

Lelie: sturen op bloeisnelheid en taklengte met fotoperiode en verrood licht

Deelrapport II in project “Kennisonwikkeling daglengte-gevoelige siergewassen voor een energie-efficiëntere teelt”



Maart 2024

M.W. Bongers en S.W. Hogewoning

Lelie: sturen op bloeisnelheid en taklengte met fotoperiode en verrood licht

Deelrapport II in project “Kennisontwikkeling daglengte-gevoelige siergewassen voor een
energie-efficiëntere teelt”

Maart 2024

M.W. Bongers en S.W. Hogewoning

Plant Lighting B.V.

Doordraai 1

3981 PE Bunnik

info@plantlighting.nl

www.plantlighting.nl

REFERENTIE

M.W. Bongers en S.W. Hogewoning. 2024. Lelie: sturen op bloeisnelheid en taklengte met fotoperiode en verrood licht. Deelrapport II in project “Kennisontwikkeling daglengte-gevoelige siergewassen voor een energie-efficiëntere teelt”. Plant Lighting B.V., Bunnik. 45p.

Projectnummer: E22009



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit



Stichting
Kennis in je Kas



© 2024 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 medegefinancierd door Stichting Kennis in je Kas en de gewascoöperatie Lelie. 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	6
1 INTRODUCTIE	7
1.1 Doelen per proefronde	9
1.2 Leeswijzer	9
2 ALGEMENE MATERIAAL EN METHODEN	10
2.1 Metingen	13
2.2 Data-analyse	14
3 PROEFRONDE 1 DAGLENGTE EN LICHTSOM	15
3.1 Materiaal en methoden	15
3.2 Resultaten	16
3.3 Conclusies	25
4 PROEFRONDE 2 VERROOD AFSCHAKELEN EN VERROOD EOD	26
4.1 Materiaal en methoden	26
4.2 Resultaten	28
4.3 Conclusies	34
5 PROEFRONDE 3 DAGVERLENGING, INTENSITEIT EN VERROOD	35
5.1 Materiaal en methoden	35
5.2 Resultaten	36
5.3 Conclusies	40
6 ALGEMENE CONCLUSIE	41
REFERENTIES	42
BIJLAGE I VOEDINGSSHEMA	43
BIJLAGE II VAASLEVEN	44

Samenvatting

Voor lelie is door recent onderzoek de basis om te kunnen telen onder full-LED inmiddels gelegd. Nu is het van belang de volgende stap te maken: efficiënter leren telen, waarbij de toch al efficiënte LED-belichting minimaal wordt ingezet door maximaal te dimmen wanneer dat kan, zonder de teelt te vertragen. Dat vraagt verdere kennisontwikkeling over de effecten van daglengte en lichtspectrum op bloei en ontwikkeling. Het hoofddoel van dit onderzoek was om kennis te ontwikkelen over de respons van lelie op lichtspectrum en daglengte (fotoperiode). Dit om efficiënter gebruik te kunnen maken van de belichting, zonder dat het de teelt vertraagt of productie kost. Er zijn drie proefrondes uitgevoerd in klimaatcellen van Plant Lighting. Per proefronde zijn er verschillende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Proefronde 1:
 - Wat is het effect van fotoperiode (12, 15, 18 en 21 h/d) op de trekduur en ontwikkeling van lelie bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?
 - Wat is het effect van het verkorten van de fotoperiode naar 12 uur vanaf de tweede helft van de teelt? En kan gedurende de tweede helft van de teelt de lichtsom verlaagd worden?
- Proefronde 2:
 - Wat is het effect van het uitschakelen van verrood na 3 of 5 weken op een teelt van ± 10 weken op trekduur, bloei, lengte en ontwikkeling van Oriëntal en OT-hybriden?
 - Wat is het effect Vr-EoD (nabelichten met verrood aan het begin van de nacht) op taklengte en ontwikkeling bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?
- Proefronde 3:
 - Wat is de minimale belichtingsintensiteit, met en zonder toevoeging van verrood, waarmee de dag kan worden verlengd van 12 naar 18 uur ter voorkoming van teeltvertraging?

