horizontaler dan een jong, net ontwikkeld blad. Dat maakt het meten van het effect van de lichtbehandeling op de bladhoek lastiger. Een consistente positie van het meetblad zou dit laatste leeftijd-effect moeten wegnemen. De bladhoek-metingen staan in Tabel 5. Door de grote variatie in gemeten waarden bij deze meting is het niet verantwoord om harde conclusies te trekken. Mogelijk staan bij behandeling 3 LED B Nacht de bladeren een fractie rechter op.

Tabel 5. Bladstand gemeten in hoek ten opzichte van horizontale stand. 0° is gelijk aan een horizontaal blad. Metingen zijn wekelijks verricht aan 15 dezelfde planten. De variatie in meetwaarden binnen een behandeling was groot, hetgeen blijkt uit de standaardafwijking (±).

| Bladstand (°)              |           |           |           |            |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Behandeling                | Dag       |           |           |            |
|                            | 7         | 14        | 21        | 28         |
| <b>Piccolo 2 Violet</b>    |           |           |           |            |
| 1. Controle                | 33.5 ±5.1 | 18.7 ±6.0 | 20.3 ±4.7 | 23.9 ±6.1  |
| 2. LED B Dag               | 31.7 ±4.4 | 15.6 ±5.3 | 27.0 ±9.4 | 21.1 ±10.7 |
| 3. LED B Nacht             | 29.2 ±5.7 | 22.0 ±6.1 | 32.5 ±7.2 | 34.0 ±9.4  |
| 4. LED B Dag + Nacht       | 31.3 ±5.8 | 20.3 ±5.5 | 21.8 ±7.3 | 30.3 ±7.8  |
| <b>Rosita 3 Pure White</b> |           |           |           |            |
| 1. Controle                | 20.4 ±5.5 | 9.7 ±5.2  | 22.5 ±6.0 | 31.5 ±6.7  |
| 2. LED B Dag               | 22.5 ±6.2 | 12.3 ±3.7 | 21.3 ±8.5 | 32.9 ±8.0  |
| 3. LED B Nacht             | 23.1 ±8.3 | 16.7 ±6.3 | 28.8 ±9.3 | 40.3 ±6.2  |
| 4. LED B Dag + Nacht       | 28.1 ±3.5 | 20.0 ±7.0 | 26.8 ±4.5 | 31.9 ±8.6  |

## 3.2 Brandkoppen

De hypothese was dat blauw licht voor een betere lichtonderschepping zou kunnen zorgen. Een verbeterde lichtonderschepping zou mogelijk weer kunnen leiden tot een hogere verdamping waardoor het optreden van brandkoppen mogelijk zou afnemen. Om deze hypothese te testen is het brandkopgevoelige ras Piccolo 2 Violet opgenomen in dit experiment.



Figuur 10. Optreden van brandkoppen in het brandkopgevoelige ras Piccolo 2 Violet (links) en de afwezigheid van brandkoppen in het ras Rosita 3 Pure White (rechts).

De brandkop symptomen waren erg nadrukkelijk aanwezig in dit experiment. Echter bij alle behandelingen ontstonden hoge percentages brandkoppen. De hypothese dat blauw licht brandkoppen kan verminderen is in deze proefopzet dus niet aangetoond (zie Tabel 6).

Tabel 6. Percentage brandkoppen gemeten aan de 45 meetplanten (dus exclusief randplanten). Observatie is gedaan op 2 momenten.

| Brandkoppen (%)            |     |      |
|----------------------------|-----|------|
| Behandeling                | Dag |      |
|                            | 28  | 35   |
| <b>Piccolo 2 Violet</b>    |     |      |
| 1. Controle                | 6.7 | 97.8 |
| 2. LED B Dag               | 6.7 | 88.9 |
| 3. LED B Nacht             | 6.7 | 91.1 |
| 4. LED B Dag + Nacht       | 4.4 | 86.7 |
| <b>Rosita 3 Pure White</b> |     |      |
| 1. Controle                | 0.0 | 0.0  |
| 2. LED B Dag               | 0.0 | 4.4  |
| 3. LED B Nacht             | 0.0 | 0.0  |
| 4. LED B Dag + Nacht       | 0.0 | 0.0  |

