

# Alstroemeria: effecten van fotoperiode en lichtspectrum

Deelrapport VIII in project "Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor  
praktische toepassing in de kas II"



Oktober 2023

M. Wiekens, S.A.J. van den Boogaart en S.W. Hogewoning

# Alstroemeria: effecten van fotoperiode en lichtspectrum

Deelrapport VIII in project "Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor  
praktische toepassing in de kas II"

Oktober 2023

M. Wiekens, S.A.J. van den Boogaart en S.W. Hogewoning

Plant Lighting B.V.

Doordraai 1

3981 PE Bunnik

[info@plantlighting.nl](mailto:info@plantlighting.nl)

[www.plantlighting.nl](http://www.plantlighting.nl)

## REFERAAT

M. Wiekens, S.A.J. van den Boogaart & S.W. Hogewoning. 2023. Alstroemeria: effecten van fotoperiode en lichtspectrum. Deelrapport VIII in project "Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor praktische toepassing in de kas II". Plant Lighting B.V. Bunnik. 47p.



Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



Stichting  
Kennis in je Kas



**Royal Van Zanten**



© 2023 Plant Lighting B.V.

Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking met het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland in het kader van het programma Kas als Energiebron, ter stimulering van energiebesparende maatregelen in de tuinbouw. Het onderzoek is mede gefinancierd door Stichting Kennis in je Kas, de gewascoöperatie Alstroemeria en Signify. 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 INLEIDING.....	8
2 MATERIAAL EN METHODEN .....	10
2.1 Opzet.....	10
2.2 Plantmateriaal.....	11
2.3 Klimaat .....	12
2.4 Licht .....	13
2.5 Metingen.....	15
3 RESULTATEN.....	16
3.1 Bladkwaliteit.....	17
3.2 Vaasleven .....	22
3.3 Verdamping.....	25
3.4 Productie .....	26
3.5 Fotosynthese .....	32
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE.....	35
5 REFERENTIES.....	37
6 BIJLAGEN.....	39
6.1 Fotosynthese onder extreme winterse condities.....	39
6.2 Vaasleven .....	41
6.3 Gerealiseerd klimaat.....	43
6.4 Analyses voedingswater en substraat.....	45
6.5 Drainmetingen en giftwater .....	46
6.6 Resultaten.....	47

# Samenvatting

## *Doelstelling en onderzoeksvragen*

In de alstroemerierteelt is de bladkwaliteit onder LED-belichting in de winter nog vaak onvoldoende. Telers observeren problemen met bladchlorose en spikkels op het blad. Telers menen dat deze symptomen verergeren in de praktijk bij een langere fotoperiode (meer uren belichting) en in periodes met veel uitstraling. Het spectrum van de belichting zou ook van belang kunnen zijn. De gebrekkige bladkwaliteit ontstaat mogelijk door schade aan het fotosysteem of door problemen met verdamping. In dit onderzoek wordt als doel gesteld om de oorzaak van de problemen met bladkwaliteit in de winter te achterhalen.

## *Proefopzet*

In twee klimaatcellen van Plant Lighting in Bunnik is een proef opgezet waarin 31 weken lang winterse condities zijn gesimuleerd. Er zijn vier behandelingen getoetst bij de cultivars Dancing Queen en Rome: twee fotoperiode-behandelingen (12 en 18 h/d) gecombineerd met twee spectrale behandelingen (LED R84%-G6%-B10%, met en zonder 10% toegevoegd verrood licht ten opzichte van PAR). In alle behandelingen werd ook 2.3 mol/m<sup>2</sup>/d kunstmatig zonlicht gegeven, wat representatief is voor de winterperiode. Tussen de lichtbehandelingen is de lichtsom (PAR) gelijk gehouden, wat resulteerde in 250 (korte dag) en 167 μmol/m<sup>2</sup>/s PAR (lange dag). De totale DLI was 13.1 mol/m<sup>2</sup>/d PAR. De laatste zes weken van de proef is een strengere winterperiode gesimuleerd, met als doel verschillen in behandelingseffect te vergroten. Daarbij is het kasklimaat in de praktijk in zo'n periode gesimuleerd door de etmaaltemperatuur te verlagen en in nacht een hogere relatieve luchtvochtigheid en CO<sub>2</sub>-concentratie aan te houden. Gedurende de proef zijn metingen aan fotosynthese gedaan om te onderzoeken of schade aan het fotosysteem was opgetreden. Ook zijn de watergift en drain bijgehouden om te onderzoeken of er problemen met de verdamping waren ontstaan. Tijdens de oogstmomenten zijn de productie en takkwaliteit gemeten.

## *Resultaten*

Aan bloemtakken uit alle lichtbehandelingen trad bladschade op, wat erger leek te worden onder een fotoperiode van 18 uur. Er was geen effect van verrood licht op de mate van bladschade. Uit de fotosynthesemetingen kwamen geen problemen met het fotosysteem naar voren. Wel was de huidmondjesgeleiding van Rome aan de lage kant en kon deze beperkend zijn voor de netto CO<sub>2</sub>-opname. Tijdens de strengere wintersimulatie werden de problemen met bladkwaliteit sterk vergroot, waarbij er een sterke toename in bladchlorose werd geobserveerd in Rome. Ook ontstonden er spikkels in bladeren van Dancing Queen, en werden deze versterkt in Rome. Dat de bladkwaliteit sterk afnam in de strengere wintersimulatie doet het vermoeden ontstaan dat klimaatomstandigheden een grotere rol spelen bij het ontstaan van de bladschade dan de getoetste verschillen in belichting.

Er werd voor beide alstroemeriarassen een opvallend hogere productie van bloemtakken gemeten onder een fotoperiode van 18 uur in combinatie met het spectrum met 10%

toegevoegd verrood. Echter, bij de interpretatie van de productiecijfers is voorzichtigheid geboden vanwege de beperkte oppervlakte van 4.8 m<sup>2</sup> netto per proefbehandeling per ras.

#### *Conclusie*

Er kan geconcludeerd worden dat de toevoeging van verrood licht in het spectrum niet overtuigend leidt tot vermindering van bladkwaliteitsproblemen in de winter. Wel worden de problemen verergerd door het aanhouden van een lange fotoperiode. Daarnaast draagt een kasklimaat in de praktijk in een strenge winterperiode met lagere etmaaltemperatuur, hoge luchtvochtigheid en hoge CO<sub>2</sub>-concentratie in de nacht bij aan het verergeren van de bladkwaliteitsproblemen. Vervolgonderzoek naar de effecten van deze klimaatfactoren kan inzicht geven in de oorzaak van de problemen met bladkwaliteit in de winter.

# Dankwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van een onderzoek naar de effecten van fotoperiode en lichtspectrum op de bladkwaliteit en ontwikkeling van alstroemeria. Het onderzoek vond plaats onder gesimuleerde winterse omstandigheden in klimaatcellen van Plant Lighting.

Dit onderzoek is onderdeel van het project “Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor praktische toepassing in de kas II”, ondersteund door het programma Kas als Energiebron, gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Glastuinbouw Nederland/Stichting Kennis in je Kas (Kijk), en medegefinancierd door de gewascoöperatie Alstroemeria en Signify. Onze dank gaat uit naar Marco de Groot (Kairos Tuinbouwadvies), wie regelmatig een bezoek aan de proef heeft gebracht. Ook willen we Royal Van Zanten en HilverdaFlorist bedanken, waar het plantmateriaal is opgekweekt. Daarnaast willen we alle telers die de proef in Bunnik hebben bezocht bedanken voor hun interesse in dit onderzoek. De leden van de BCO worden bedankt voor hun actieve bijdrage in de besprekingen. Joke Vreugdenhil (Glastuinbouw Nederland) wordt bedankt voor het coördineren van de BCO's. Als laatste willen we de onderzoekscoördinatoren Dennis Medema, Robert Solleveld en Leo Oprel van het programma Kas als Energiebron bedanken voor hun steun bij de totstandkoming en uitvoering van dit project.

Oktober 2023,

Sander Hogewoning

# 1 Inleiding

*Alstroemeria* (*Alstroemeria*) is een geslacht bloeiende planten in de familie *Alstroemeriaceae* waarvan de soorten van origine in grote delen van Zuid-Amerika voorkomen. De soorten binnen dit geslacht vormen ondergrondse rhizomen, waarvan generatieve scheuten afsplitsen die tot wel 1.5 meter lange bloemtakken vormen. In de tuinbouw wordt de alstroemeria veelal als snijbloem geteeld. In 2022 kent Nederland 41 hectare aan alstroemeriateelt, waarmee het 2% van het totale snijbloemenareaal onder glas omvat (CBS StatLine). Om jaarrond inductie van bloemtakken te stimuleren en de productiviteit te verhogen, wordt in de teelt actieve bodemkoeling toegepast. De implementatie van LED-belichting in de alstroemeriateelt biedt grote kansen, omdat moderne LED-armaturen ongeveer twee keer zoveel  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  PAR-licht produceren per Joule elektra-input dan SON-t lampen. Daarbij gaat er minder energie verloren als warmte en kan er met half zoveel elektriciteit eenzelfde hoeveelheid belicht worden (Katzin et al., 2021, Kusuma et al., 2020). Omdat de alstroemeriateelt bekend staat als een relatief koude teelt is deze bij uitstek geschikt voor de toepassing van LED-belichting. Het gebruik van LED-belichting heeft in de alstroemeriateelt de afgelopen jaren al een vlucht genomen, waarbij nieuwe inzichten en teeltmethoden bijdragen aan een fossielvrije teelt.

Hoewel deze ontwikkelingen veelbelovend zijn, is de bladkwaliteit onder LED-belichting vaak onvoldoende in de winterperiode. Telers observeren in deze periode bladchlorose en/of spikkels op het blad. De oorzaak van deze bladschade is tot dusver onbekend. Mogelijk treedt er schade op aan het fotosysteem, zoals gebeurt in tomaat en aubergine wanneer deze worden blootgesteld aan een (te) lange belichtingsduur (van den Boogaart et al., 2022, Velez-Ramirez 2014). Ook onvoldoende verdamping zou een oorzaak kunnen zijn voor het probleem met bladkwaliteit bij alstroemeria. In periodes met hoge uitstraling, zoals in de winter, verergeren de problemen met bladschade volgens telers. Uitstraling beperkt de beschikbare energie voor verdamping (zie o.a. Trouwborst et al., 2022).

In de praktijk ervaren telers meer bladproblemen bij langere fotoperiodes. Voorgaand onderzoek heeft zich gericht op het toepassen van LED-belichting voor de productie van alstroemeria (García Victoria, 2022) en het bepalen van een energie- efficiënte belichtingsstrategie (Trouwborst et al., 2015). Meerjarig onderzoek heeft een duurzame en toekomstbestendige teeltstrategie opgeleverd waarmee geheel fossielvrij geteeld kan worden mits 'groene stroom' en extern aangeleverde CO<sub>2</sub> beschikbaar zijn en gebruik gemaakt wordt van seizoensbuffer voor warmte in combinatie met een warmtepomp (García Victoria et al., 2022). Hierbij bleef echter de bladkwaliteit achter vergeleken met de 'conventionele' alstroemeriateelt. Het is daarom van belang de oorzaak van de bladkwaliteitsproblemen te achterhalen, om een strategie te ontwikkelen waarmee de bladschade voorkomen kan worden.

Om de oorzaak van de bladschade onder belichting in de winter te achterhalen is een proef opgezet waarin de effecten van fotoperiode (12 en 18 h/d) en lichtspectrum (met en zonder toevoeging 10% verrood) op de bladkwaliteit van alstroemeria zijn onderzocht. Dit in een teelt

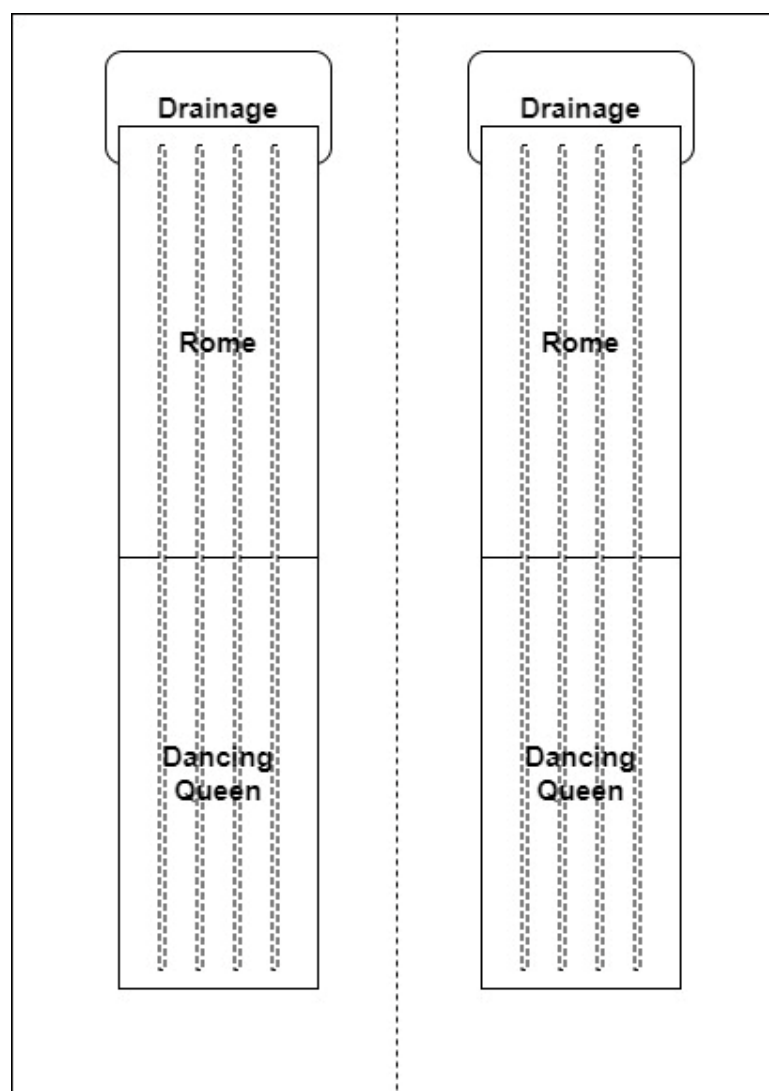


onder gesimuleerde winters teeltomstandigheden. Het effect van de verschillende behandelingen op bladkwaliteit, fotosynthese, huidmondjesgeleiding en verdamping is gemeten.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Opzet

De proef is uitgevoerd in de periode van 15 juli 2022 tot en met 17 februari 2023 (31 weken) in twee klimaatkamers bij Plant Lighting B.V. te Bunnik. De klimaatkamers hadden ieder een netto teeltoppervlakte van 19.2 m<sup>2</sup> en waren ieder verdeeld in twee afdelingen per cel door middel van reflecterende schermen (MCPET; Figuur 2.2). Twee verschillende fotoperiodes (12 uur en 18 uur) en spectra (0 en 10% verrood (vr)) zijn getoetst. Deze vier behandelingen zijn getoetst op twee alstroemeriarassen (Dancing Queen en Rome) (Figuur 2.1). De laatste zes weken van de proef zijn de klimaatinstellingen aangepast om een extremere winter te simuleren om eventuele klimaateffecten uit te vergroten (Tabel 2.1).



Figuur 2.1. Schematisch overzicht van één van de twee klimaatcellen. De verticale stippellijn in het midden vertegenwoordigt een rij schermen (MCPET) die de lichtspectra gescheiden houdt. De teeltbedden (met daarin Dancing Queen en Rome achter elkaar) bevatten elk een kraanvak welke druppelsslangen (stippellijnen) en een drainagebak bevatten.

Na een initiële opstartperiode van de productie volgde vanaf proefweek 15 een periode van stabielere productie. Deze periode hield aan tot aan het omschakelen naar de gesimuleerde extremere winterse condities in proefweek 25. De periode tussen proefweek 15 en 25 is in de analyses gebruikt als referentie voor de praktijk. De opstartperiode is grotendeels buiten beschouwing gelaten, omdat deze buitenproportioneel veel invloed zou hebben op de gemiddelde productiecijfers in vergelijking tot de praktijk voor de meerjarige teelt die alstroemeria is.

Tabel 2.1. Tijdslijn van de proef.

<b>Datum</b>	<b>Proefweek</b>	<b>Actie</b>
15-07-2022	0	Start proef, planten geplant
23-08-2022	7	Eerste oogst
19-09-2022	9	Start scoring bladschade
16-01-2023	26	Extremere wintersimulatie
17-02-2023	31	Einde proef

## 2.2 Plantmateriaal

Voor de proef zijn onder elke behandeling 20 planten van de rassen Dancing Queen (Royal Van Zanten) en Rome (HilverdaFlorist) gebruikt. Dancing Queen is een alstroemeriaras dat relatief korte takken met oranje bloemen geeft. Rome is een butterfly-ras en produceert een zware tak met een roze bloemkleur. Het plantmateriaal is opgekweekt bij Tesselaar Alstroemeria en werd op 15 juli 2022 geplant in de klimaatcellen bij Plant Lighting. Op dat moment hadden de planten een aantal stengels met een lengte van ongeveer 30 cm (Figuur 2.2). De planten werden praktijkconform op kokossubstraat geteeld (Florentus Kokos potgrond) in een containersysteem (JBH Containersysteem) inclusief bodemkoeling. Het koelwater voor de bodemkoeling had een aanvoertemperatuur van 10 °C om een bodemtemperatuur van 14.8 °C te behalen.