Dit onderzoek heeft aangetoond dat Santander (Oriëntal) en Tabledance (OT-hybride) en in mindere mate Brindisi (LA-hybride) gevoelig zijn voor daglengte op bloeiselheid. Watch Up (Longiflorum) was daglengte ongevoelig. Bij langere daglengtes wordt de trekduur korter, hoewel dit effect kleiner wordt naarmate de daglengtes toenemen. Dagverlenging met 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR in combinatie met 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood is al afdoende om teeltvertraging volledig te voorkomen. Daarmee kan in periodes met een voldoende hoge lichtsom aan daglicht, met heel weinig elektriciteit de dag worden verlengd om teeltsnelheid te behouden. De gevoeligheid voor daglengte op bloeiselheid speelt enkel in de eerste helft van de teelt. Dit geeft de mogelijkheid om later in de teelt terug te gaan naar kortere daglengtes van 12 uur en zonder verrood. Dit lijkt tevens de bladkwaliteit te bevorderen. Bladvlekken leken te verergeren bij langere daglengtes en worden mogelijk verslechterd door verrood. Waarbij opgemerkt dat voor harde conclusies over effecten op bladkwaliteit meer herhalingen wenselijk zijn. Verrood licht aan het begin van de nacht geeft meer taklengte.

Behalve met temperatuur kan de groei en ontwikkeling van lelies dus gestuurd worden met daglengte en lichtspectrum, waarbij de respons verschilt tussen verschillende hoofdgroepen lelie-hybriden. Deze kennis kan worden ingezet om energiezuiniger te telen.

Dankwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van de proeven met het sturen van teeltsnelheid en taklengte van lelie in klimaatcellen van Plant Lighting. Het onderzoek is onderdeel van project “Kennisonwikkeling daglengte-gevoelige siergewassen voor een energie-efficiëntere teelt”, in het kader waarvan ook een literatuuroverzicht is gemaakt over de respons van bloei en groei van kwantitatieve lange-dag planten op daglengte en lichtspectrum (deelrapport I) en proeven zijn gedaan met het sturen van bloeisnelheid en taklengte van lisianthus (deelrapport III).

Dit project is ondersteund door het programma ‘Kas als Energiebron’, gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland/Stichting Kennis in je Kas (Kijk), en medegefinancierd door de gewascoöperatie Lelie.

We willen een aantal personen nog met name hartelijk bedanken voor hun bijdrage in de BCO: de leliekwekers Fokke Galema (Kwekerij Bakker), Kees van Paridon en Andre Imanse (Dutch Lily Masters), Thomas Evers (Bredefleur) en potleliekweker Peter van de Wetering (Wetering Potlilium BV). Kees van Paridon en Andre Imanse (Dutch Lily Masters) voor het leveren van plantmateriaal en medewerking aan het planten en koelen in de voortrek. Adviseur Hans Kok (Delphy) voor de teeltbegeleiding. Als laatste willen we de onderzoekscoördinatoren Marjolijn Valkenhoef, Dennis Medema en Robert Solleveld van het programma Kas als Energiebron bedanken voor hun steun bij de totstandkoming en uitvoering van dit project.

Maart 2024,

Sander Hogewoning

1 Introductie

De glastuinbouw staat voor een grote uitdaging. Energieprijzen zijn sinds 2021 erg hoog geworden, zowel voor gas als voor elektra. Voor een gezonde toekomst van de glastuinbouw is het noodzakelijk dat zowel het warmte- als elektragebruik worden gereduceerd. Daarnaast zal de resterende energievraag uiteindelijk ook duurzaam moeten worden ingevuld.