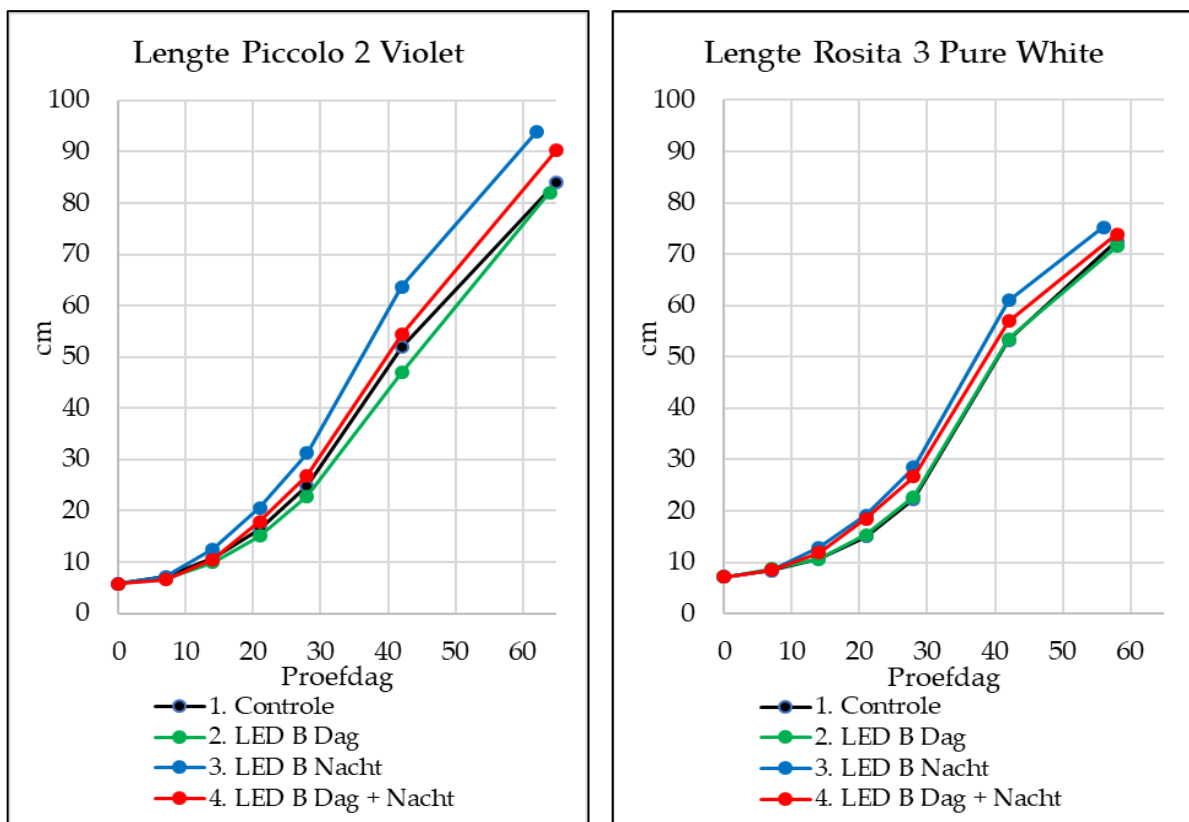
Het ontstaan van brandkoppen is in de literatuur gerelateerd aan een calcium deficit in de jonge bladeren. Zo is bij lelie aangetoond dat een moeizame verdamping in de kop doordat bladeren dicht op elkaar zitten bladverbranding bevordert. Uit elkaar vouwen van bladeren verhoogde de concentratie calcium en verminderde bladverbranding. Dezelfde studie liet zien dat luchtbeweging kan leiden tot meer calcium in het blad en minder bladverbranding (Chang en Miller, 2004). Labrie (2009) geeft een overzicht van mogelijke oorzaken van brandkoppen bij Lisianthus in een rapport.