Per teeltbed (kraanvak) kon per behandeling voor beide rassen samen de drain worden opgevangen voor het bepalen van drainvolume, EC en pH. Er werd gestuurd op een drainpercentage van 20 %. Voor de voeding is gebruik gemaakt van een schema volgens advies van Flori Consult Group, dat later is aangepast voor het bestrijden van vochtbladjes en het sturen van de drain pH-waarde (Bijlage 6.4).



*Figuur 2.2. De planten in één van de twee klimaatcellen op de dag van planten (15 juli 2022).*

## 2.3 Klimaat

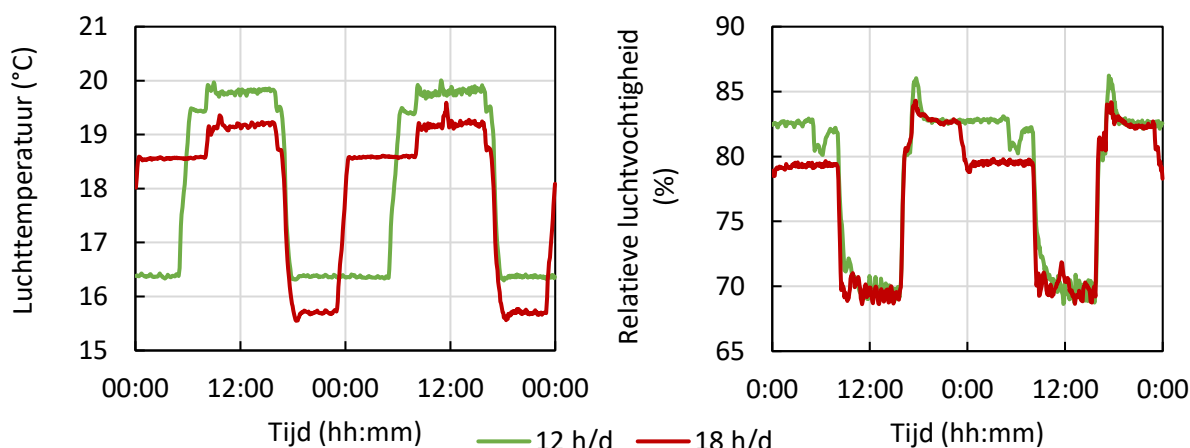
In beide klimaatkamers zijn winterse condities nagebootst om de door telers geobserveerde bladkwaliteitsproblemen tot uiting te laten komen. Daartoe is een etmaaltemperatuur van 18 °C aangehouden met een dag/nacht temperatuurverschil van 3 °C. Bij een fotoperiode van 12 uur is overdag een temperatuur van 19.5 °C (fotoperiode) en in de onbelichte nacht 16.5 °C aangehouden. Bij een fotoperiode van 18 uur was dit 18.8 en 15.8 °C. Onder beide fotoperiodes is een relatieve luchtvochtigheid van 70% (dag) en 80% (onbelichte nacht) aangehouden. Overdag was de CO<sub>2</sub>-concentratie 800 ppm.

Vanaf proefweek 26 zijn de klimaatcondities aangepast om meer extremere winterse condities na te bootsen in de hoop verschillen in bladkwaliteit meer tot uiting te brengen. Hiervoor is in eerste instantie zowel de dag- als nachttemperatuur met 4°C verlaagd tot een T<sub>etmaal</sub> van 14°C, waarbij ook de relatieve luchtvochtigheid binnen beide fotoperiode-behandelingen verlaagd is naar 63% over het etmaal (60% dag en 70% onbelichte nacht). Twee weken later (proefweek 28) is in overeenstemming met de begeleidende telers besloten de CO<sub>2</sub>-concentratie in de nacht op te laten lopen tot 1800 ppm, de temperatuur overdag te verhogen om een etmaaltemperatuur van 15 °C te realiseren en om de relatieve luchtvochtigheid in de nacht op te laten lopen tot 90%. In de praktijk worden in de winter etmaaltemperaturen van ongeveer 15°C behaald. Daarnaast wordt in de nacht weinig geventileerd, waardoor vocht en vrijgekomen CO<sub>2</sub> uit het substraat zich ophoopt in de kas. Hierbij is het verloop van de relatieve luchtvochtigheid bij korte fotoperiode gelijkgetrokken met die bij lange fotoperiode (Tabel 2.2). Hiermee werd gepoogd de behandelingseffecten op bladkwaliteit te vergroten.

Tabel 2.2. Temperaturen, relatieve luchtvochtigheid en CO<sub>2</sub>-concentratie voor de fotoperiodebehandelingen over de proefduur. Gemiddelde waarden over het etmaal staan tussen haakjes weergegeven.

Proef- week	Relatieve					
	Temperatuur D/N (°C)		luchtvochtigheid D/N (%)		CO <sub>2</sub> concentratie D/N (ppm)	
	12 h/d	18 h/d	12 h/d	18 h/d	12 h/d	18 h/d
0-26	19.5/16.5 (18)	18.8/15.8 (18)	70/80 (75)	70/80 (73)	800/400	800/400
26-28 <sup>1</sup>	15.0/11.0 (14)	15.0/11.0 (14)	60/70 (63)	60/70 (63)	800/400	800/400
28-31 <sup>1</sup>	16.3/11.0 (15)	16.3/11.0 (15)	60/90 (66)	60/90 (66)	800/1800	800/1800

<sup>1</sup> De nachttemperaturen en luchtvochtigheid werden in beide klimaatcellen voor de eerste zes uur van de donkerperiode aangehouden.

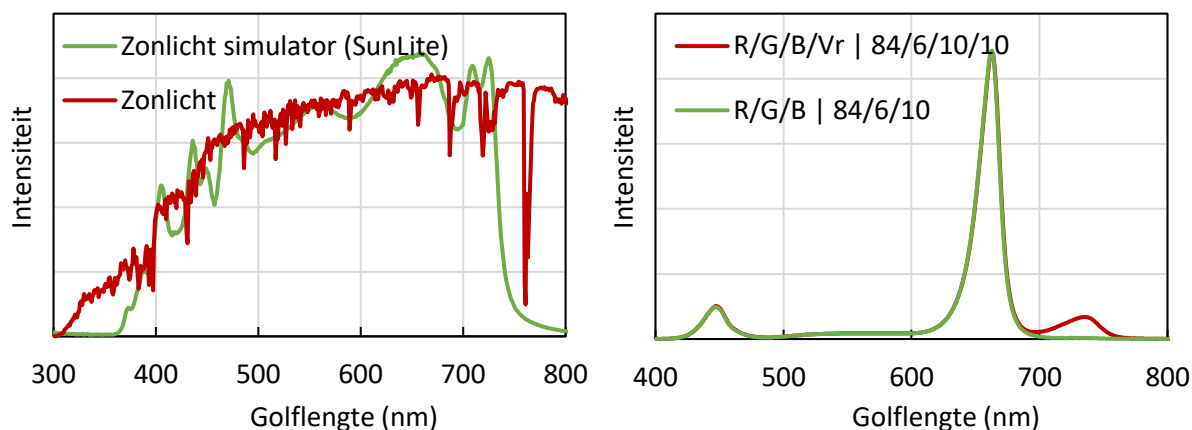


Figuur 2.3. Luchttemperatuur (links) en relatieve luchtvochtigheid (rechts) over twee etmalen tijdens proefweek 16 in de twee klimaatcellen. De gemiddelde etmaaltemperatuur was gelijk in beide cellen.

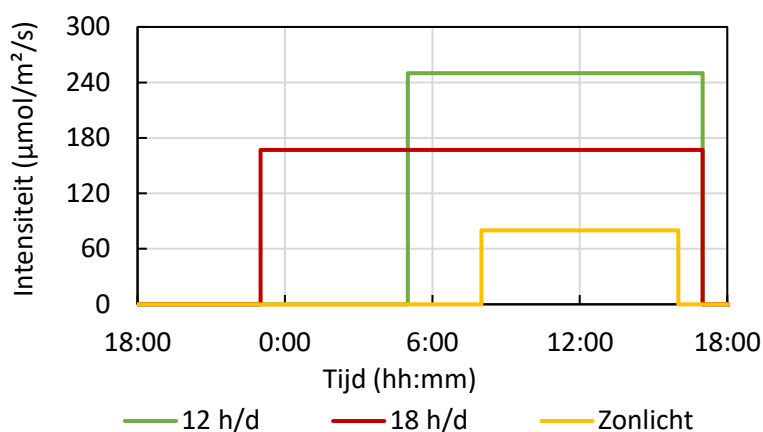
## 2.4 Licht

De belichting in de klimaatcellen bestond uit LED-belichting en kunstmatige zonlichtbelichting. De zonlicht-armaturen (SunLite; Specialty Lighting Holland, Giessen) produceren een spectrum dat dicht bij dat van natuurlijk zonlicht ligt (Hogewoning et al., 2010). In alle behandelingen is voor het kunstmatige zonlicht een lichtsom gegeven die representatief is voor de wintermaanden in een kas. Er is bijbelicht met LED-licht (HortiLED Multi 4DIM, Hortilux) dat is ingesteld op een spectrum met 10% blauw, 6% groen en 84% rood, waarbij er in de behandelingen met verrood 10% verrood (ten opzichte van PAR) aan het spectrum was toegevoegd (Figuur 2.4; Tabel 2.3).

Het kunstmatige zonlicht had in alle behandelingen een intensiteit van 80  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  PAR met een duur van 8 uur per etmaal, resulterend in een lichtsom of daglichtintegraal (DLI) van 2.3  $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$  PAR. De LED-belichting had een intensiteit van 250 en 167  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  PAR bij de respectievelijke fotoperiodes van 12 en 18 uur, resulterend in een DLI van 10.8  $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$  PAR bijbelichting. Hiermee komt in alle behandelingen de totale DLI uit op 13.1  $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$  PAR. De LED-belichting ging in beide fotoperiodebehandelingen een uur later uit dan de kunstmatige zonlichtlampen (Tabel 2.4).



Figuur 2.4. Spectra van de kunstmatige zonlichtbelichting (SunLite) en natuurlijk zonlicht (ASTM-standaard, links) en de spectra van de toegepaste LED-belichting (rechts).



Figuur 2.5. Patroon van intensiteiten in PAR van LED- belichting in de fotoperiodebehandelingen (groen en rood) en achtergrondzonlicht (geel) over de dag.

Tabel 2.3. Percentages blauw, groen, rood en verrood (t.o.v. PAR) van de LED-belichting.

Behandeling	% aandeel t.o.v. PAR (LED)			
	Blauw	Groen	Rood	Verrood
12 h/d 0% vr	10	6	84	0
12 h/d 10% vr	10	6	84	10
18 h/d 0% vr	10	6	84	0
18 h/d 10% vr	10	6	84	10

Tabel 2.4. Belichtingsintensiteiten en lichtsommen van LED- en zonlichtbelichting voor de verschillende behandelingen uitgedrukt in PAR.

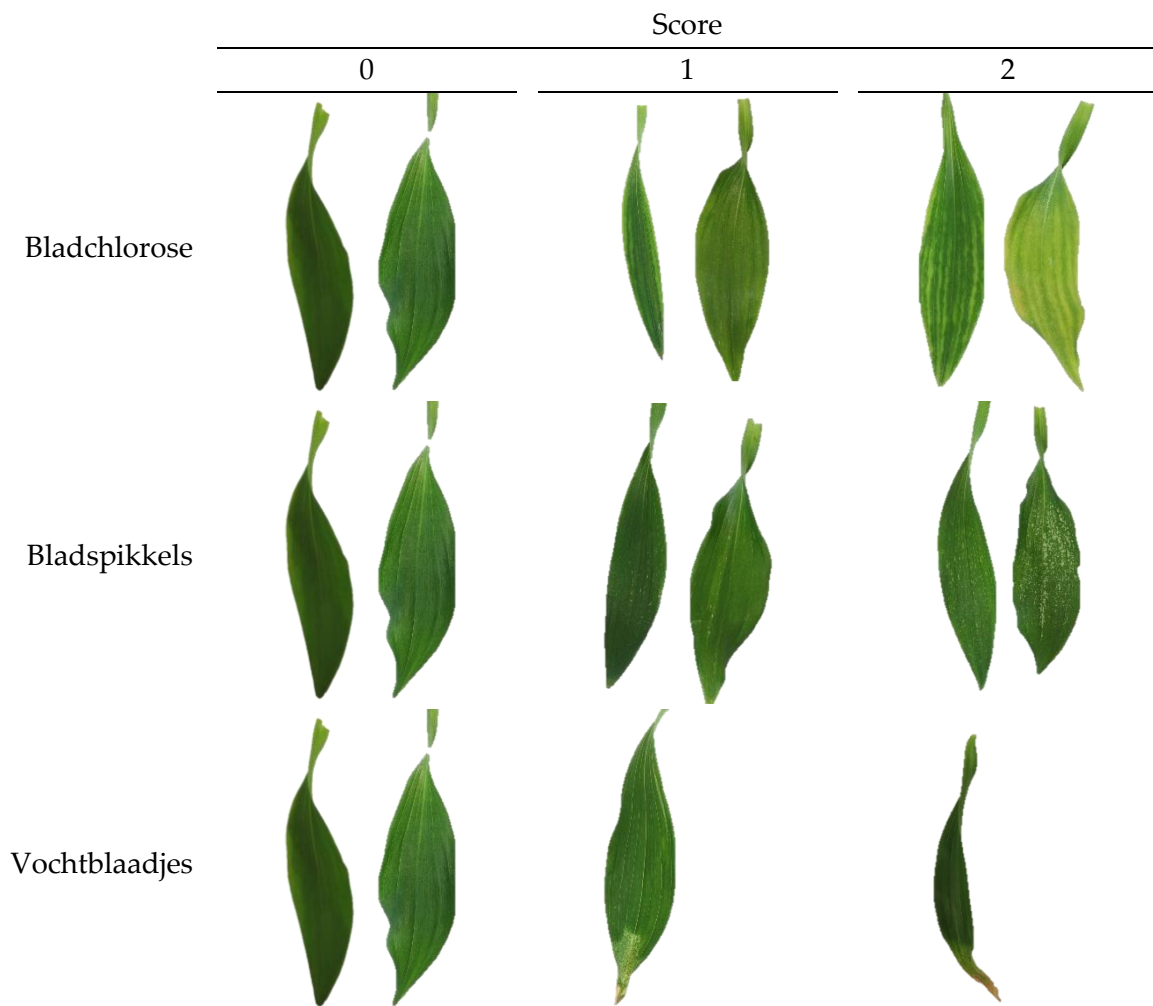
Behandeling	Intensiteit ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR)		Lichtsom ( $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ PAR)		
	LED	Zonlicht	LED	Zonlicht	Totaal
12 h/d 0% vr	250	80	10.8	2.3	13.1
12 h/d 10% vr	250	80	10.8	2.3	13.1
18 h/d 0% vr	167	80	10.8	2.3	13.1
18 h/d 10% vr	167	80	10.8	2.3	13.1

## 2.5 Metingen

De volgende metingen zijn uitgevoerd binnen deze proef:

1. Driemaal per week zijn rijpe bloemtakken geoogst. Tot proefweek 12 zijn deze praktijkconform getrokken, waarna is overgaan tot het snijden van bloemtakken om schade aan het wortelgestel te voorkomen. Aan iedere bloemtak zijn de volgende metingen gedaan:
  - Takgewicht
  - Taklengte
  - Veilinggewicht is bepaald op 60 of 75 cm lengte, afhankelijk of een tak al dan niet groter of gelijk aan 75 cm was. Het afgeknipte stengeldeel en de verwijderde bladeren zijn geregistreerd als knipafval (voor bepalen biomassa).
  - Vanaf proefweek 10 is bladschade gescoord volgens een 0-1-2-systeem. Er is gescoord op de aanwezigheid van vochtblaadjes, bladchlorose en bladspikkels (vanaf proefweek 16), waarbij deze afwezig waren bij een score van 0 en het meest aanwezig waren bij een score van 2 (Figuur 2.6).
2. Wekelijks zijn tien jonge scheuten (< 2 cm) per ras en behandeling gemarkeerd om de uitgroeiduur te bepalen.
3. Het drooggewichtpercentage van bloemtakken, knipafval en loze takken is bepaald in proefweek 25.
4. Wekelijks tot tweewekelijks is het gewas onderzocht op de aanwezigheid van loze takken. Bij het aantreffen hiervan zijn deze verwijderd, geteld en gewogen.
5. Ten minste tweemaal per week is het volume, de EC en de pH van het drainwater gemeten.
6. Op vier momenten (proefweek 17, 24, 27 en 30) is de fotosynthese in het gewas gescreend met het LI-8600 portable photosynthesis system (LI-COR, USA). Hiervoor is aan de bovenste bladeren van bloemtakken gemeten bij een CO<sub>2</sub>-concentratie van 800 ppm en een lichtintensiteit van 200 μmol/m<sup>2</sup>/s PAR (meetlicht 10% B en 90% R).
7. Het vaasleven is op twee momenten in de proef onderzocht: drie vazen met 3 tot 6 bloemtakken per vaas uit opeenvolgende oogsten tijdens de gesimuleerde winterse condities in proefweek 24/25 en drie vazen uit de extreme winterse condities in proefweek 29/30. Bij de vaasleventesten is de bladkwaliteit driemaal per week gescoord en na extreme winterse condities is ook de verdamping van water uit de vaas bijgehouden. Daarnaast is bij het afschrijven de reden van afschrijving genoteerd (uitgebloeid, geel blad of slappe takken).
8. Om het functioneren van de huidmondjes te controleren is een papierbladtest uitgevoerd. Hiertoe zijn in proefweek 30 bovenin het gewas tien bladeren per ras per behandeling geplukt en per 10 tegelijk gewogen. Vervolgens is zes uur lang ieder half uur tot uur de gewichtsafname bepaald.