Een logische stap voor elektrasparing is om van SON-t naar LED-belichting over te stappen. LED-belichting wordt nu daarom dan ook in hoog tempo in kassen geïntroduceerd. De hoge elektraprijzen in combinatie met subsidie voor LED stimuleren deze ontwikkeling. Uit recent onderzoek blijkt dat bij lang niet alle gewassen succesvol onder full-LED geteeld kan worden zonder kennis over de effecten van spectrum en daglengte op de ontwikkeling van het gewas. Bij lelie (Oriëntal en OT-hybride) en lisianthus blijkt bijvoorbeeld ernstige teeltvertraging op te treden onder een spectrum zonder verrood licht (Hogewoning *et al.*, 2020 en 2021; van den Boogaart *et al.*, 2022). Deze gewassen zijn zogenaamde ‘kwantitatieve lange-dag planten’. Dat wil zeggen: een lange dag is niet strikt noodzakelijk voor bloei, maar versnelt wel de bloei. Ook *Antirrhinum* (leeuwenbek), *Phlox*, *Matthiola* (violier), *potlelie* (Oriëntal), en een variëteit aan bloeiend tuin- en perkgoed staan bekend als kwantitatieve lange-dag planten. Bij dit soort gewassen is niet alleen daglengte, maar ook de spectrale samenstelling van het licht op het juiste tijdstip van belang voor bloeisnelheid en ook voor de lengtegroei.

Kennisontwikkeling over de toepassing van belichting bij bovengenoemde (en andere) gewassen is dus cruciaal om succesvol met LED te kunnen telen. Zonder de juiste kennis kunnen ernstige teeltproblemen ontstaan, zoals vertraagde ontwikkeling, onvoldoende taklengte, misvormde bladeren, of ongewenste vertakking. Daarnaast biedt kennisontwikkeling ook een kans om nog verdere stappen te maken om te kunnen besparen op elektra en warmte. Warmte en elektra kunnen efficiënter benut worden door fysiologische kennis slim toe te passen. Een voorbeeld om dit te illustreren: Als een kwantitatieve lange-dag plant met een te korte daglengte wordt belicht, ontstaat teeltvertraging. Een teler kan dit compenseren door meer te verwarmen. Maar dat verhoogt wel het gasverbruik. Een langere dag belichten met het juiste spectrum helpt ook, maar kost weer veel elektra. Wat efficiënt zou zijn, is dan de dag verlengen met sterk gedimde LED-belichting (stuurlicht), met een spectrum waarbij het gewas wel de juiste daglengte waarneemt voor een snelle bloei, zonder dat dat veel energie kost.

Zo zijn er meer voorbeelden te verzinnen. Waar het om gaat is dat de kennis over de gewasrespons op lichtspectrum en daglengte vereist is om de juiste keuzes te kunnen maken. Voor lelie en lisianthus is door recent onderzoek de basis om te kunnen telen onder full-LED inmiddels gelegd. Nu is het van belang de volgende stap te maken: efficiënter leren telen, waarbij de toch al efficiënte LED-belichting minimaal wordt ingezet door maximaal te dimmen wanneer dat kan, zonder de teelt te vertragen. Dat vraagt verdere kennisontwikkeling over de effecten van daglengte en lichtspectrum op bloei en ontwikkeling.

Bij lelie is in recent onderzoek aangetoond dat bij lelies van het Oriëntal-type (en OT-hybride) een zekere dosis verrood nodig is om geen teeltvertraging onder full-LED op te lopen (Hogewoning *et al.*, 2020 en 2021). Het is niet bekend wat het effect van daglengte op de trekduur precies is. Bij een kwantitatieve lange-dag plant, waaronder de Oriëntal en OT-hybriden vallen, valt een snellere gewasontwikkeling te verwachten bij een langere daglengte. Er is in de eerdere proeven 18 uur belicht, terwijl mogelijk een kortere daglengte voldoende is, of juist een langere daglengte verdere versnelling geeft. Het ontbreken van verrood in de belichting gedurende de eerste teeltweken leidde al tot forse teeltvertraging (Hogewoning *et al.*, 2020). Mogelijk is verrood alleen in die eerste teeltweken nodig en daarna niet meer. Als dat zou blijken, dan is de gevoeligheid voor daglengte wellicht ook beperkt tot de eerste teeltweken. Hierover wordt in dit onderzoek kennis ontwikkeld, wat een intelligentere sturing van de teelt mogelijk maakt.