In deze proef is de observatie gedaan dat de planten voor de luchtcirculatie-fans aan de randen in de klimaat-units niet of nauwelijks brandkoppen ontwikkelden. Tevens viel het op dat de planten van hetzelfde ras maar verder bij de fans vandaan wel in grote mate brandkoppen ontwikkelden. Ter indicatie of het ontstaan van brandkoppen inderdaad gerelateerd is aan de calcium concentratie in de bladeren, zijn er bladmonsters geanalyseerd (zie Bijlage 1 Bladsap-analyse). In deze analyse is inderdaad te zien dat de concentratie calcium in het blad hoger is bij de planten met nauwelijks brandkoppen voor de fan. Echter, deze enkele meting is niet voldoende basis om vast te stellen of luchtcirculatie inderdaad de hoeveelheid calcium beïnvloed en daarmee het ontstaan van brandkoppen voorkomt.

### 3.3 Lengte

Puur blauw LED-licht gedurende de nacht kan een stimulerend effect op lengte ontwikkeling hebben. Dit via sturing op de fotoreceptor fytochroom, vergelijkbaar met het effect van verrood licht op lengte. Echter, gedurende de dag geeft blauw licht in combinatie met daglicht of SON-T eerder een sturing op compactheid. Dit via sturing op de fotoreceptor cryptochroom. Dit theoretisch kader, wat eerder aangetoond is bij andere gewassen, blijkt ook in dit experiment waarneembaar (Figuur 11 en Tabel 7). Behandeling 3 LED B Nacht ontwikkelde de langste takken en deze lengte toename is al aan het begin van het experiment waarneembaar. Het verschil in lengte werd vooral gedurende de eerste vier weken van de teelt gemaakt. Dit was te verwachten gezien de toenemende fotoperiode gedurende de teelt tot 20 uur per dag vanaf dag 29; vanaf dag 29 werd nog maar 2 uur per nacht met blauw belicht (zie Tabel 3). Behandeling 4 LED B Dag + Nacht geeft ook een toename in lengte, maar in mindere mate. Alleen extra blauw licht gedurende de dag had aan het begin juist een remmend effect op de lengtegroei (bij eindogst was er nauwelijks nog verschil met de controle).

Opvallend is dat juist de meest gemakkelijk strekkende cultivar (Piccolo Violet) het sterkst reageert op het blauwe stuurlicht (+10 cm bij behandeling 3 LED B Nacht vergeleken met de controle). Bij de minder gemakkelijk strekkend cultivar Rosita White was het verschil in lengte geringer (+3 cm bij behandeling 3 LED B Nacht).



Figuur 11. Lengte ontwikkeling gedurende gehele experiment. Lengte gedurende experiment is gemeten van grond tot onderkant kop. Laatste lengte parameter is gemeten van grond tot hoogste punt plant (identiek aan lengtebepaling op veiling). De laatste lengtebepaling is tijdens de eindogst gedaan wanneer de planten rijp waren, dus op verschillende dagen.