Tijdens de eindoogst na proefweek 31 zijn het aantal aanwezige scheuten en het gezamenlijke gewicht hiervan bepaald per plant (N = 20). Alleen het bovengrondse gewas is hierbij geoogst en niet de wortels, wortelknollen en rhizomen.



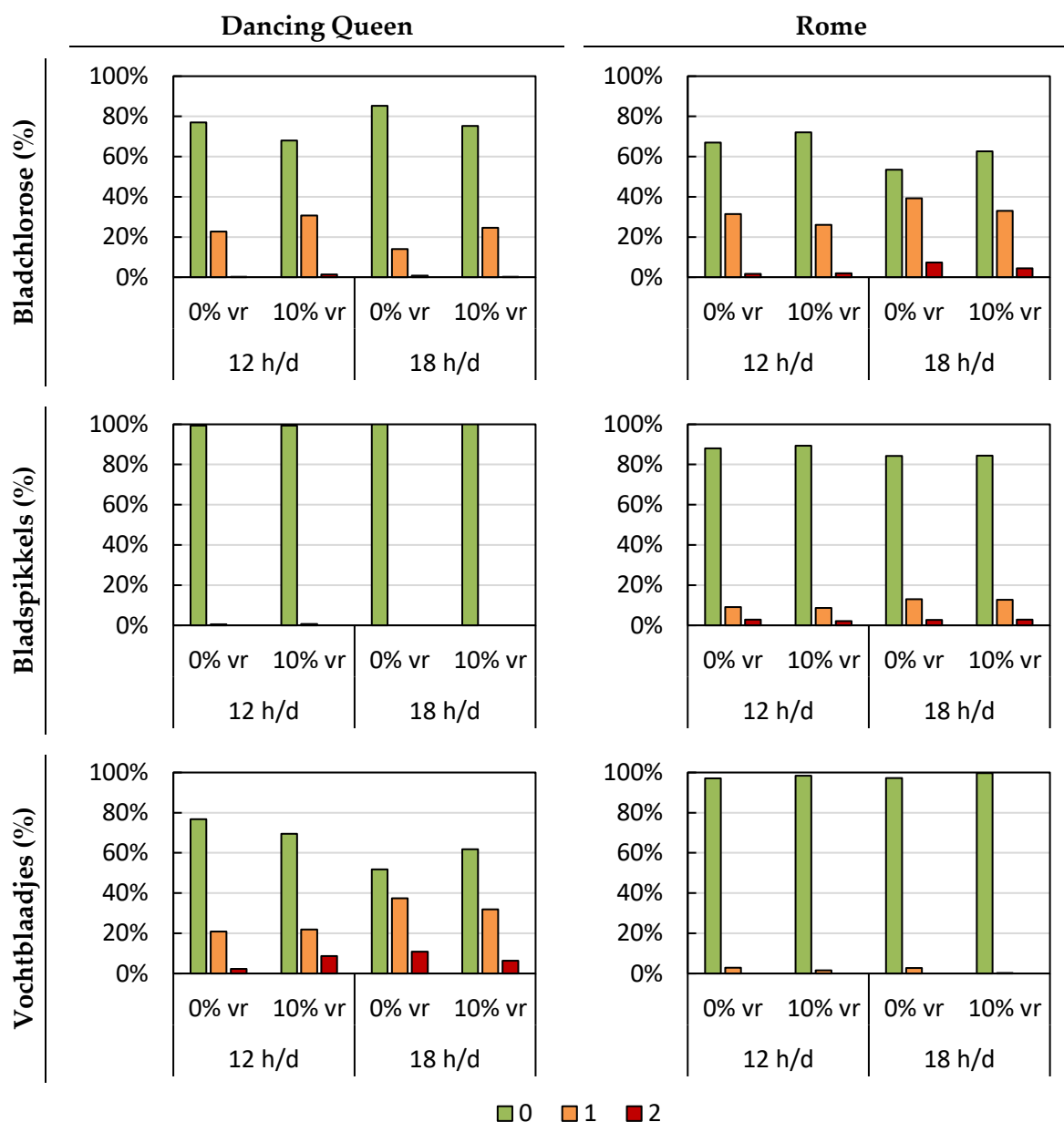
*Figuur 2.6. Voorbeelden van bladeren met kwaliteitsproblemen (bladchlorose, bladspikkels en vochtblaadjes) per scoringsklasse voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts). Voor vochtblaadjes score 1 en 2 is alleen Dancing Queen afgebeeld, omdat dit nagenoeg niet voorkwam bij Rome.*



### 3 Resultaten

#### 3.1 Bladkwaliteit

In alle behandelingen is in verschillende vorm en mate bladschade geobserveerd, waarbij de bladproblemen zich bij Dancing Queen vooral uitten in vochtblaadjes, terwijl er in Rome nauwelijks vochtblaadjes maar wel bladspikkels ontwikkelden. In bladeren van beide rassen ontstond ook zichtbare bladchlorose, wat bij Rome meer voorkwam dan bij Dancing Queen (Figuur 3.1).

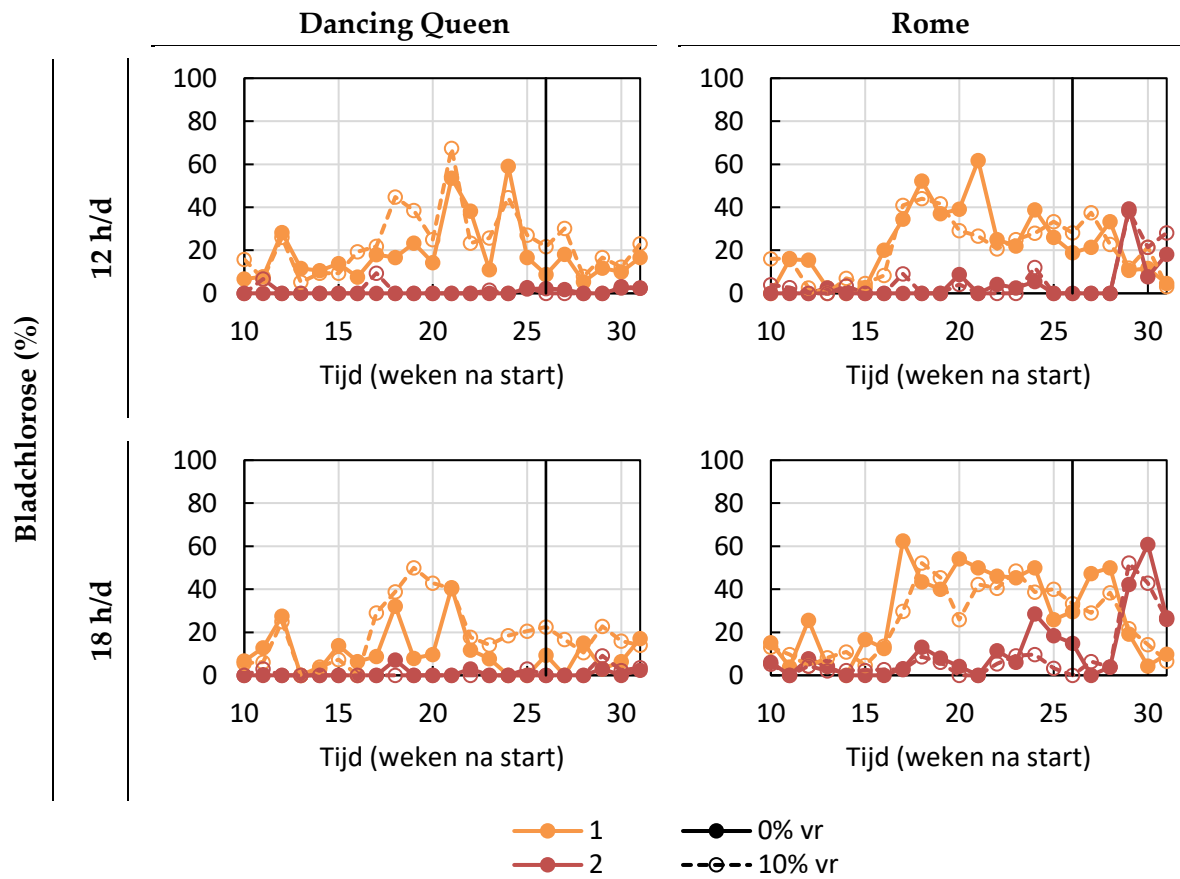


Figuur 3.1. Percentage van de bloemtakken van Dancing Queen (links) en Rome (rechts) die tussen proefweek 15 en 25 de verschillende vormen en gradatie van bladschade vertoonden. Zie scoringsklassen in hoofdstuk 2.5.

### 3.1.1 Bladchlorose

De mate en vorm van bladchlorose verschilde tussen de rassen. Bij Dancing Queen uitte bladchlorose zich vooral als vergeelde strepen tussen de bladnerven, terwijl bij Rome sommige bladeren volledig vergeelden (Figuur 2.6). In de periode waarin gescoord werd varieerde het percentage bloemtakken met bladchlorose, waarbij er voor beide rassen in alle behandelingen vanaf proefweek 16-17 een toename was in het aantal takken met een score van 1, dat is milde chlorose (Figuur 3.2). Wellicht hebben veranderingen in de gift-EC of de voedingssamenstelling in de weken ervoor hierin een rol gespeeld (Bijlage 6.5). Dancing Queen had voor het grootste deel van de gescoorde takken geen bladchlorose (score 0) of milde chlorose (score 1). Rome had relatief veel takken met een score van 1 en ook bladeren met een score van 2, wat een serieus kwaliteitsprobleem is (Figuur 3.2). Een fotoperiode van 18 uur lijkt bladchlorose voor Rome te verergeren. Er is geen algemeen overtuigend effect van het toevoegen van verrood aan het spectrum op bladchlorose, hoewel er wel meer chlorose is met verrood bij Dancing Queen onder 18 uur fotoperiode. Het scoren van bladchlorose score 1 was namelijk lastig bij Dancing Queen, omdat lichte strepen in het blad een eigenschap van dit ras is.

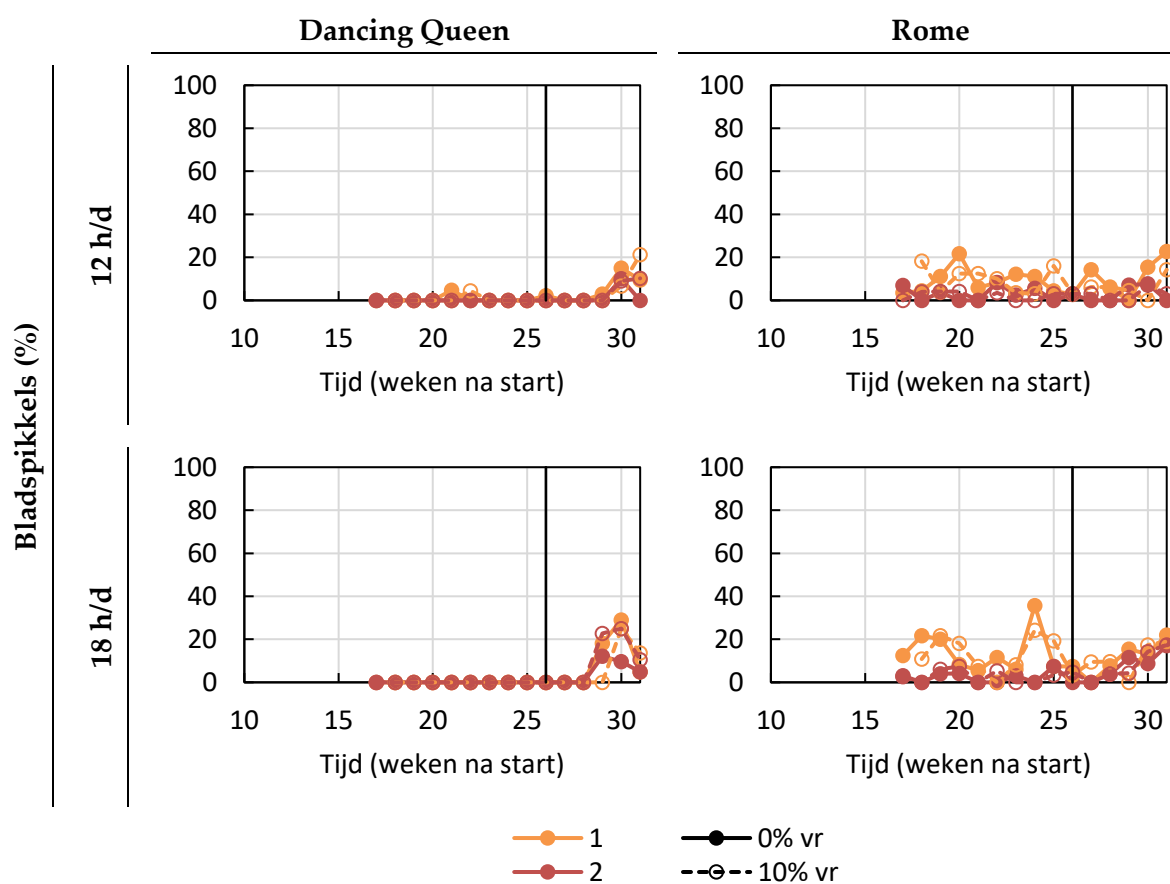
Vanaf het instellen van de extremere winterse condities in proefweek 26 is er voor Rome meer bladchlorose aangetroffen. Bij een fotoperiode van 18 uur liep het percentage bloemtakken met een score van 2 voor bladchlorose op tot ruim 60% in proefweek 30, terwijl onder een fotoperiode van 12 uur kort opliep tot 40%. Dit effect van klimaat en fotoperiode trad niet op voor Dancing Queen (Figuur 3.2).



Figuur 3.2. Percentage bladchlorose met een score van 1 (oranje) en 2 (rood) voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts) voor fotoperiodes van 12 (boven) en 18 uur (onder). Gesloten en open symbolen vertegenwoordigen de verrood behandelingen van 0 en 10% toegevoegd verrood licht t.o.v. PAR. De verticale lijn vertegenwoordigt het moment waarop de extreme winterse condities zijn ingezet.