Daarnaast is het interessant om te toetsen of in perioden met voldoende daglicht de dag verlengd kan worden tot de gewenste daglengte met gedimd LED-licht (stuurlicht). Zo is in maart de gemiddelde lichtsom aan daglicht per dag in de kas ruim 12 mol/m², maar is de daglengte pas 12 uur vanaf 21 maart. Door de dag te verlengen met de minimale benodigde intensiteit LED, met het juiste spectrum om teeltvertraging te voorkomen, kan het elektraverbruik verder geminimaliseerd worden.

1.1 Doelen per proefronde

Er zijn in totaal drie proefrondes uitgevoerd. Het hoofddoel van dit onderzoek was om kennis te ontwikkelen over de respons van lelie op daglengte en de aanwezigheid van verrood. Per proefronde zijn er verschillende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Proefronde 1:
 - Wat is het effect van fotoperiode (12, 15, 18 en 21 h/d) op de trekduur en ontwikkeling van lelie bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?
 - Wat is het effect van het verkorten van de fotoperiode naar 12 uur vanaf de tweede helft van de teelt? En kan gedurende de tweede helft van de teelt de lichtsom verlaagd worden?
- Proefronde 2:
 - Wat is het effect van het uitschakelen van verrood na 3 of 5 weken op trekduur, bloei, lengte en ontwikkeling van Oriëntals en OT-hybriden?
 - Wat is het effect van Vr-EoD (nabelichten met verrood aan het begin van de nacht) op taklengte en ontwikkeling bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?
- Proefronde 3:
 - Wat is de minimale belichtingsintensiteit, met en zonder toevoeging van verrood, waarmee de dag kan worden verlengd van 12 naar 18 uur ter voorkoming van teeltvertraging?

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de algemene materiaal en methoden van de proefrondes. In de hoofdstukken 3 tot en met 5 zijn de proefrondes 1 tot en met 3 beschreven. In ieder hoofdstuk worden de specifieke onderzoeksvragen beantwoord.

2 Algemene materiaal en methoden

Het onderzoek vond plaats bij Plant Lighting in Bunnik. Er zijn in totaal drie proefrondes uitgevoerd tussen augustus 2022 en mei 2023. Al deze proefrondes zijn in een klimaatcel met klimaatcabines uitgevoerd (Foto 1). Deze klimaatcel biedt de mogelijkheid om zes behandelingen per klimaatcel te creëren. In iedere klimaatcabine kunnen de teeltomstandigheden individueel van elkaar gestuurd worden. Alle cabines zijn uitgerust met stuur- en dimbare rode (piek 660 nm), witte (6500K), blauwe (piek 450 nm) en verrode (piek 735 nm) LEDs. Verder beschikken de cabines over een daglichtsimulator (SLHolland ASRM 2.0 en Sunlite). Dit zijn lichtbronnen die het daglicht zeer goed nabootsten in het golflengtegebied 360-760 nm en met apart aanstuurbare kanalen voor het UV-A, PAR en verrode golflengtegebied (Figuur 2).



Foto 1. Impressie van de klimaatcel waarin in totaal 6 klimaatcabines staan met lelie.

Tijdens iedere proefronde zijn de planten geteeld in leliekisten (60x40 cm) gevuld met vers kokosgruis. De gebruikte cultivars zijn, Oriëntal Santander, OT-hybride Tabledance, LA-hybride Brindisi en Longiflorum Watch Up. De bollen zijn bij planten zo geselecteerd dat er een vrijwel gelijk bolgewicht (± 5 g) geplant is per cultivar in iedere kist. De gegevens van het plantmateriaal zijn weergegeven in Tabel 1. In proefronde 2 is ziftmaat 16-18 cm gebruikt voor Watch Up, omdat ziftmaat 14-16 cm niet beschikbaar was. De plantdichtheid is daarom voor deze cultivar verlaagd naar 12 bollen per kist.