Tabel 7. Lengtes gemeten bij eind oogst (cm). Totale lengte is gemeten van grond tot hoogte punt plant. De lengte vast internodium is bepaald bij het 3<sup>e</sup> internodium van Rosita 3 Pure White en het 4<sup>e</sup> internodium van Piccolo 2 Violet. De lengte van de bloemnek is bepaald door onderkant van de dominante (rijpste) bloem aan de hoofdtak te identificeren en daarvan de lengte van de onderkant bloem tot eerste blad te bepalen.

| Lengte bepalingen bij einde Experiment (cm) |                                         |                              |                      |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Behandeling                                 | Totale lengte bij einde experiment (cm) | Lengte vast internodium (cm) | Lengte bloemnek (cm) |
| <b>Piccolo 2 Violet</b>                     |                                         |                              |                      |
| 1. Controle                                 | 84.1                                    | 3.2                          | 17.9                 |
| 2. LED B Dag                                | 82.0                                    | 3.0                          | 16.2                 |
| 3. LED B Nacht                              | 93.9                                    | 4.8                          | 21.1                 |
| 4. LED B Dag + Nacht                        | 90.3                                    | 4.6                          | 18.3                 |
| <b>Rosita 3 Pure White</b>                  |                                         |                              |                      |
| 1. Controle                                 | 72.5                                    | 1.9                          | 10.0                 |
| 2. LED B Dag                                | 71.6                                    | 1.6                          | 9.9                  |
| 3. LED B Nacht                              | 75.3                                    | 2.9                          | 11.4                 |
| 4. LED B Dag + Nacht                        | 73.9                                    | 2.8                          | 10.8                 |

Het vaste internodium laat een vergelijkbare trend zien in relatie tot de totale lengte (zie Tabel 7).

Ook de lengte van de bloemnek van een vast gedefinieerde bloem (dominante bloem aan hoofdtak) correleert sterk met de lengte van de plant. In andere woorden, langere takken produceren ook langere bloemnekken. Dus in de praktijk zou het raadzaam kunnen zijn om na knopvorming niet meer met blauw in de nacht te belichten.

De lengte-verschillen zijn ook zichtbaar op de overzichtsfoto's van Figuur 12.



1. Controle

2. LED B Dag



3. LED B Nacht

4. LED B Dag + Nacht

*Figuur 12. Lengteverschillen duidelijk waarneembaar. Foto's genomen op dag 49. Links Piccolo 2 Violet en rechts Rosita 3 Pure White.*

### 3.4 Reactietijd en bloei

De reactietijd verschilde per stuurlicht-behandeling: Bij Piccolo 2 Violet is te zien dat behandeling 3 LED B Nacht eerder knoppen vormt dan de overige behandelingen. Bij dit ras is behandeling 3 LED B Nacht 2 tot 3 dagen eerder geoogst dan de overige behandelingen (Tabel 8).

Vanaf dag 35 is ook bij Rosita Pure White duidelijk waarneembaar dat behandeling 3 LED B Nacht voorloopt op de andere behandelingen. Dit resulteerde bij Rosita 3 Pure White dan ook dat behandeling 3 LED B Nacht ruim 2 dagen eerder oogstrijp was dan de overige behandelingen.

Het totale aantal knoppen (open + dicht) verschilt weinig tussen de behandelingen bij beide rassen. Er is geen duidelijke trend waarneembaar van een effect van blauw licht overdag of juist 's nachts. Doordat alleen knoppen groter dan 1cm zijn geteld bij Rosita 3 Pure White en groter dan 1.5cm bij Piccolo 2 Violet, kan het zijn dat het moment van oogsten invloed heeft op deze parameter. Met andere woorden, een dag later zouden er wellicht iets meer knoppen meegeteld worden.

Tabel 8. Verschillen in periode tot knopvorming (N=15), aantal dagen tot eind oogst, en aantal knoppen per tak bij eind oogst (N=40 tot 45).