### 3.1.2 Bladspikkels

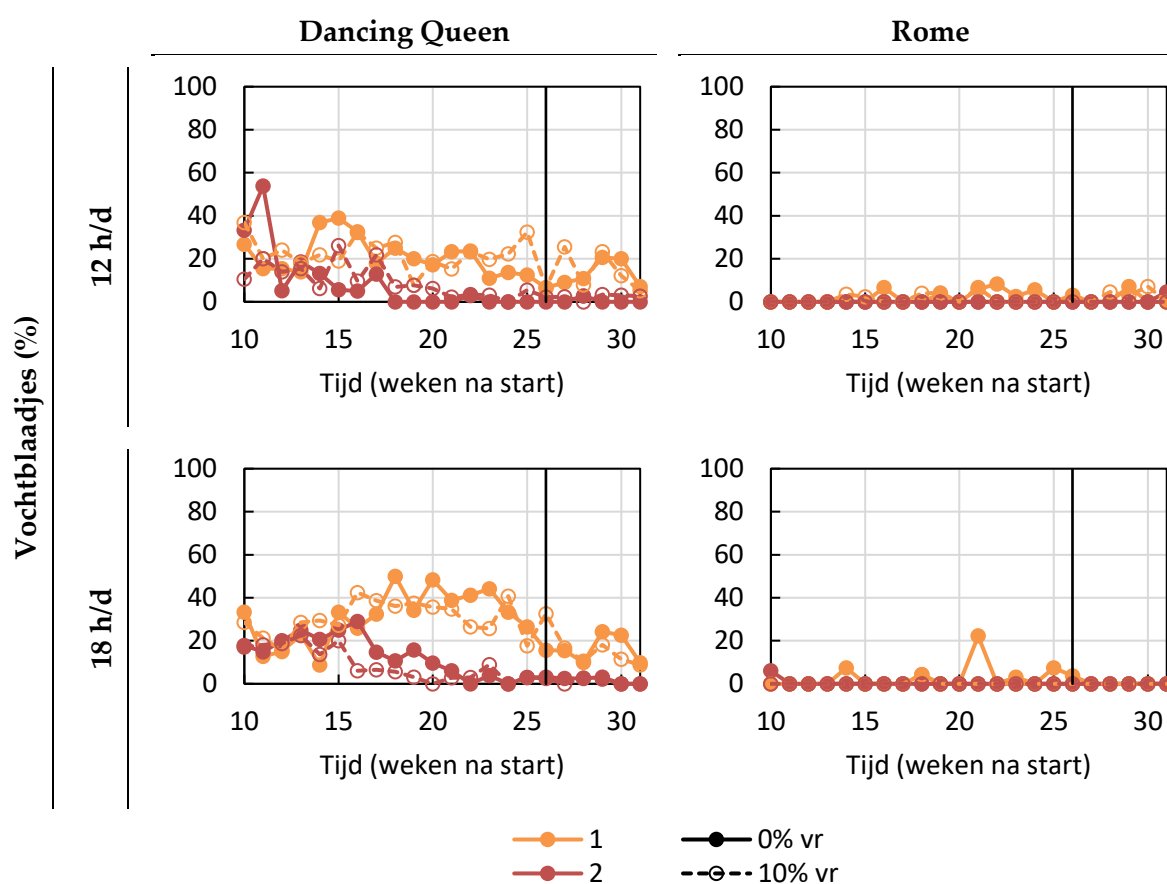
Er werden in bladeren van Dancing Queen tot en met proefweek 28 (bijna) geen bladspikkels gevonden. Pas na het inzetten van extremere winterse condities zijn er bladspikkels ontstaan in alle behandelingen. Daarbij hadden 25 tot 50% van de takken ten minste 1 blad met bladspikkels van score 1 of 2. Rome had over de hele scoringsperiode bladspikkels. Deze kwamen regelmatig voor in bladeren waar ook bladchlorose was ontstaan. In de periode na proefweek 25 was er een toename in het aandeel takken waarin bladspikkels werden gescoord, waarbij de toename groter was bij een fotoperiode van 18 dan bij 12 uur. De toename in bladspikkels score 1 bij Rome bij de fotoperiode van 18 uur kan mogelijk worden verklaard door het kwalitatief scoren door verschillende onderzoekers (Figuur 3.3).



Figuur 3.3. Percentage bladspikkels met een score van 1 (oranje) en 2 (rood) voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts) voor fotoperiodes van 12 (boven) en 18 uur (onder). Gesloten en open symbolen vertegenwoordigen de verrood behandelingen van 0 en 10% toegevoegd verrood licht t.o.v. PAR. De verticale lijn vertegenwoordigt het moment waarop de extreme winterse condities zijn ingezet.

### 3.1.3 Vochtblaadjes

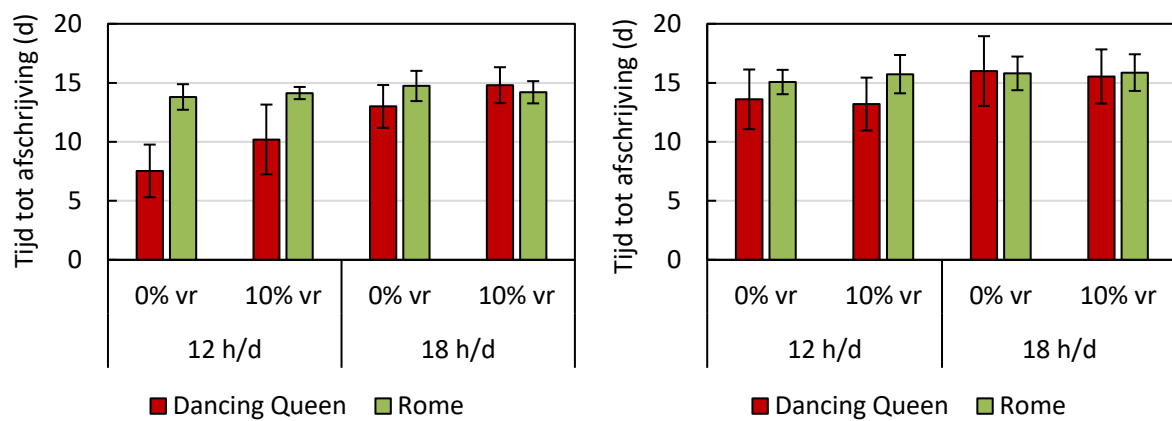
Over de hele proefduur waren er sporadisch takken met vochtblaadjes van Rome. Dancing Queen had daarentegen over de hele proefduur veel vochtblaadjes. Over de proefduur nam het aandeel takken met vochtblaadjes geleidelijk af, waarbij de afname sterker was in de behandelingen met een fotoperiode van 12 uur. Takken met een score van 2 kwamen in de 12- en 18 urenbehandelingen nauwelijks meer voor na proefweek 20. Het aandeel takken met een score 1 bleef bij de fotoperiode van 18 uur voor een langere periode hoger dan bij 12 uur (Figuur 3.4). De inzet van extremere winterse condities in proefweek 26 gaf niet meer vochtblaadjes.



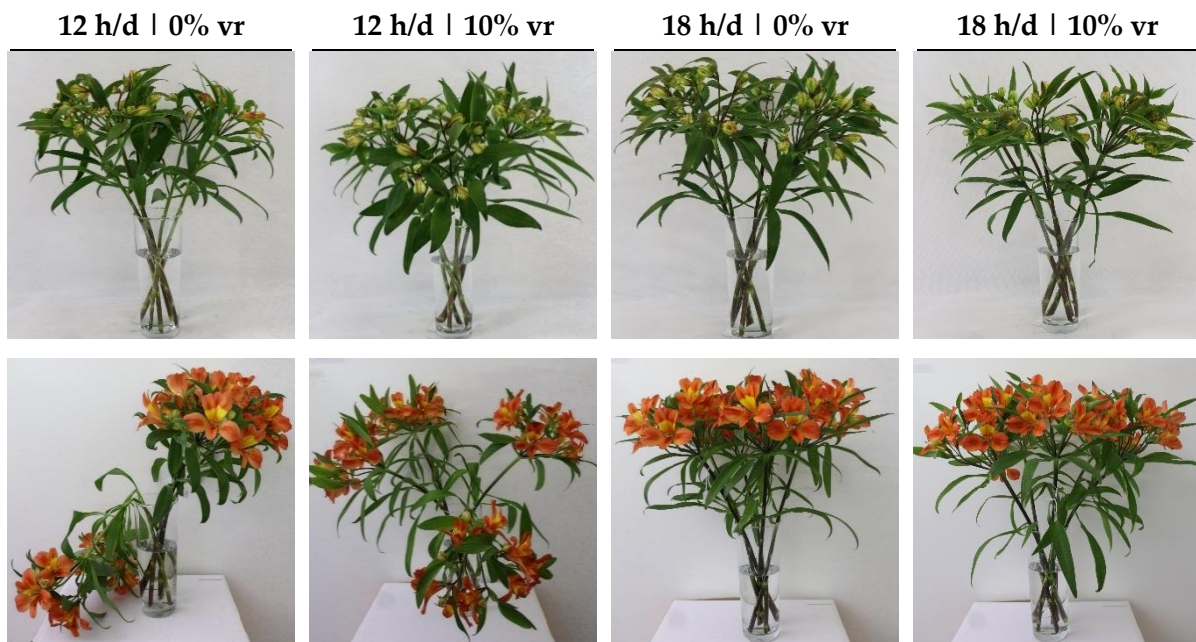
Figuur 3.4. Percentage vochtblaadjes met een score van 1 (oranje) en 2 (rood) voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts) voor fotoperiodes van 12 (boven) en 18 uur (onder). Gesloten en open symbolen vertegenwoordigen de verrood behandelingen van 0 en 10% toegevoegd verrood licht t.o.v. PAR. De verticale lijn vertegenwoordigt het moment waarop de extreme winterse condities zijn ingezet.

## 3.2 Vaasleven

In de vaasleventesten was de houdbaarheid van Dancing Queen ongeveer 5 dagen korter voor de behandelingen onder gesimuleerde 'normale' winterse condities met een korte fotoperiode van 12 uur. Dit effect was overigens minder sterk voor de vaasleventesten onder extreme winterse condities. Wel waren er onder extreme winterse condities bloemknoppen die zich slecht openden, doordat toen aan de vroege kant werd geoogst (Figuur 3.5; Figuur 3.6; Figuur 3.7; Bijlage 6.2.1). Er was geen effect van fotoperiode zichtbaar op het vaasleven van Rome, welke onder alle behandelingen een gemiddelde houdbaarheid van 14 tot 16 dagen had. In de behandelingen met verrood in de gesimuleerde winterse omstandigheden had Dancing Queen een langere houdbaarheid op de vaas.



Figuur 3.5. De gemiddelde houdbaarheid per tak in de vaasleventesten onder winterse (links) en extreme winterse (rechts) condities. N=13-15. De reden van afschrijving staat in Bijlage 6.2.2.



Figuur 3.6. Laatste vaasleventest onder gesimuleerde winterse condities voor Dancing Queen op de dag van oogsten in proefweek 25 (boven) en een week later (onder).



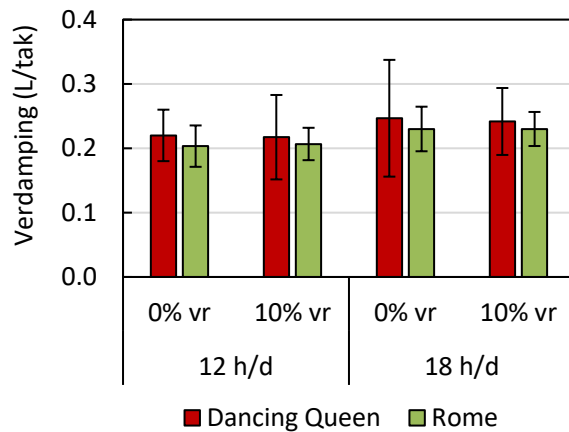
Figuur 3.7. Laatste vaasleventest onder gesimuleerde winterse condities voor Rome op de dag van oogsten in proefweek 25 (boven) en een week later (onder).

De belangrijkste reden van afschrijving was voor Rome in alle vaasleventesten uitbloei. Voor Dancing Queen waren in de vaasleventesten onder winterse condities bij 12 uur een groot deel van de takken afgeschreven vanwege slapheid (Tabel 3.1). Daarnaast werden ook veel takken afgeschreven vanwege bladvergeling, wat ook bij de vaasleventesten onder extreme winterse condities het geval was. Bij een fotoperiode van 18 uur werden de meeste takken van Dancing Queen afgeschreven vanwege bladvergeling of uitbloei. Zie meer details over de reden van afschrijving in Bijlage 6.2.2.

Tabel 3.1. Hoofdrede van afschrijving voor de twee reeksen vaasleventesten met per reeks 3 vazen met ieder 3 tot 6 takken. Zie meer details over de reden van afschrijving in Bijlage 6.2.2.

Behandeling	Winterse condities	Extreme winterse condities
<b>Dancing Queen</b>		
12 h/d 0% vr	Slap	Geel blad
12 h/d 10% vr	Slap	Geel blad
18 h/d 0% vr	Geel blad	Uitbloei
18 h/d 10% vr	Uitbloei	Geel blad
<b>Rome</b>		
12 h/d 0% vr	Uitbloei	Uitbloei
12 h/d 10% vr	Uitbloei	Uitbloei
18 h/d 0% vr	Uitbloei	Uitbloei
18 h/d 10% vr	Uitbloei	Uitbloei

Tijdens de vaasleventesten onder extreme winterse condities was de verdamping per tak op de vaas voor beide rassen groter bij de behandelingen met een fotoperiode van 18 uur dan van 12 uur. Deze verschillen kunnen mogelijk worden verklaard door verschillen in LAI, maar hier zijn geen metingen aan verricht. Tussen de verrood behandelingen zijn geen verschillen gevonden in verdamping op de vaas (Figuur 3.8).

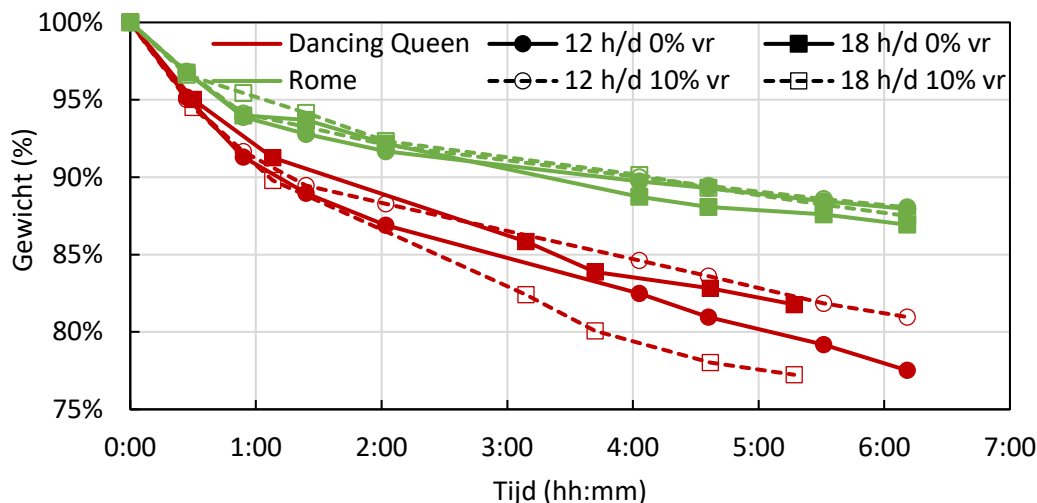


Figuur 3.8. De gemiddelde verdamping per bloemtak van Dancing Queen (rood) en Rome (groen) tijdens de vaasleventesten onder extreme winterse condities. N=3. Foutbalken vertegenwoordigen de standaarddeviatie.

### 3.2.1 Papierbladtest

Na het plukken van blad nam het gewicht daarvan over de tijd af met een afnemend dalende trend (in het eerste uur na het plukken van blad nam het gewicht relatief snel af ten opzichte van de periode daarna; Figuur 3.9). Voor Rome was de relatieve afname van gewicht ten opzichte van het startgewicht kleiner dan voor Dancing Queen. Ook was de spreiding tussen behandelingen kleiner bij Rome dan Dancing Queen. Na het plukken van blad lijken de huidmondjes van bladeren van Rome zich dus sneller te sluiten om uitdroging te voorkomen dan bij Dancing Queen. Ook het vaasleven van Dancing Queen was minder goed dan van Rome (Figuur 3.5 en Tabel 3.1), hoewel we geen hard bewijs hebben van een oorzakelijk verband tussen vaasleven en snelheid van het sluiten van de huidmondjes. Er is geen overtuigend behandelingseffect gemeten voor fotoperiode en wel/geen verrood.

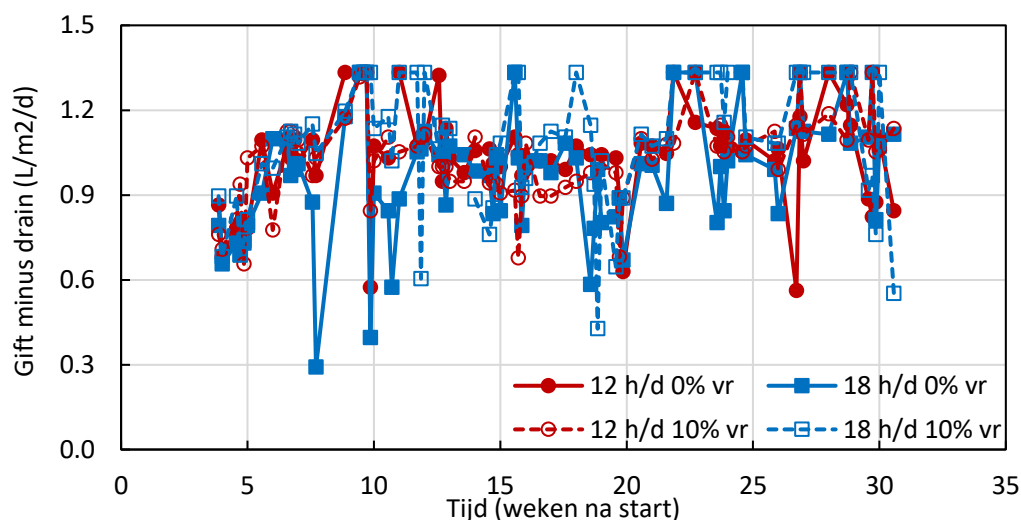




Figuur 3.9. Relatief gewicht ten opzichte van het moment van plukken voor Dancing Queen (rood) en Rome (groen). Cirkels en vierkanten vertegenwoordigen de fotoperiodebehandelingen van 12 en 18 uur. Gesloten en open symbolen vertegenwoordigen de verrood behandelingen van 0 en 10 % verrood ten opzichte van PAR (N=1, proefweek 30).