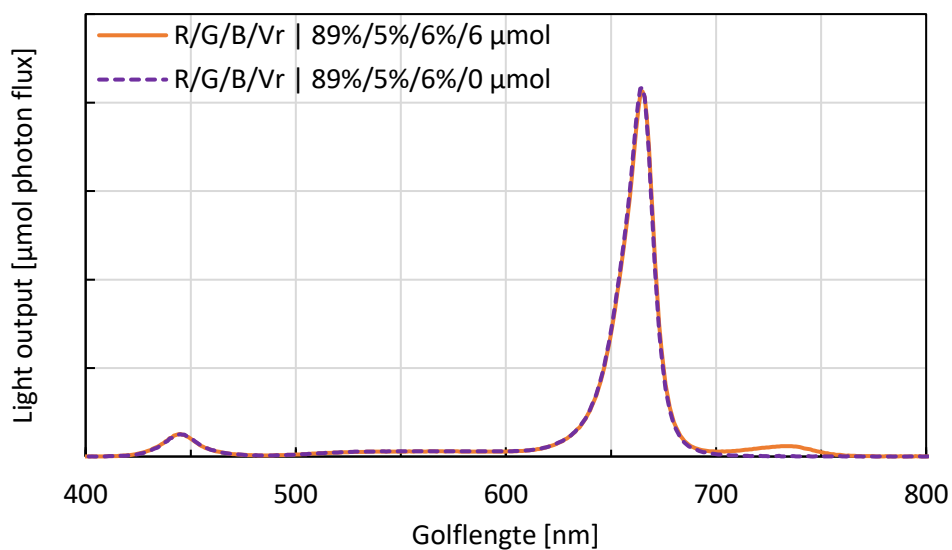
Tabel 1. Herkomst, ziftmaat, aantal bollen per kist, totaalgewicht bollen per kist, ontdooitemperatuur, ontdooidatum, plantdatum en datum van verplaatsing naar klimaatcel (startdatum) van de 4 getoetste cultivars. NL=Nederland, ZH=Zuidelijk halfmond.

Groep Cultivar		Ziftmaat Herkomst [cm]		Bollen per kist [#]	Gewicht per kist [g]	Ontdooi- temp.	Ontdooi- datum	Plant- datum	Start- datum
Proefronde 1									
Or	Santander	NL 2021	16-18	9	615 ± 5g	2°C	06-jul-22	20-jul-22	03-aug-22
OT	Tabledance	NL 2021	16-18	9	585 ± 5g	2°C	06-jul-22	20-jul-22	03-aug-22
LA	Brindisi	NL 2021	16-18	12	645 ± 5g	5°C	27-okt-22	04-nov-22	16-nov-22
Lo	Watch Up	NL 2021	14-16	14	635 ± 5g	5°C	05-okt-22	18-okt-22	02-nov-22
Proefronde 2									
Or	Santander	ZH	16-18	9	570 ± 5g	5°C	04-jan-23	12-jan-23	25-jan-23
OT	Tabledance	ZH	16-18	9	680 ± 5g	5°C	02-jan-23	12-jan-23	25-jan-23
LA	Brindisi	NL 2022	16-18	12	700 ± 5g	5°C	11-jan-23	25-jan-23	08-feb-23
Lo	Watch Up	NL 2022	16-18	12	725 ± 5g	5°C	21-dec-22	12-jan-23	25-jan-23
Proefronde 3									
Or	Santander	NL 2022	16-18	9	625 ± 5g	5°C	04-jan-23	12-jan-23	01-feb-23
OT	Tabledance	NL 2022	16-18	9	625 ± 5g	5°C	10-jan-23	17-jan-23	01-feb-23