| Behandeling          | Tijdens experiment          |        |        |        | Bij eind oogst        |                                        |                         |
|----------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|-----------------------|----------------------------------------|-------------------------|
|                      | Aantal planten met knop (%) |        |        |        | Eind oogst (proefdag) | Totaal aantal knoppen (# open + dicht) | Aantal knoppen open (#) |
|                      | Dag 28                      | Dag 35 | Dag 42 | Dag 49 |                       |                                        |                         |
| Piccolo 2 Violet     |                             |        |        |        |                       |                                        |                         |
| 1. Controle          | 0                           | 0      | 53     | 100    | 65                    | 13.3                                   | 2.4                     |
| 2. LED B Dag         | 0                           | 0      | 71     | 100    | 64                    | 13.9                                   | 3.0                     |
| 3. LED B Nacht       | 0                           | 2      | 82     | 100    | 62                    | 12.7                                   | 2.8                     |
| 4. LED B Dag + Nacht | 0                           | 0      | 64     | 100    | 65                    | 12.6                                   | 2.9                     |
| Rosita 3 Pure White  |                             |        |        |        |                       |                                        |                         |
| 1. Controle          | 2                           | 13     | 100    | 100    | 58                    | 9.6                                    | 0.9                     |
| 2. LED B Dag         | 0                           | 7      | 100    | 100    | 58                    | 10.7                                   | 0.9                     |
| 3. LED B Nacht       | 0                           | 42     | 100    | 100    | 56                    | 10.5                                   | 1.5                     |
| 4. LED B Dag + Nacht | 0                           | 27     | 100    | 100    | 58                    | 9.4                                    | 1.1                     |

### 3.5 Takgewicht

Uit Tabel 9 blijkt duidelijk dat de toename in lengte niet evenredig toeneemt met het gewicht. Voor beide rassen tekent zich dezelfde trend af: de behandelingen 3 LED B Nacht en in mindere mate 4 LED B Dag + Nacht hebben langere takken, maar zijn in totaal minder zwaar en vooral en in verhouding aanzienlijk minder zwaar. Dit leidt tot de conclusie dat de langere takken kwalitatief iets achterlopen op de kortere takken. Een lager drooggewicht per cm duidt ofwel op minder stevige takken, of op minder zijtakken per tak (Tabel 10). Dit effect is nog versterkt meetbaar wanneer de takken op gelijke lengte gesnoeid worden en dan gewogen worden (zie lengte corrigeert gewicht Tabel 9). Echter, de langere takken zouden wel in een andere lengteklassen kunnen vallen en daardoor mogelijk toch meer kunnen opbrengen.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat behandeling 3 LED B Nacht, met het opvallend lagere takgewicht per cm, enige dagen eerder geoogst was. Bij een even lange teeltduur zou de achterstand in gewicht/cm kleiner worden voor deze behandeling. Bijvoorbeeld door een iets lagere teelttemperatuur aan te houden.

*Tabel 9. Eindgewichten vers en droog. Drooggewicht is berekend op basis van de droog/versgewicht-ratio van 4 subsamples van ieder 4 planten per behandeling/ras combinatie. De drooggewicht/lengte ratio is berekend als het totale drooggewicht gedeeld door de totale lengte. Het lengte gecorrigeerd gewicht is voor Piccolo 2 Violet bepaald door alle takken te snoeien op 60 cm. Het lengte gecorrigeerd gewicht is voor Rosita 3 Pure White bepaald door alle takken te snoeien op 75 cm.*

| Behandeling          | Lengte (cm) | Droog-gewicht/<br>lengte ratio (g/cm) | Totaal gewicht (gr) |               | Lengte-gecorrigeerd gewicht (gr) |               | Vers/Droog gewicht ratio |
|----------------------|-------------|---------------------------------------|---------------------|---------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|
|                      |             |                                       | Vers                | Droog-gewicht | Vers                             | Droog-gewicht |                          |
| Piccolo 2 Violet     |             |                                       |                     |               |                                  |               |                          |
| 1. Controle          | 84.1        | 0.13                                  | 81.1                | 11.1          | 71.3                             | 9.7           | 0.137                    |
| 2. LED B Dag         | 82.0        | 0.13                                  | 75.7                | 10.5          | 68.8                             | 9.5           | 0.138                    |
| 3. LED B Nacht       | 93.9        | 0.11                                  | 74.9                | 10.5          | 59.6                             | 8.3           | 0.140                    |
| 4. LED B Dag + Nacht | 90.3        | 0.12                                  | 75.8                | 10.5          | 62.0                             | 8.6           | 0.138                    |
| Rosita 3 Pure White  |             |                                       |                     |               |                                  |               |                          |
| 1. Controle          | 72.5        | 0.13                                  | 74.0                | 9.1           | 65.9                             | 8.1           | 0.123                    |
| 2. LED B Dag         | 71.6        | 0.13                                  | 76.5                | 9.3           | 69.8                             | 8.5           | 0.122                    |
| 3. LED B Nacht       | 75.3        | 0.11                                  | 67.5                | 8.6           | 58.9                             | 7.5           | 0.127                    |
| 4. LED B Dag + Nacht | 73.9        | 0.12                                  | 71.2                | 8.8           | 64.6                             | 8.0           | 0.123                    |