### 3.3 Verdamping

Over de hele proefduur is de watergift grotendeels gelijk gebleven, zowel over de tijd als tussen de verschillende behandelingen (Bijlage 6.5). In de periode van proefweek 21 en 22 was het substraat erg vochtig en zijn een aantal watergiftbeurten overgeslagen (niet opeenvolgend). De trend van hoeveelheid van de watergift minus drain als ruwe maat voor de verdamping verschilde niet tussen behandelingen. Deze hoeveelheid nam tussen proefweek 3 en 7 toe vanwege de toename van de lichtonderschepping door het jonge, uitgroeïende gewas, waarna voor de rest van de proef een waarde tussen 0.9 en 1.3 L/m<sup>2</sup>/d gerealiseerd werd (Figuur 3.10).



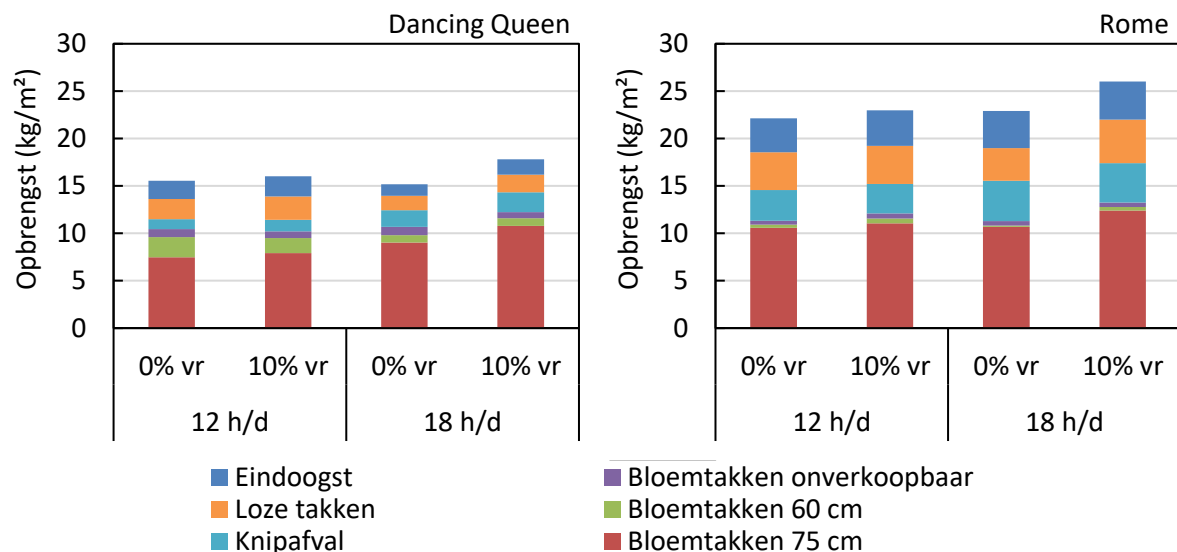
Figuur 3.10. Watergift minus drain als ruwe maat voor de verdamping van het gewas voor de verschillende proefbehandelingen met ieder hun eigen kraanvak.

## 3.4 Productie

### 3.4.1 Opbrengst

De totaal geproduceerde verse biomassa in de proef was in alle behandelingen groter voor Rome dan voor Dancing Queen. Voor beide rassen was de totaalproductie van verse biomassa het hoogst in de behandeling met een fotoperiode van 18 uur in combinatie met het spectrum met 10% extra verrood licht (Figuur 3.11).

Uit de totale productie van verse bovengrondse biomassa (dus exclusief wortels en rizomen) is het grootste aandeel naar bloemtakken met een veilinglengte van 75 cm gegaan. Het aandeel verkoopbare productie (takken op veilinglengte van 60 of 75 cm) was 47 tot 50% voor Rome en tussen de 59 en 65% voor Dancing Queen. Daarbij was het aandeel van takken met een veilinglengte van 60 cm voor Dancing Queen groter bij een fotoperiode van 12 dan 18 uur. Takken die te kort waren voor de verkoop maakten 2% uit van de biomassaproductie van Rome en 4 tot 6% van Dancing Queen. De biomassa in loze takken was voor Dancing Queen hoger onder een fotoperiode van 12 dan 18 uur. 10 tot 18% van de geproduceerde biomassa was naar loze takken gegaan. Bij de eind oogst, bestaande uit het hele bovengrondse gewas inclusief onrijpe takken, is voor Dancing Queen 8 tot 13 % van de totale biomassa geoogst, en voor Rome 15 tot 17% (Tabel 3.2).



Figuur 3.11. De verdeling van verse bovengrondse biomassa over de verschillende klassen voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts). Van de eind oogst bestaat een gedeelte uit goede, maar nog onrijpe, bloemtakken.

Tabel 3.2. Totale bovengrondse verse biomassa-productie in kg/m<sup>2</sup> en de verdeling daarvan over de hele proefduur. (N = 1).

Behandeling	Totaal productie	Verkoop- bare productie	Bloemtak		Onver- koopbaar	Knip- afval	Loos	Eind- oogst
			75 cm	60 cm				
Dancing Queen								
12 h/d 0% vr	15.5	9.6	7.5	2.1	0.9	1.1	2.1	1.9
12 h/d 10% vr	16.0	9.5	7.9	1.6	0.7	1.2	2.5	2.2
18 h/d 0% vr	15.2	9.8	9.0	0.8	0.9	1.8	1.5	1.2
18 h/d 10% vr	17.8	11.6	10.8	0.8	0.7	2.1	1.9	1.6
Rome								
12 h/d 0% vr	22.1	10.9	10.6	0.4	0.4	3.2	4.0	3.6
12 h/d 10% vr	23.0	11.6	11.1	0.5	0.6	3.1	4.0	3.7
18 h/d 0% vr	22.9	10.8	10.7	0.1	0.5	4.3	3.5	3.9
18 h/d 10% vr	26.0	12.8	12.4	0.4	0.5	4.2	4.6	4.0

Voor zowel Rome als Dancing Queen was het drooggewichtpercentage van bloemtakken 6 tot 13% hoger in de behandelingen met een lange fotoperiode (18 h/d). Er was geen consistent effect van spectrum. Wel had Dancing Queen voor zowel bloem-als loze takken altijd een hoger drooggewichtpercentage dan Rome. Loze takken hadden altijd een lager drooggewichtpercentage dan bloemtakken, waarbij er geen effect van fotoperiode of spectrum was (Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Drooggewichtpercentage van loze takken, takken op veilinglengte, knipafval en bloemtakken op ruwe lengte (totaal) per behandeling. (N = 1)

Behandeling	Drooggewicht (%)			
	Loze takken	Veilingtak	Knipafval	Bloemtak totaal
Dancing Queen				
12 h/d 0% vr	7.1	8.5	8.8	8.5
12 h/d 10% vr	7.2	9.1	5.7	8.7
18 h/d 0% vr	7.1	9.2	8.7	9.1
18 h/d 10% vr	6.6	9.5	9.4	9.5
Rome				
12 h/d 0% vr	6.0	7.7	6.9	7.5
12 h/d 10% vr	6.1	7.8	7.6	7.7
18 h/d 0% vr	6.2	8.5	8.6	8.5
18 h/d 10% vr	6.0	8.4	7.6	8.2

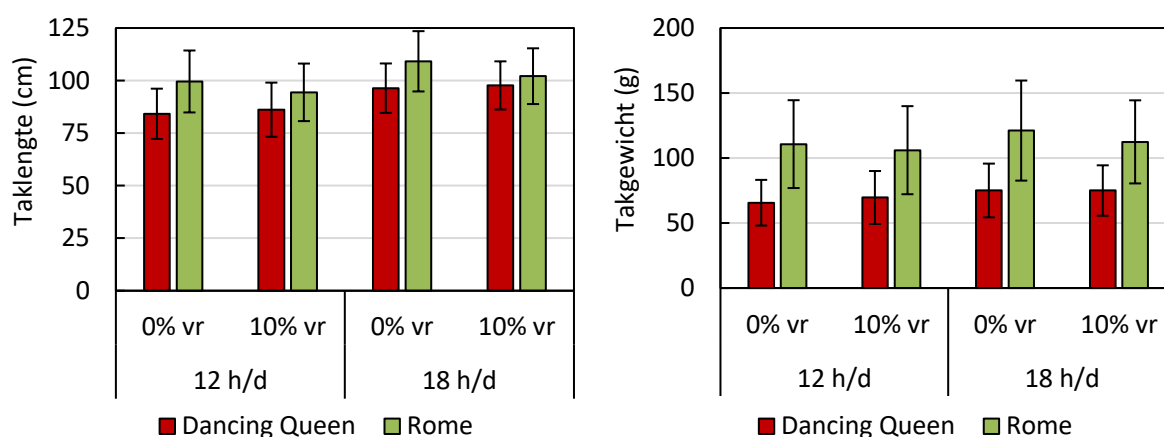
De gemiddelde weekproductie in de periode tussen proefweek 15 en 25 was voor beide rassen het hoogst in de behandeling met een fotoperiode van 18 uur in combinatie met de toevoeging van 10% verrood ten opzichte van PAR. Waarbij opgemerkt dat bij absolute productiecijfers voorzichtigheid geboden is vanwege de beperkte oppervlakte van 4.8 m<sup>2</sup> netto per proefbehandeling per ras. Tussen de andere behandelingen was het verschil klein. Ook was de weekproductie in stuks altijd lager, en in gewicht altijd hoger, voor Rome dan voor Dancing Queen (Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Gemiddeld aantal bloentakken en productie in versgewicht van verse bloentakken per week in de stabiele periode tussen proefweek 15 en 25. Waardes zijn gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie. (N = 2-16)

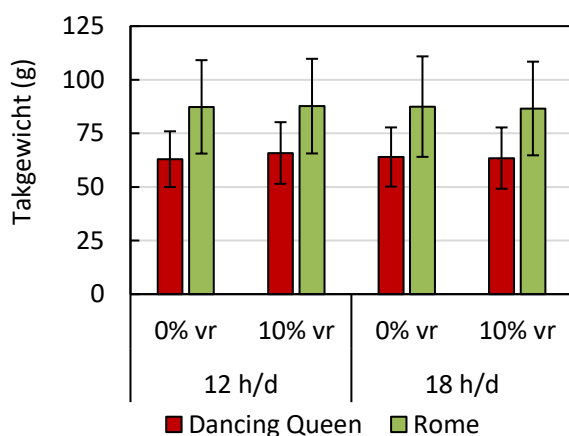
<b>Behandeling</b>	<b>Aantal/m<sup>2</sup>/week</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup>/week</b>
<b>Dancing Queen</b>		
12 h/d 0% vr	7.9 $\pm$ 2.2	0.53 $\pm$ 0.13
12 h/d 10% vr	7.1 $\pm$ 2.9	0.51 $\pm$ 0.19
18 h/d 0% vr	7.1 $\pm$ 2.2	0.54 $\pm$ 0.17
18 h/d 10% vr	8.7 $\pm$ 3.8	0.65 $\pm$ 0.27
<b>Rome</b>		
12 h/d 0% vr	5.9 $\pm$ 1.4	0.65 $\pm$ 0.15
12 h/d 10% vr	5.8 $\pm$ 1.3	0.63 $\pm$ 0.15
18 h/d 0% vr	5.4 $\pm$ 1.6	0.66 $\pm$ 0.20
18 h/d 10% vr	6.7 $\pm$ 1.3	0.76 $\pm$ 0.14

### 3.4.2 Taklengte, takgewicht en loze takken

Door toevoeging van extra verrood licht aan het spectrum bleven de bloemtakken van Rome significant korter in de periode tussen proefweek 15 en 25 (Figuur 3.12; Bijlage 6.6). Bij Dancing Queen had verrood geen effect op taklengte. Voor beide rassen waren takken significant langer en zwaarder onder lange fotoperiode (18h/d). Het spectrale effect werd eerder ook gevonden in andere alstroemeriarassen (García Victoria, 2022). Op 75 cm taklengte vielen de verschillen in takgewicht tussen de fotoperiode-behandelingen volledig weg, wat aangeeft dat het hogere individuele takgewicht bij lange fotoperiode (18h/d) vanwege de extra taklengte is (Figuur 3.13; Bijlage 6.6).



Figuur 3.12. Gemiddelde taklengte (links) en takgewicht (rechts) van Dancing Queen (rood) en Rome (groen) tussen proefweek 15 en 25. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.



Figuur 3.13. Gemiddeld takgewicht voor bloemtakken op een veilinglengte van 75 cm van de oogst tussen proefweek 15 en 25. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

Voor beide rassen was het aantal geproduceerde takken/m<sup>2</sup> tussen proefweek 15 en 25 het hoogst in de behandeling met een fotoperiode van 18 uur in combinatie met 10% toegevoegd verrood licht. Zoals gebruikelijk in alstroemeria was een fors percentage van de takken loos (geen bloei). Het aandeel voldoende lange bloemtakken voor verkoop (>60 cm) lag voor Dancing Queen over alle behandelingen tussen 57 en 62%, terwijl voor Rome 50 tot 55% van

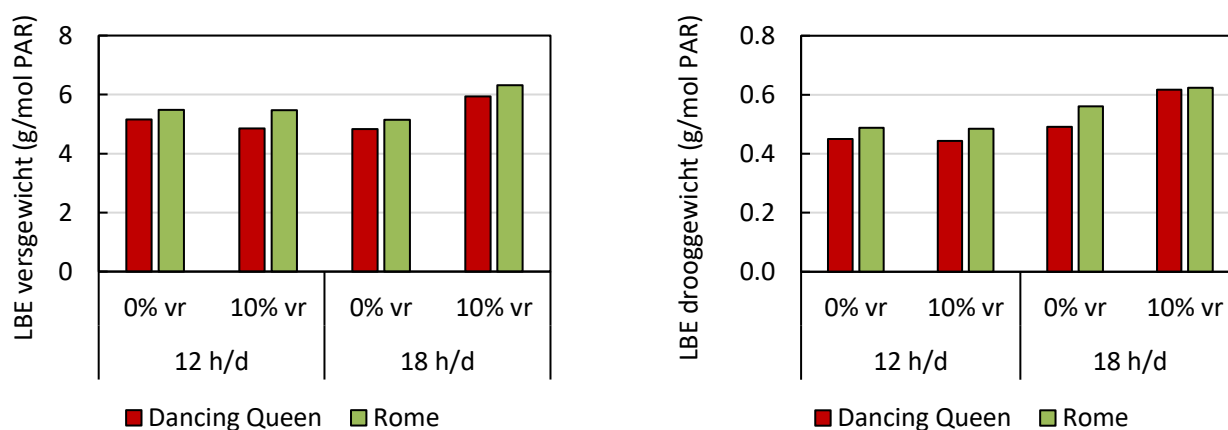
de takken een voldoende lange bloemtak was. Slechts 0% tot 2% van de takken van Dancing Queen was korter dan de veilinglengte van 60 cm. Het overige deel van de takken (39 tot 50%) van de takken was loos (Tabel 3.5). Het percentage loze takken was vergelijkbaar met dat in eerder onderzoek (N. García Victoria, 2022).

Tabel 3.5. Aantal geproduceerde bloemtakken en loze takken over de hele proef en de periode tussen proefweek 15 en 25 en de verdeling daarvan over de verschillende klassen in de stabiele periode (proefweek 15-25).

Behandeling	Aantal/m <sup>2</sup>			Percentage (proefweek 15-25)			
	Hele proef	Proefweek 15-25	Per week	75 cm	60 cm	Te kort	Loos
			proefweek 15-25				
Dancing Queen							
12 h/d 0% vr	308	145	13.2	48%	12%	2%	39%
12 h/d 10% vr	304	138	12.5	48%	9%	1%	42%
18 h/d 0% vr	295	128	11.6	58%	3%	1%	39%
18 h/d 10% vr	335	154	14.0	60%	2%	0%	38%
Rome							
12 h/d 0% vr	271	122	11.1	51%	2%	0%	47%
12 h/d 10% vr	295	117	10.6	51%	4%	0%	44%
18 h/d 0% vr	265	119	10.8	49%	1%	0%	50%
18 h/d 10% vr	330	148	13.4	48%	2%	0%	50%

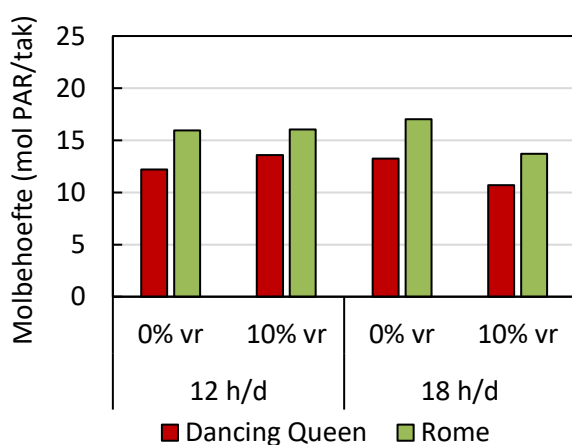
### 3.4.3 Lichtbenuttingsefficiëntie en molbehoefte

Gedurende de proef waren er geen verschillen in PAR-som tussen de behandelingen. In de stabiele periode van proefweek 15 tot en met 25 was de lichtbenuttingsefficiëntie in versgewicht van bloemtakken op veilinglengte voor beide rassen daarom ook het hoogste in de behandeling met een fotoperiode van 18 uur gecombineerd met toevoeging van 10% extra verrood licht. Tussen de overige behandelingen waren de verschillen kleiner. In alle behandelingen was de lichtbenuttingsefficiëntie in zowel vers- als drooggewicht per mol voor Rome hoger dan voor Dancing Queen (Tabel 3.3; Figuur 3.14). Eerder onderzoek in *Alstroemeria* vond vergelijkbare waarden voor de LBE van 4.5 tot 4.8 g/mol op een veilinglengte van 80 cm (N. García Victoria et al., 2018; N. García Victoria et al., 2022).