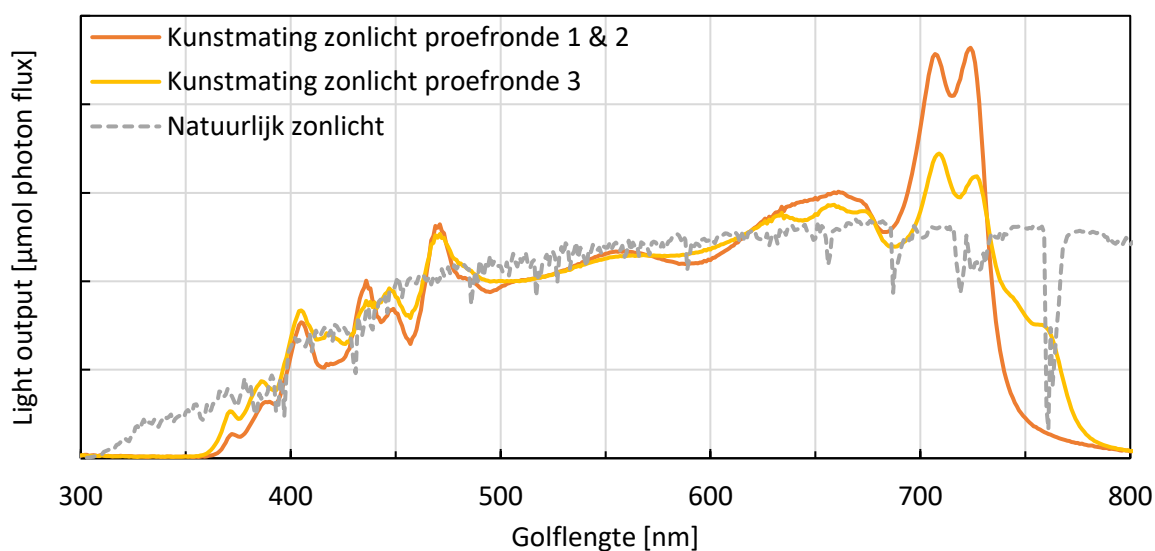
Watergift werd onderlangs gerealiseerd met behulp van druppelleidingen. De eerste weken werd schoon water gegeven en later werd voeding meegegeven (EC 1.5, pH 6.0), het voedingsschema staat in Bijlage I. Water werd naar behoefte (ongeveer elke 5 dagen) gegeven met 8 liter per vierkante meter.

Het klimaat was gelijk tussen de verschillende behandelingen per proefronde. De etmaaltemperatuur was $19 \pm 0.2^\circ\text{C}$. De RV was gemiddeld 73%. In proefronde 1 is bij de Oriëntal en OT-hybriden een gelijke RV aangehouden in zowel de dag als nacht, in de andere proefrondes was de dag RV 70% en de nacht RV 80%. Het CO₂ niveau was 800 ppm in de fotoperiode.

De belichting bestond uit een LED RGBVr spectrum met een verhouding van 89% rood, 5% groen, 6% blauw met 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood (Figuur 1). Bij enkele behandelingen werd geen verrood toegepast. Per proefronde worden de gebruikte lichtsom en eventuele aanpassingen in het spectrum gespecificeerd (zie hoofdstukken 3-5). Naast de LED-belichting ontvingen de planten winterdaglicht, welke werd gerealiseerd met een daglichtsimulator (Specialty Lighting Holland, Sunlite; Fig. 2). De gesimuleerde 'gemiddelde winterdag' betrof 80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR voor 8 uur per dag, ofwel 2.3 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ PAR, met uitzondering van proefronde 3. In deze proefronde werd een hogere lichtintensiteit gesimuleerd zonlicht gebruikt en een andere daglicht simulator toegevoegd (Specialty Lighting Holland, ASRM 2.0; Figuur 2).



Figuur 1. Spectrum van de LED-belichting met verrood ($6 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) en zonder verrood. De piek tussen 700 en 750 nm is de toevoeging van verrood.



Figuur 2. Spectrum van daglicht (ASTM standaard; grijze lijn) tegen over dat van de zonlichtsimulatoren in de verschillende proefrondes (ASRM 2.0 gele lijn en Sunlite oranje lijn). De lijnen overlappen elkaar over de gehele linie, ook voor een gedeelte in het UV ($<400\text{nm}$) en verrood ($>700\text{nm}$). De piek in het verrood zorgt ervoor dat er een gelijke PSS-waarde behaald wordt als met zonlicht.