## 3.6 Morfologie

Het aantal duidelijk onderscheidbare zijtakken is ook geteld. Een tak met meer duidelijk onderscheidbare zijtakken oogt voller en kan daardoor als kwalitatief beter beoordeeld worden. De kanttekening dient wel geplaatst te worden dat het onderscheiden van zijtakken van de hoofdtros lastig objectief te doen is bij *Lisianthus*, aangezien vertakking aan de hoofdtak op alle mogelijke ogen kan plaatsvinden. Het aantal zijtakken van behandeling 3 LED B Nacht en behandeling 4 LED B Dag + Nacht is opvallend lager (zie Tabel 10). Dit past goed binnen het theoretische kader van het 'schade avoidance syndroom'. Waarbij planten relatief meer in lengte investeren dan in de breedte. Dit verklaart mede het lagere takgewicht/cm (Tabel 9) bij deze behandelingen.

Tabel 10. Aantal zijtakken (>20cm) per plant. N=40 tot 45.

| Aantal zijtakken per plant (#) |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| Behandeling                    | Aantal zijtakken (#) |
| <b>Piccolo 2 Violet</b>        |                      |
| 1. Controle                    | 3.8                  |
| 2. LED B Dag                   | 3.9                  |
| 3. LED B Nacht                 | 3.5                  |
| 4. LED B Dag + Nacht           | 3.5                  |
| <b>Rosita 3 Pure White</b>     |                      |
| 1. Controle                    | 2.7                  |
| 2. LED B Dag                   | 2.7                  |
| 3. LED B Nacht                 | 2.1                  |
| 4. LED B Dag + Nacht           | 2.2                  |

Op de volgende pagina staan 3 representatieve takken per ras/behandeling ten tijde van de eind oogst weergegeven (

Figuur 13 en **Error! Reference source not found.**). De eerder genoemde lengte verschillen springen in het oog.

Daarnaast is eerder gebleken dat internodia van de langere takken langer zijn. Dus de toename in lengte kan verklaard worden door meer strekking van de internodia in plaats van de ontwikkeling van meer internodia. Echter de internodia zijn niet geteld, dus dat is een aanname. Echter voor de morfologie van de tak heeft dit wel gevolgen. De kortere takken hebben dus meer blad per cm lengte. Wat ook bijdraagt aan het lagere takgewicht/cm (Tabel 9) bij de behandelingen die resulteerden in meer taklengte.



1. Controle (Proefdag 65)



2. LED B Dag (Proefdag 64)



3. LED B Nacht (Proefdag 62)



4. LED B Dag + Nacht (Proefdag 65)

*Figuur 13. 3 Representatieve Piccolo 2 Violet takken bij eind oogst.*



1. Controle (Proefdag 58)



2. LED B Dag (Proefdag 58)



3. LED B Nacht (Proefdag 56)



4. LED B Dag + Nacht (Proefdag 58)

## 4 Discussie en conclusie

De hypothese dat blauw licht de lichtonderschepping aan het begin van de teelt kan verbeteren blijkt voor behandeling 3 LED B Nacht inderdaad te kloppen: de bedekkingsgraad door het gewas was hoger aan het begin van de teelt. De bladeren bleken zich vlakker uit te spreiden in die behandeling. Echter, het effect is niet heel groot bij Lisianthus. De iets hogere mate van lichtonderschepping in behandeling 3 LED B Nacht heeft niet geresulteerd in zwaardere takken bij de eind oogst. Integendeel, de takken in behandeling 3 LED B Nacht waren juist minder zwaar dan die in de controle, zeker na omrekening in drooggewicht/cm.