Figuur 3.14. Lichtbenuttingsefficiëntie voor vers- (links) en drooggewicht (rechts) van bloemtakken op veilinglengte voor Dancing Queen en Rome onder de verschillende behandelingen in de periode tussen proefweek 15 en 25. De LBE op basis van drooggewicht is gebaseerd op een klein aantal metingen van droge stofgehalte, waardoor deze met enige voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd.

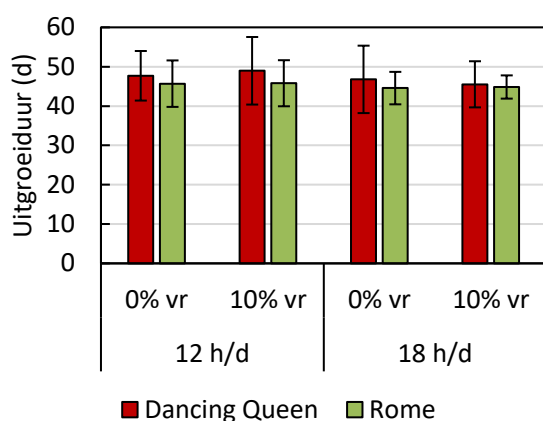
Omdat het takgewicht op veilinglengte tussen de behandelingen weinig verschilde, waren de verschillen in lichtbehoefte uitgedrukt in mol per bloemtak op veilinglengte voornamelijk te verklaren door de verschillen in lichtbenuttingsefficiëntie (Figuur 3.15).



Figuur 3.15. Molbehoefte in molen PAR per tak op veilinglengte van 75 cm voor Dancing Queen (rood) en Rome (groen) in de periode tussen proefweek 15 en 25.

### 3.4.4 Uitgroeiduur

De gemiddelde uitgroeiduur van proefweek 15 tot en met 25 was voor beide rassen tussen de 44 en 49 dagen. In alle behandelingen had Dancing Queen een iets langere uitgroeiduur dan Rome. Fotoperiode had alleen een significant effect op de uitgroeiduur van Dancing Queen. De toevoeging van verrood in het spectrum had geen effect op de uitgroeiduur (Figuur 3.16; Bijlage 6.6).



Figuur 3.16. Gemiddelde uitgroeiduur in proefweek 15 tot en met 25 in de verschillende behandelingen van Dancing Queen (rood) en Rome (groen). Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.

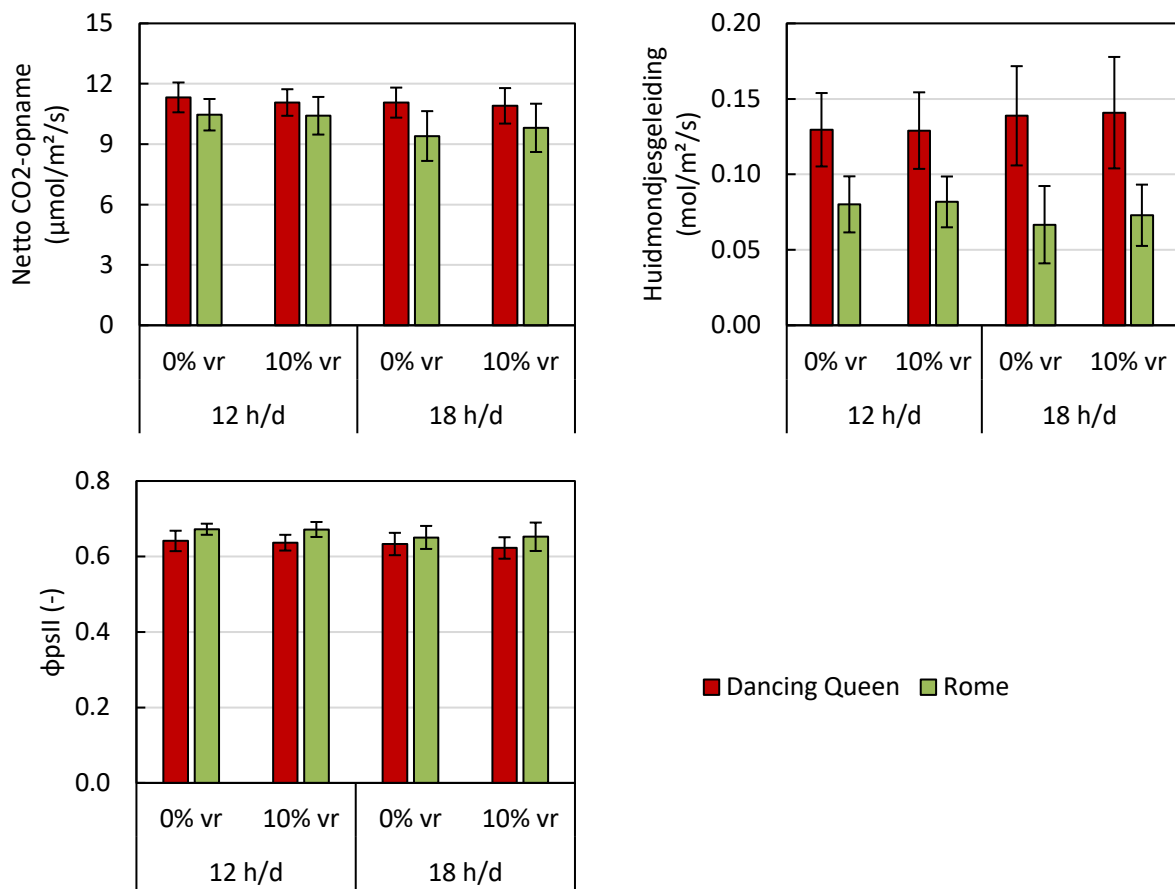
## 3.5 Fotosynthese

Voor Dancing Queen lag de netto CO<sub>2</sub>-opname over de gehele fotoperiode in alle behandelingen tussen 10 en 12 μmol/m<sup>2</sup> blad/s (gemeten bij 200 μmol/m<sup>2</sup>/s PAR en 800 ppm CO<sub>2</sub>; Figuur 3.17; Figuur 3.18). Bij een fotoperiode van 18 uur daalde de huidmondjesgeleiding voor waterdamp vanaf 12 uur na het aangaan van de belichting van 0.15 naar ongeveer 0.10 mol/m<sup>2</sup>/s. Op datzelfde moment was er een lichte daling van de netto CO<sub>2</sub>-opname zichtbaar. Het sluiten van de huidmondjes was hier dus enigszins beperkend voor de netto CO<sub>2</sub>-opname. De efficiëntie van fotosysteem II ( $\phi_{psII}$ ) was altijd hoger dan 0.60 in alle behandelingen (Figuur 3.18).

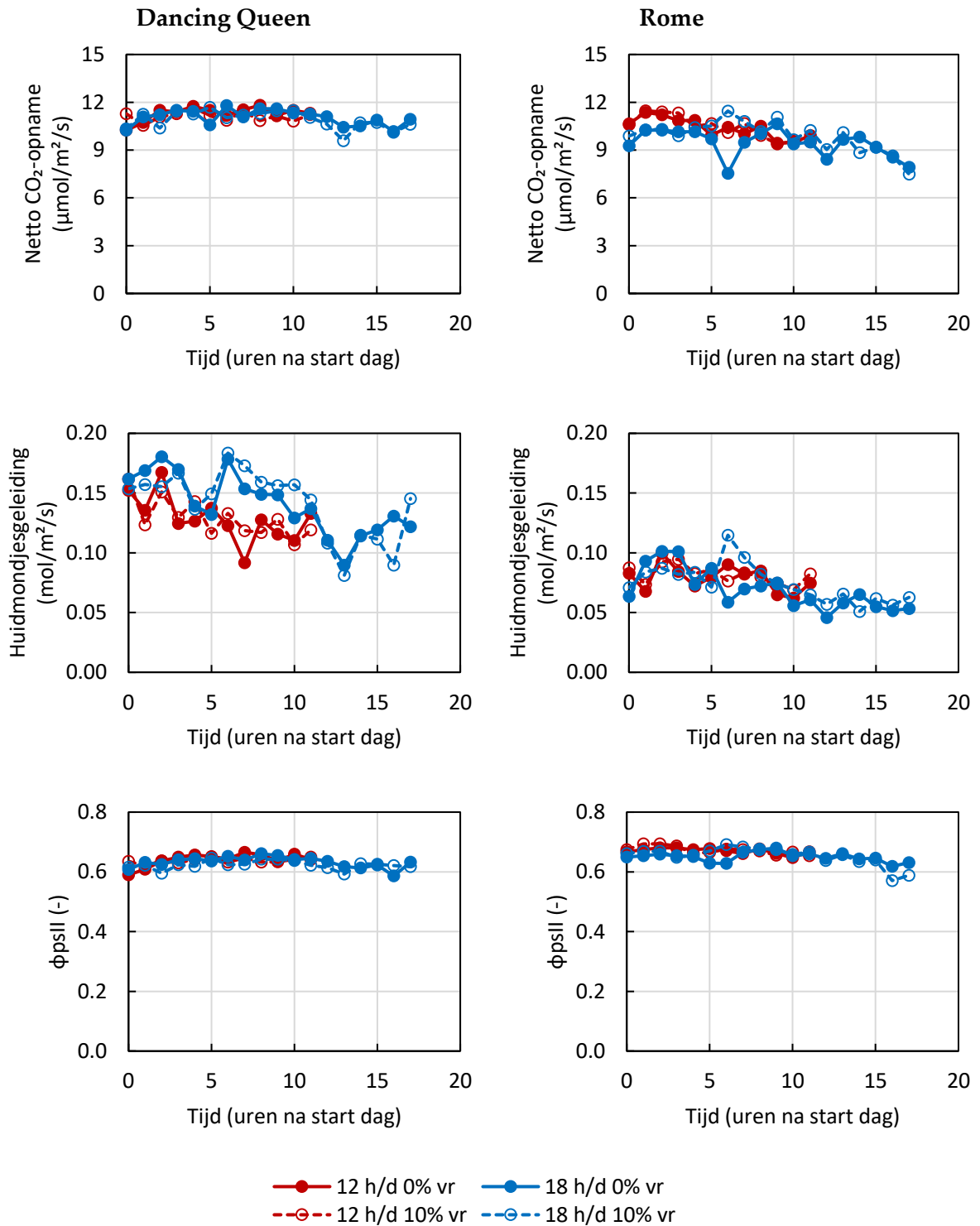
Voor Rome lag de netto CO<sub>2</sub>-opname iets lager dan bij Dancing Queen en nam over de fotoperiode ook gestaag af (Figuur 3.17; Figuur 3.18). De daling van netto CO<sub>2</sub>-opname ging, net als bij Dancing Queen, gepaard met een daling in huidmondjesgeleiding. Ook de efficiëntie van fotosysteem II was vergelijkbaar met die van Dancing Queen, met uitzondering van een kleine daling in het laatste uur van de lichtperiode.

Onder de extremere winterse condities was de efficiëntie van fotosysteem II niet anders. Wel was met name voor Rome in alle behandelingen de huidmondjesgeleiding laag, met waarden van 0.05 mol/m<sup>2</sup>/s. Er is hierdoor ook een iets lagere netto CO<sub>2</sub>-opname onder extremere winterse condities (Bijlage 6.1).





Figuur 3.17. De gemiddelde netto CO<sub>2</sub>-opname, huidmondjesgeleiding en de efficiëntie van fotosysteem II van Dancing Queen (rood) en Rome (groen) tussen proefweek 15 en 25 gemeten bij 200 μmol/m<sup>2</sup>/s PAR en 800 ppm CO<sub>2</sub>. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.



Figuur 3.18. Het patroon van de netto CO<sub>2</sub>-opname (boven), huidmondjesgeleiding (midden) en de efficiëntie van fotosysteem II (onder) over de uren na het aangaan van de belichting voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts). Gemeten bij 200 μmol/m<sup>2</sup>/s PAR en 800 ppm CO<sub>2</sub> in proefweek 23.

## 4 Discussie en conclusie

Het doel van deze proef is om de effecten van fotoperiode en verrood licht op de bladkwaliteit en ontwikkeling van alstroemeria in de winter onder gecontroleerde omstandigheden te onderzoeken. Hiertoe zijn vier behandelingen getoetst, namelijk twee fotoperiode-behandelingen (12 en 18 h/d) gecombineerd met twee spectrale behandelingen (0 en 10% toegevoegd verrood licht ten opzichte van PAR) bij de cultivars Dancing Queen en Rome.

De bladkwaliteitsproblemen waren in deze proef minder extreem dan tuinders normaliter in de praktijk ervaren. Dit was ook het geval onder de fotoperiode van 18 uur, wat veel langer is dan de 16 tot 17 uur die normaliter in de praktijk wordt aangehouden. Wel waren de bladkwaliteitsproblemen groter onder lange fotoperiode in deze proef. Toevoeging van verrood aan het spectrum had geen overtuigend effect op de verschillende bladkwaliteitsproblemen. Mogelijk kan de lage huidmondjesgeleiding bij lange fotoperiode een rol hebben gespeeld in het ontstaan van de bladschade, waarbij er te weinig verdamping optrad om nutriënten naar jong blad te transporteren via de sapstroom. Desondanks waren er geen grote verschillen in watergift minus drain tussen de behandelingen.

Het veranderen van het klimaat naar extreme winterse condities aan het einde van de proef heeft een groot effect gehad op de bladkwaliteit. Meer bladeren ontwikkelden chlorose en/of bladspikkels wat versterkt werd bij een langere fotoperiode. In de extreme winterse condities werd de etmaaltemperatuur verlaagd, waarbij tegelijkertijd ook een hogere relatieve luchtvochtigheid en CO<sub>2</sub>-concentratie in de nacht werden aangehouden. Er is op basis van deze proef niet vast te stellen welke (combinatie van) factoren de bladkwaliteitsproblemen hebben verergerd. Vervolgonderzoek kan hier meer uitsluitsel over geven.

De productie was onder de fotoperiode van 18 uur in combinatie met het spectrum met 10% toegevoegd verrood licht beduidend hoger. Dit spectrale effect was minder groot bij een fotoperiode van 12 uur. Een mogelijke verklaring voor dit fenomeen kan worden gevonden in de lichtbenuttingsefficiëntie, die ook het hoogst was onder lange fotoperiode met extra toegevoegd verrood licht. Voorgaand onderzoek in alstroemeria door de WUR toonde eerder vergelijkbare waarden voor de lichtbenuttingsefficiëntie aan (N. García Victoria et al., 2018; N. García Victoria et al., 2022). Hoewel onderzoek in tomaat heeft aangetoond dat de toevoeging van verrood licht bijdraagt aan een hogere biomassa-productie, gaat dit in deze proef alleen op bij lange fotoperiode (P. Kalaitzoglou et al., 2019; Y. Zhang et al., 2019). Het extra verrood licht in de verrood behandelingen (dat buiten het PAR-spectrum valt) draagt in enige mate bij aan de gewasfotosynthese, wat (een deel van) de verhoogde biomassa-productie onder het spectrum met 10% extra toegevoegd verrood licht ten opzichte van PAR kan verklaren (Hogewoning et al., 2012; Zhen et al., 2022).

Omdat bij gelijk takgewicht op veilinglengte tussen de behandelingen per ras er een hogere productie was in de behandeling met een lange fotoperiode met 10% toegevoegd verrood licht ten opzichte van PAR is het verschil in verkoopbare productie volledig toe te schrijven aan

het aantal geproduceerde bloemtakken. Het aantal geproduceerde bloemtakken was ook het hoogste in de behandeling met een fotoperiode van 18 uur en een spectrum met 10% toegevoegd verrood ten opzichte van PAR. Dit wekt de suggestie dat de andere behandelingen sinkgelimiteerd waren. Het aanbod van assimilaten (source) was namelijk vrijwel gelijk tussen de behandelingen, omdat er eenzelfde lichtsom werd aangeboden en in alle behandelingen een vergelijkbaar functioneren van het fotosynthesysteem (op topbladniveau) werd geobserveerd. Volledige lichtonderschepping in alle behandelingen (zeker van Rome) dragen bij aan dit vermoeden. Het is opmerkelijk dat Dancing Queen onder alle omstandigheden een lagere productie had dan Rome. Er was een vergelijkbaar gewicht aan veilbare takken, maar het aandeel loze takken was kleiner. Dit suggereert dat Dancing Queen sinkgelimiteerd was of dat er een groter aandeel assimilaten gealloceerd werd naar het wortelgestel of de rizomen. Het is onbekend hoe de biomassa zich ondergronds heeft ontwikkeld in deze proef. Een sterke ondergrondse ontwikkeling kan mogelijk in een later stadium bijdragen aan de productie, waarbij meer afsplitsing van het rizoom is en er meer scheuten ontwikkelen.