Dit kan komen door een verandering in de hormoonbalans, waardoor in behandeling 3 LED B Nacht in lichte mate het 'shade avoidance syndroom' optrad, vergelijkbaar met het effect van verrood-belichting. De toename in lengte, mindere mate van vertakking en snellere bloei (2 á 3 dagen sneller rijp) in behandeling 3 LED B Nacht passen alle drie bij dit syndroom. Dit verklaart ook het lagere takgewicht per cm (minder blad en minder zijtakken per lengte-eenheid, en door kortere teeltduur ook minder tijd voor assimilatie). Een iets lagere teelttemperatuur zal de kortere teeltduur waarschijnlijk kunnen voorkomen, waardoor het takgewicht ook weer wat toeneemt. Dit bespaart gas in de winter.

De toename in lengte met (alléén) blauw LED licht tijdens de nacht kan gunstig zijn: Meer lengte kan positief zijn voor de verkoopprijs van Lisianthus. De mate waarin dit effect optrad was wel ras-afhankelijk. De lengte van Piccolo 2 Violet was 9.8 cm toegenomen en van Rosita 3 Pure White slechts 2.8 cm in de behandeling waarbij alléén blauw licht tijdens de nacht werd gegeven. Naar verwachting (en zo ook in dit experiment) heeft blauw LED licht tijdens de dag juist een remmend effect op de lengtegroei. Omdat lange bloemstelen onder de knoppen onwenselijk zijn, zou gedacht kunnen worden aan blauw belichting in de nacht in het begin van de teelt (stimuleren lengtegroei) en later in de teelt juist overdag (compactere bloemstelen onder de knop). Op tijd stoppen met blauw belichten in de nacht voorkomt mogelijk ook de remmende werking op zijtak-uitloop. Sowieso werd het verschil in lengte vooral in de eerste vier weken van de teelt gemaakt (Figuur 11).

Er zijn in deze proefopzet geen verschillen waargenomen in het optreden van brandkoppen onder invloed van blauw stuurlicht. In alle behandelingen was het percentage brandkoppen hoog bij Piccolo 2 Violet en waren er nauwelijks brandkoppen bij Rosita 3 Pure White.

Voor praktische toepassing is het de vraag of een investering in blauwe LED-belichting te verantwoorden is. Alleen als lengte een groot probleem is kan dit overwogen worden. Verrood licht zal een sterkere lengtegroei-respons geven, maar het nadeel van verrood is dat het veel minder bijdraagt aan de assimilatie, vergeleken met blauw licht. Wel is het interessant om gebruik te maken van het blauwe licht wanneer er toch al in LED-assimilatiebelichting geïnvesteerd wordt: de meeste LED-armaturen bestaan uit een combinatie van rood (660 nm)

en blauw (450 nm). Door de toename in efficiëntie ( $\mu\text{mol}$  output per Watt input) van LED's wordt toepassing steeds interessanter. Het enige dat nodig is om met puur blauw in de nacht te kunnen belichten, is het apart kunnen aansturen van de rode en de blauwe LED's. Waarbij de overweging dat bij toepassing van LED de noodzaak om op lengte te kunnen sturen waarschijnlijk toeneemt, omdat planten in het algemeen compacter groeien onder LED rood/blauw dan onder SON-T.