De meerproductie bij lange fotoperiode en het spectrum met meer toegevoegd verrood woog op tegen de extra bladschade bij lange fotoperiode voor beide rassen. Dit was echter niet het geval voor de fotoperiodebehandelingen met het spectrum zonder toegevoegd verrood licht. Hierbij moet in acht worden genomen dat deze proef op beperkte schaal is uitgevoerd, waardoor het belangrijk is om de productie niet 1 op 1 te vertalen naar productie in de kas.

Uit de fotosynthesemetingen kwam naar voren dat er geen problemen waren met net netto CO<sub>2</sub>-opname van het gewas. Er was geen sprake van beschadigingen aan het fotosysteem, zoals voor kan komen bij tomaat of aubergine wanneer deze worden blootgesteld aan lange fotoperiode. De huidmondjesgeleiding was bij Dancing Queen vrijwel niet beperkend voor de netto CO<sub>2</sub>-opname, maar bij Rome was de deze soms dusdanig laag dat soms het wel geval was. Vooral bij lange fotoperiode daalde de huidmondjesgeleiding naarmate de dag vorderde. Als de huidmondjesgeleiding al beperkend was voor de netto CO<sub>2</sub>-opname dan had dit een minimaal effect. Dit staat in sterk contrast met eerder praktijkonderzoek, waarin een sterk opstart- en eindagedeffect werd gevonden (Trouwborst et al., 2015). Mogelijk heeft het gewas zich optimaal aangepast aan het regelmatig klimaat in de klimaatcellen tijdens deze proef.

### *Conclusie*

Er kan geconcludeerd worden dat de toevoeging van verrood licht in het spectrum niet overtuigend leidt tot vermindering van bladkwaliteitsproblemen in de winter. De problemen werden wel verergerd door het aanhouden van een lange fotoperiode van 18 uur. Daarnaast draagt de combinatie van lagere etmaaltemperatuur met hoge luchtvochtigheid en CO<sub>2</sub>-concentratie in de nacht bij aan het verergeren van de bladkwaliteitsproblemen. Vervolgonderzoek naar de effecten van deze klimaatfactoren kan inzicht opleveren naar de oorzaak van deze problemen die in de winter worden geobserveerd.

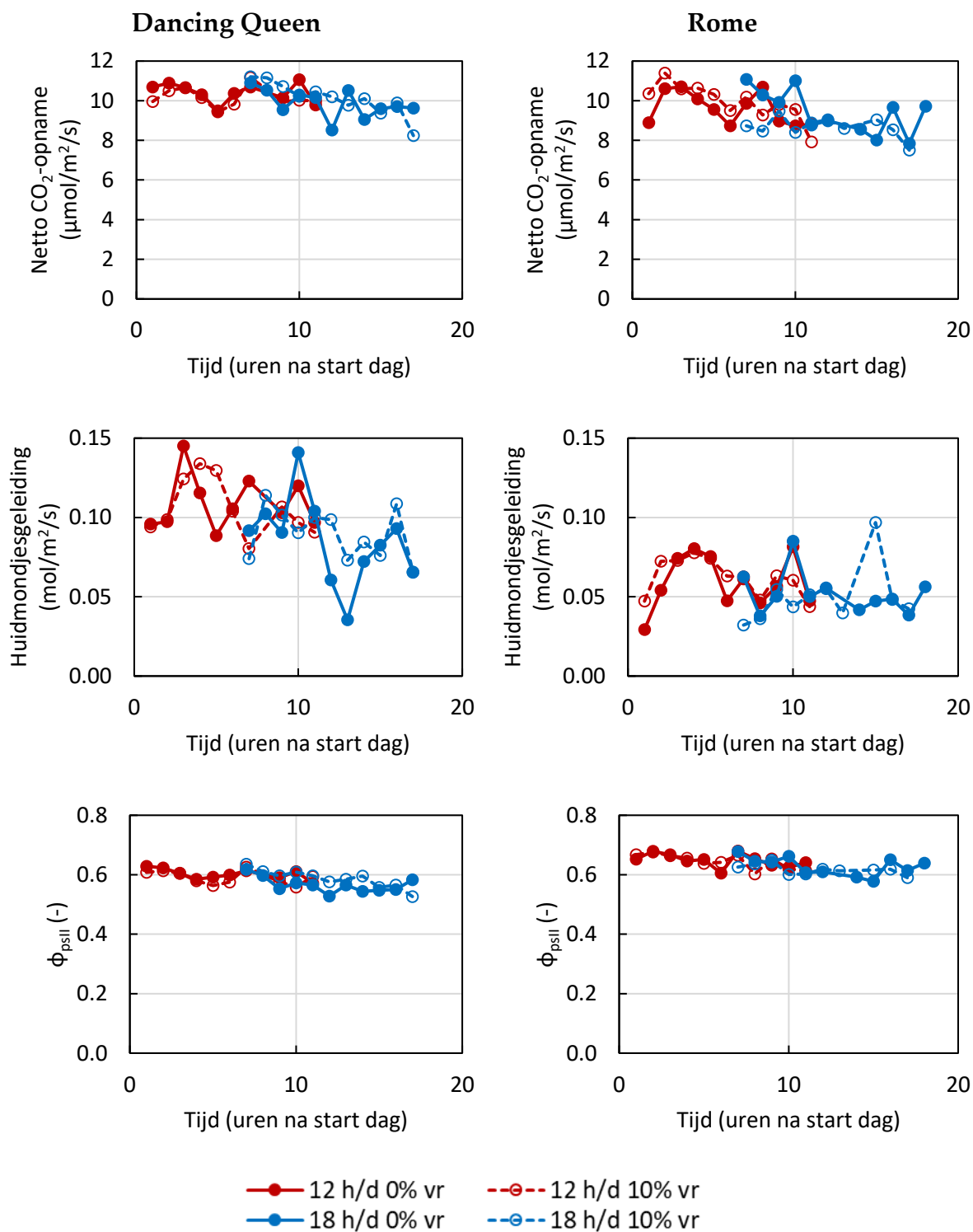
## 5 Referenties

- van den Boogaart SAJ, Kunz WA, Trouwborst G en Hogewoning SW** (2022) Aubergine: effecten van fotoperiode, lichtspectrum en intensiteit. Deelrapport III in project “Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor praktische toepassing in de kas”. Plant Lighting B.V., Bunnik. 45p.
- CBS StatLine** (2023)  
<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/80780ned/table?ts=1680004377997>
- García Victoria N** (2022) Alstroemeria en haar lichtcriteria: Een onderzoek ter ondersteuning van de keuze van een geschikt spectrum van de LED-belichting. Wageningen University & Research., Wageningen. 100p.
- García Victoria N, Weerheim K, Kempkes F, Steenhuizen J, Vreugdenhil A, de Groot M** (2018) High Output LED in hybride belichting: monitoring praktijkproef bij Alstroemeria. Wageningen University & Research., Wageningen. 52p.
- García Victoria N, Weerheim K, de Zwart F, Bloemhard C, van Winkel A, Filho A, de Wei J, Bac-Molenaar J, Lagas P, van Haaster B, van Twist T** (2022) Alstroemeria: teelt van de toekomst, dichtbij: Ontwerp en beproeving fossielvrije en emissievrije teeltconcept voor Alstroemeria. Wageningen University & Research, Wageningen. 108p.
- Hogewoning SW, Douwstra P, Trouwborst G, van Ieperen W, Harbinson J** (2010) An artificial solar spectrum alters plant development compared with usual climate room irradiance spectra. *J Exp Bot* 61: 1267–1276
- Hogewoning SW, Wientjes E, Douwstra P, Trouwborst G, van Ieperen W, Croce R, Harbinson J** (2012) Photosynthetic Quantum Yield Dynamics: From Photosystems to Leaves, *The Plant Cell*, Volume 24, Issue 5, Pages 1921–1935,
- Katzin D, Marcelis LFM, van Mourik S** (2021) Energy savings in greenhouses by transition from high-pressure sodium to LED lighting. *Applied Energy* 281: 116019
- Kalaitzoglou P, van Ieperen W, Harbinson J, van der Meer M, Martinakos S, Weerheim K, Nicole CCS, Marcelis LFM** (2019) Wageningen University & Research., Wageningen. 11p.
- Kusuma P, Pattison PM, Bugbee B** (2020) From physics to fixtures to food: current and potential LED efficacy. *Hortic Res.* 7., 56
- Stapel LHM, van Mourik N** (1997) Bodemkoeling bij Alstroemeria. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente. 21p.

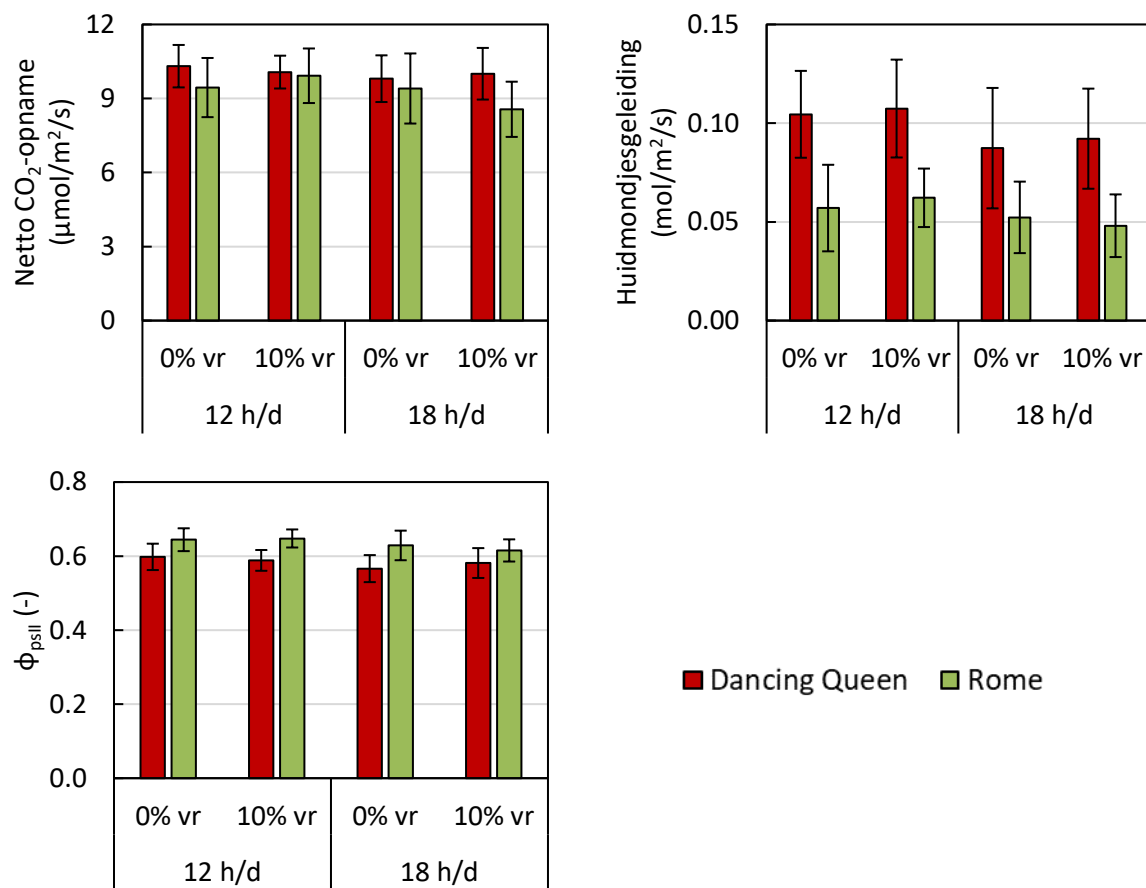
- Trouwborst G, Noordhoek EP, Voogt JO, Hogewoning SW** (2022) Monitoring huidmondjes in de kas: Gebruik van de netto stralingsmeter, deelrapport Anthurium. Plant Lighting B.V., Bunnik. 57p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW en Pot S** (2015) Meer rendement uit licht en CO<sub>2</sub> bij Alstroemeria. Plant Lighting B.V., Bunnik. 26p.
- Trouwborst G, Hogewoning SW en van der Spek R** (2017) Effect diffuus-coating op fotosynthese en klimaat bij Alstroemeria: een monitoringsproef. Plant Lighting B.V., Bunnik. 32p.
- Velez-Ramirez AI** (2014) Continuous light on tomato. From gene to yield. PhD thesis Wageningen University.
- Zhen S, van Iersel MW, Bugbee B** (2022) Photosynthesis in sun and shade: the surprising importance of far-red photons. *New Phytol.* 236(2) p.538-546.
- Zhang Y, Zhang Y, Yang Q, Li T.** (2019) Overhead supplemental far-red light stimulates tomato growth under intra-canopy lighting with LEDs. *Journal of Integrative Agriculture.* 18(1) p.62-69

## 6 Bijlagen

### 6.1 Fotosynthese onder extreme winterse condities



Figuur 6.1 Het patroon van de netto CO<sub>2</sub>-opname (boven), huidmondjesgeleiding (midden) en de efficiëntie van fotosysteem II (onder) over de uren na het aangaan van de belichting voor Dancing Queen (links) en Rome (rechts). Gemeten bij 200 μmol/m<sup>2</sup>/s PAR en 800 ppm CO<sub>2</sub> in proefweek 30.

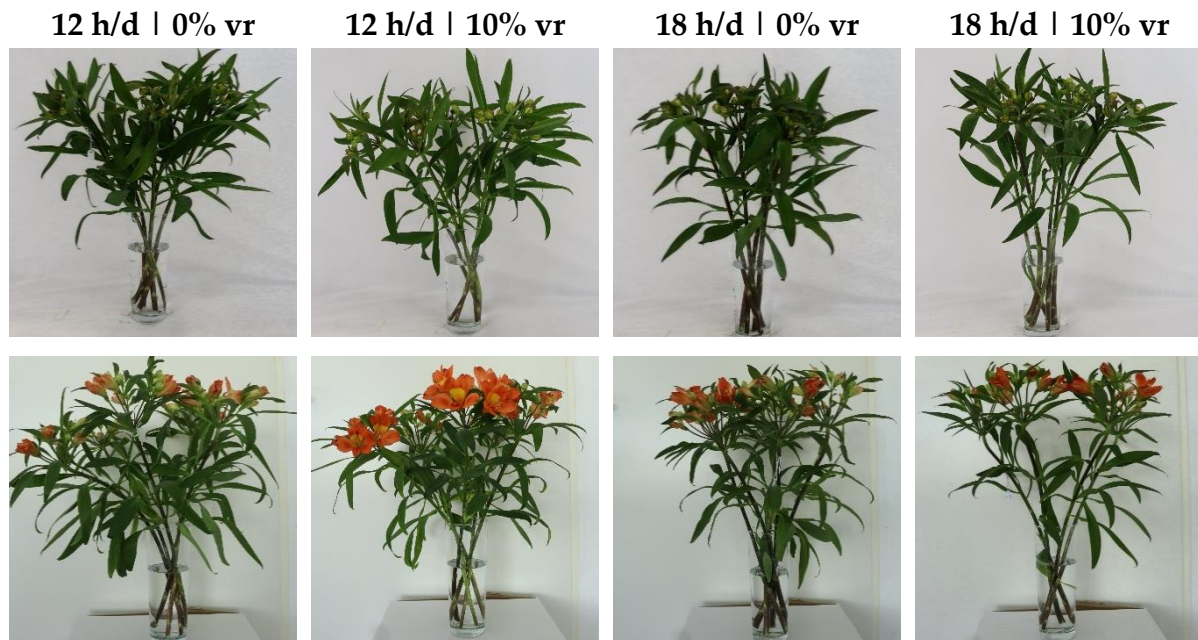


Figuur 6.2 De gemiddelde netto CO<sub>2</sub>-opname, huidmondjesgeleiding en de efficiëntie van fotosysteem II van Dancing Queen (rood) en Rome (groen) in proefweek 30 (simulatie extreme winterse condities) gemeten bij 200 µmol/m<sup>2</sup>/s PAR en 800 ppm CO<sub>2</sub>. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.



## 6.2 Vaasleven

### 6.2.1 Overzicht van de vaasleventesten onder extreme winterse condities



Figuur 6.3. Vierde vaasleventest van Dancing Queen op de dag van oogsten (boven) en een week later (onder).



Figuur 6.4. Vierde vaasleventest van Rome op de dag van oogsten (boven) en een week later (onder).

## 6.2.2 Reden van afschrijving

Tabel 6.1 Aantal takken per afschrijvingscategorie voor alle vaasleventesten van Dancing Queen. Test 1-3 vonden plaats tijdens de wintersimulatie, test 4-6 in de extreme wintersimulatie.