## 5 Referenties

- Chang YC, Miller W. 2004.** The Relationship between Leaf Enclosure, Transpiration, and Upper Leaf Necrosis on *Lilium* 'Star Gazer'. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 129. 128-133.
- Hogewoning SW, Trouwborst G, Maljaars H, Poorter H, van Ieperen W, Harbinson J. 2010b.** Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. *Journal of Experimental Botany*, 61: 3107-3117
- Hogewoning SW, Trouwborst G. 2013.** Efficiënter lichtspectrum voor open gewassen II: De stap tot energiebesparing in de praktijk. Plant Lighting B.V., Bunnik.
- Labrie, C. (2009).** Inventarisatie oorzaak brandkoppen *Lisianthus*. Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk.
- Sharkey TD, Raschke K. 1981.** Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. *Plant Physiology* 68, 1170–1174.

# Bijlage 1 Bladsap-analyse

Groen Agro Control  
Distributieweg 1  
2645 EG Delfgauw  
Tel.: +31 (0)15-2572511  
Fax: +31 (0)15-2572522  
Mail: info@agrocontrol.nl

Plant Lighting BV  
Veilingweg 46  
3981 PC BUNNIK

Groen Agro Control  
LABORATORIUMONDERZOEK & ADVIES



## Overzicht gewas-analyse

pag 1/1

**Analyserapport** : C5762269      Monstercode : EGT180810989      Analysepakket : Destructie,      Locatie : Veilingweg 46  
Datum rapport : 15-8-2018      Monstername : niet door GAC      Elementen, N-tot      Locatienr : 9390  
Datum monstername :      Type monster: Gewas      Kopie :  
Datum ontvangst : 10-8-2018      Omschrijving : Bladanalyse Lis\_Midden

| Ongecorrigeerde analyse |                        |                | %    | mmol/kg ds |      |      |     |                  |                              |                              |     |      |      |     | µmol/kg ds |      |
|-------------------------|------------------------|----------------|------|------------|------|------|-----|------------------|------------------------------|------------------------------|-----|------|------|-----|------------|------|
| Datum                   | Omschrijving           | Monster / Opm. | ds   | K          | Na   | Ca   | Mg  | N <sub>tot</sub> | SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | Fe  | Mn   | Zn   | B   | Mo         | Cu   |
| Streefwaarden           |                        |                |      |            |      |      |     |                  |                              |                              |     |      |      |     |            |      |
| 10-08-2018              | Bladanalyse Lis_Midden | EGT180810989   | 12.4 | 727        | 38.9 | 85.6 | 134 | 3564             | 132                          | 81                           | 4.1 | 0.58 | 0.20 | 3.5 | < 10       | 18.1 |
| Opmerkingen             |                        |                |      |            |      |      |     |                  |                              |                              |     |      |      |     |            |      |
| 10-08-2018              | Bladanalyse Lis_Fan    | EGT180810988   | 13.1 | 882        | 52.2 | 106  | 189 | 3681             | 117                          | 68                           | 3.0 | 0.47 | 0.16 | 3.4 | < 10       | 17.8 |
| Opmerkingen             |                        |                |      |            |      |      |     |                  |                              |                              |     |      |      |     |            |      |

\* SO<sub>4</sub> wordt gemeten als totaal zwavel. PO<sub>4</sub> wordt gemeten als totaal fosfor.  
Eigen Methode: A068 en A064

(namens) Dr. J.B.A. van Tol  
directeur:

Dit rapport mag zonder schriftelijke toestemming niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.  
Al onze werkzaamheden worden uitgevoerd onder de leveringsvoorwaarden zoals gedeponeerd bij de KvK Haaglanden, handelsregisternr. 27204457

Sample "midden", is van planten (Piccolo 2 Violet) uit het midden van de 4 units met ernstige symptomen van brandkoppen.  
Sample "fan", is van planten (Piccolo 2 Violet) voor de fans uit de 4 units met geen/minimale brandkoppen.