Test	Takken	12 h/d			12 h/d			18 h/d			18 h/d		
		0% vr			10% vr			0% vr			10% vr		
		U <sup>1</sup>	G <sup>1</sup>	S <sup>1</sup>	U	G	S	U	G	S	U	G	S
1	5	0	0	5	2	3	0	2	3	0	4	1	0
2	5	0	0	5	0	0	5	2	3	0	5	0	0
3	5	1	0	4	0	3	2	0	5	0	2	3	0
4	4-5	2	3	0	1	4	0	3	2	0	1	3	0
5	4-6	1	3	1	1	3	0	3	2	0	3	3	0
6	3-6	0	5	0	0	6	0	3	2	0	0	3	0

<sup>1</sup> U, G, S = uitgebloeid, vergeeld blad, slappe takken

Tabel 6.2 Aantal takken per afschrijvingscategorie voor alle vaasleventesten van Rome. Test 1-3 vonden plaats tijdens de wintersimulatie, test 4-6 in de extreme wintersimulatie.

Test	Takken	12 h/d			12 h/d			18 h/d			18 h/d		
		0% vr			10% vr			0% vr			10% vr		
		U <sup>1</sup>	G <sup>1</sup>	S <sup>1</sup>	U	G	S	U	G	S	U	G	S
1	5	5	0	0	5	0	0	4	1	0	5	0	0
2	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	4	1	0
3	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
4	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
5	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
6	5	5	0	0	5	0	0	4	1	0	5	0	0

<sup>1</sup> U, G, S = uitgebloeid, vergeeld blad, slappe takken

## 6.3 Gerealiseerd klimaat

### 6.3.1 Wekelijks gemiddelde etmaaltemperatuur

Proefweek	Gemiddelde etmaaltemperatuur (°C)							
	Dancing Queen				Rome			
	12 h/d 0% vr	12 h/d 10% vr	18 h/d 0% vr	18 h/d 10% vr	12 h/d 0% vr	12 h/d 10% vr	18 h/d 0% vr	18 h/d 10% vr
0	18.0	18.1	17.8	18.2	18.0	17.9	17.8	18.0
1	17.9	18.1	17.8	18.2	17.9	17.8	17.9	18.0
2	17.9	18.0	17.8	18.2	17.9	17.7	17.8	18.0
3	17.9	18.0	17.8	18.2	17.8	17.8	17.8	18.0
4	18.0	18.1	17.8	18.3	17.8	17.8	17.8	18.0
5	18.2	18.3	18.2	18.6	18.1	17.9	18.1	18.3
6	18.2	18.2	18.3	18.2	18.1	18.0	18.2	18.4
7	18.0	18.1	18.0	18.0	17.9	17.9	18.0	18.1
8	18.0	18.1	18.1	18.0	17.9	17.9	18.0	18.1
9	17.8	17.9	18.0	17.9	17.8	17.9	18.1	18.0
10	18.0	18.1	18.2	18.1	18.2	18.2	18.3	18.3
11	18.0	18.2	18.0	18.0	18.3	18.3	18.2	18.2
12	17.8	18.1	18.0	18.0	18.1	18.0	18.2	18.2
13	17.9	18.1	17.9	17.9	18.2	18.0	18.1	18.1
14	17.9	18.1	17.9	18.0	18.2	18.1	18.1	18.1
15	17.9	18.1	17.9	18.0	18.2	18.0	18.1	18.1
16	17.8	18.1	18.0	17.9	18.1	17.9	18.2	18.1
17	17.9	18.0	17.9	17.8	18.1	17.9	18.1	18.0
18	17.9	18.0	18.0	17.8	18.2	18.0	18.1	18.0
19	17.9	18.0	17.9	17.8	18.2	18.0	18.1	17.9
20	17.9	18.0	18.0	17.8	18.1	17.9	18.1	18.0
21	17.9	17.9	18.0	17.9	18.1	17.9	18.1	17.9
22	17.9	18.0	17.9	17.9	18.2	17.9	18.1	18.0
23	18.1	18.1	18.0	18.0	18.3	18.0	18.2	18.1
24	18.1	18.1	18.0	18.0	18.3	18.1	18.2	18.1
25	17.9	18.0	18.0	17.9	18.2	18.1	18.1	18.0
26	16.0	16.0	15.9	16.0	16.3	16.1	16.2	16.0
27	13.8	13.9	13.8	13.9	14.1	13.9	14.1	14.1
28	14.5	14.6	14.3	14.4	14.7	14.6	14.6	14.4
29	14.9	14.9	15.0	15.1	15.0	14.9	15.2	15.1
30	14.7	14.7	15.1	15.2	14.9	14.7	15.3	15.2

### 6.3.2 Wekelijks gemiddelde relatieve luchtvochtigheid

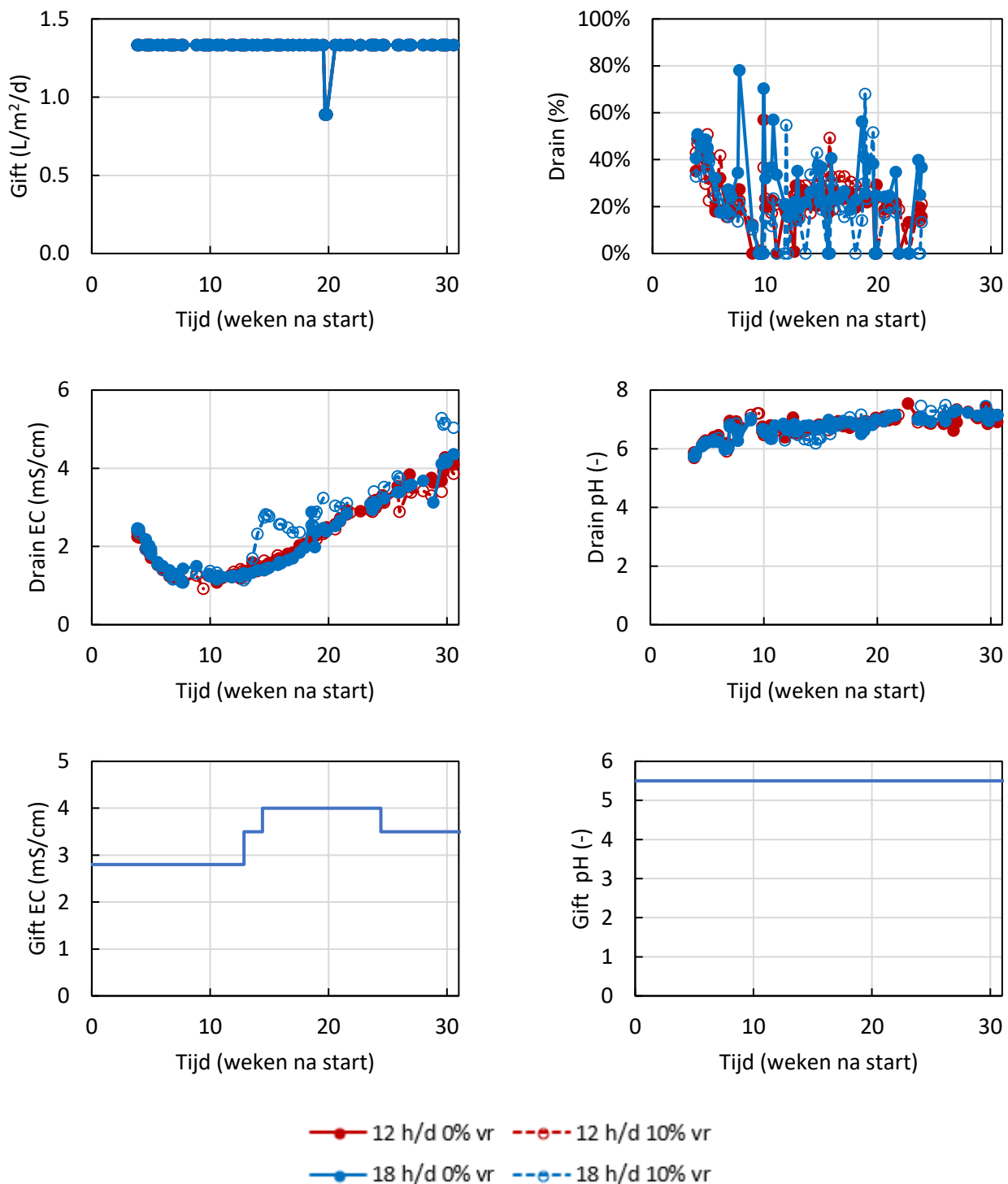
Proefweek	Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)							
	Dancing Queen				Rome			
	12 h/d 0% vr	12 h/d 10% vr	18 h/d 0% vr	18 h/d 10% vr	12 h/d 0% vr	12 h/d 10% vr	18 h/d 0% vr	18 h/d 10% vr
0	75	76	77	77	76	77	77	77
1	79	80	80	80	80	82	80	80
2	81	82	80	80	82	84	80	80
3	78	79	79	79	79	80	79	79
4	78	79	79	79	79	81	79	80
5	77	79	78	78	79	81	78	79
6	78	79	77	78	79	81	78	76
7	78	79	78	79	79	81	79	77
8	77	79	77	78	79	79	78	77
9	78	79	77	77	79	79	77	76
10	79	78	76	77	78	79	77	75
11	79	78	77	77	78	79	77	76
12	78	77	78	77	77	79	77	76
13	78	77	78	77	77	79	77	76
14	77	76	78	77	76	78	77	76
15	78	77	78	77	77	79	77	76
16	78	77	77	76	77	79	76	76
17	77	76	77	76	76	78	76	76
18	77	76	76	76	76	78	76	76
19	77	76	76	76	76	78	76	76
20	77	76	76	76	76	78	76	76
21	76	75	76	76	75	77	76	75
22	77	76	76	76	76	78	76	75
23	77	76	76	76	76	78	76	75
24	77	76	76	76	76	78	76	76
25	77	76	76	76	76	78	76	75
26	70	69	70	70	69	71	70	69
27	61	61	61	62	61	62	62	60
28	63	63	64	64	63	64	64	63
29	65	65	65	66	65	67	66	65
30	66	66	65	65	66	68	65	64

## 6.4 Analyses voedingswater en substraat

Tabel 6.3 Samenstelling van gift- en drainwater en bodemmonsters genomen tijdens de proef. Streefwaardes geven de gewenste samenstelling weer. Zowel bodem- als drainmonsters zijn half-om-half gemengde monsters van beide lichtspectra en alstroemeriarassen. Na 02-01-2023 is de samenstelling van het voedingswater niet veranderd.

Datum	Proefweek	Monster	pH	mS/ cm	mmol/L											µmol/L					
					EC	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Si	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe	Mn	Zn	B	Cu
15-07-2022	0	Streef	5.5	2.8		0.70	15.0	5.0	8.0		7.5	2.0	1.7	0.0	3.0	60.0	7.0	3.0	30.0	1.0	0.7
13-10-2022	12	Streef	5.5	3.5	0.0	0.70	15.0	5.0	6.0	0.0	8.5	2.0	1.7	0.0	3.0	60.0	7.0	3.0	30.0	1.0	0.7
24-10-2022	14	Streef	5.5	4.0	0.0	0.90	12.7	5.0	6.0	0.0	8.5	2.0	1.7	0.0	4.0	60.0	7.0	3.0	30.0	1.0	0.7
02-01-2023	24	Streef	5.5	3.5	0.0	0.90	12.7	5.0	6.0	0.0	8.5	2.0	1.7	0.0	4.0	60.0	7.0	3.0	30.0	1.0	0.7
18-07-2022	0	Gift	5.9	2.9	0.4	0.7	14.3	5.2	8.6	1.1	7.3	2.0	1.6	0.2	2.9	48.6	6.6	3.4	29.7	0.5	0.1
10-08-2022	3	Gift	5.8	3.1	0.5	0.7	14.3	5.6	7.9	1.4	8.0	1.9	1.8	0.3	3.1	66.8	7.7	3.3	34.2	1.0	0.8
13-10-2022	12	Gift	6.0	3.6	0.5	1.0	19.2	6.8	8.3	1.0	11.1	2.3	2.4	0.1	4.1	80.5	10.7	4.1	48.1	1.1	0.9
14-12-2022	21	Gift	5.7	4.3	0.2	1.4	20.2	8.2	8.8	1.1	12.9	2.7	2.7	0.1	6.3	85.0	7.8	3.4	48.4	1.4	1.1
27-09-2022	10	Drain (12 h/d)	6.7	1.3	0.4	0.0	0.3	0.9	0.3	3.6	3.4	2.0	0.2	1.2	6.5	19.2	0.2	7.1	9.0	0.5	0.0
27-09-2022	10	Drain (18 h/d)	6.6	1.3	0.4	0.0	0.5	1.2	0.6	3.7	3.4	2.0	0.2	1.2	6.4	22.0	0.2	5.1	9.2	0.4	0.0
08-11-2022	16	Drain (12 h/d)	6.8	1.9	0.6	0.0	1.3	4.7	0.1	4.0	6.0	3.1	0.2	1.1	7.8	14.0	0.3	5.8	5.5	0.7	0.0
08-11-2022	16	Drain (18 h/d)	6.8	1.7	0.6	0.0	1.1	4.5	0.2	3.5	5.4	2.9	0.2	1.0	6.8	12.0	0.2	4.6	5.2	0.6	0.0
27-09-2022	10	Bodem (12 h/d)	6.0	1.1	0.3	0.2	2.8	1.5	2.1	1.7	2.4	1.4	0.8	0.3	3.0	10.1	0.2	5.7	11.3	0.3	0.0
27-09-2022	10	Bodem (18 h/d)	6.0	0.9	0.2	0.2	2.7	1.4	2.0	1.0	2.0	1.0	0.8	0.2	2.0	7.6	0.2	1.7	13.4	0.2	0.0

## 6.5 Drainmetingen en giftwater



Figuur 6.5. Watergift, drainpercentage, drain EC, drain pH, gift EC en gift pH over de proefduur voor de fotoperiodes van 12 (rood) en 18 (blauw) uur en met 0 (gesloten symbolen) en 10% (open symbolen) toegevoegd verrood licht t.o.v. PAR. De gift EC en pH zijn tussen alle behandelingen gelijk gehouden.

## 6.6 Resultaten

Tabel 6.4. Gemiddelde waarden  $\pm$  standaarddeviatie en ANOVA-significantie voor oogstparameters van *Dancing Queen* in de periode tussen proefweek 15 en 25. Waardes in dezelfde kolom met verschillende letters verschillen significant van elkaar (Tukey-test,  $P < 0.05$ )

Behandeling	Taklengte (cm)	Takgewicht (g)	Takgewicht 75 cm (g)	Takgewicht 60 cm (g)	Droge stof per tak (g)	Uitgroeiduur (d)
12 h/d 0% vr	85 $\pm$ 12 b	66 $\pm$ 17 c	63 $\pm$ 13 a	49 $\pm$ 11 a	6.0 $\pm$ 1.6 b	48 $\pm$ 6 a
12 h/d 10% vr	86 $\pm$ 12 b	70 $\pm$ 20 b	66 $\pm$ 14 a	47 $\pm$ 13 ab	6.3 $\pm$ 1.8 ab	49 $\pm$ 9 a
18 h/d 0% vr	97 $\pm$ 11 a	76 $\pm$ 20 a	64 $\pm$ 14 a	38 $\pm$ 9 b	6.8 $\pm$ 1.8 a	47 $\pm$ 9 a
18 h/d 10% vr	98 $\pm$ 11 a	75 $\pm$ 19 a	64 $\pm$ 14 a	44 $\pm$ 13 ab	6.8 $\pm$ 1.7 ab	46 $\pm$ 6 a
Fotoperiode (D)	***	***	n.s.	**	*	*
Spectrum (S)	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
D x S	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.

\*\*\*, \*\*, \*, n.s. =  $P \leq 0.001, 0.01, 0.05$ , niet significant

Tabel 6.5. Gemiddelde waarden  $\pm$  standaarddeviatie en ANOVA-significantie voor oogstparameters van *Rome* in de periode tussen proefweek 15 en 25. Waardes in dezelfde kolom met verschillende letters verschillen significant van elkaar (Tukey-test,  $P < 0.05$ )

Behandeling	Taklengte (cm)	Takgewicht (g)	Takgewicht 75 cm (g)	Takgewicht 60 cm (g)	Droge stof per tak (g)	Uitgroeiduur (d)
12 h/d 0% vr	100 $\pm$ 15 b	111 $\pm$ 33 b	88 $\pm$ 21 a	64 $\pm$ 11 a	8.9 $\pm$ 2.7 a	46 $\pm$ 6 a
12 h/d 10% vr	95 $\pm$ 14 c	107 $\pm$ 33 b	88 $\pm$ 22 a	55 $\pm$ 14 a	8.5 $\pm$ 2.7 a	46 $\pm$ 6 a
18 h/d 0% vr	110 $\pm$ 14 a	122 $\pm$ 38 a	88 $\pm$ 23 a	54 $\pm$ 17 a	9.8 $\pm$ 3.0 a	44 $\pm$ 4 a
18 h/d 10% vr	102 $\pm$ 13 b	113 $\pm$ 31 b	87 $\pm$ 22 a	64 $\pm$ 17 a	9.0 $\pm$ 2.5 a	45 $\pm$ 3 a
Fotoperiode (D)	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Spectrum (S)	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
D x S	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.

\*\*\*, \*\*, \*, n.s. =  $P \leq 0.001, 0.01, 0.05$ , niet significant