2.1 Metingen

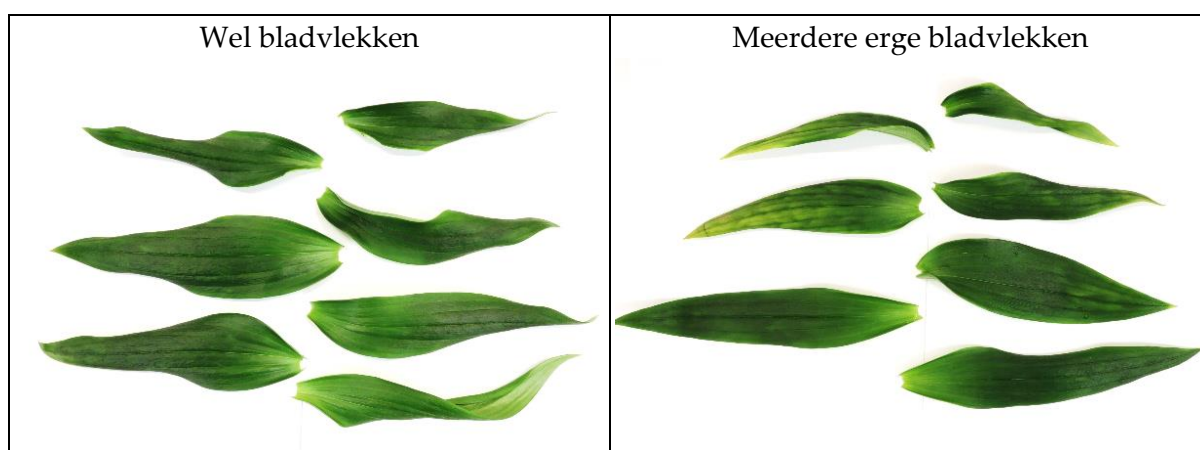
De takken zijn geoogst in een gelijk rijpheidsstadium met de tweede bloemknop volledig op kleur. Aan alle takken zijn de volgende metingen verricht:

- Trekduur
- Taklengte
- Takgewicht vers
- Takgewicht vers op 90 cm
- Bladvlekken en bladpunten (scoring 1-3)
- Stevigheid
- Aantal knoppen (goede, misvormde en verdroogde knoppen)
- Knoplengte

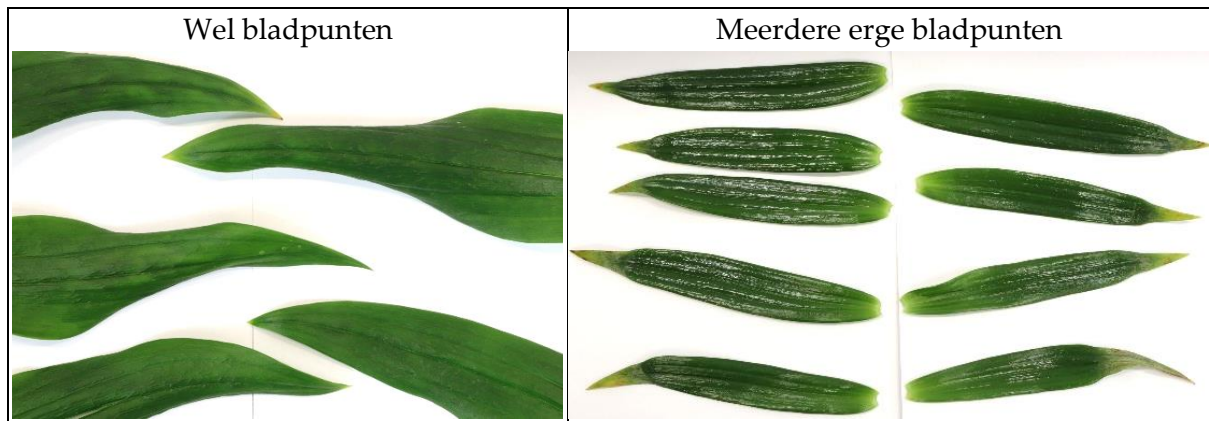
Met behulp van de oogstdatum is van elke tak de trekduur berekend. De lichtbenutting van elke tak in gram/mol is berekend met behulp van het vers takgewicht en de totaal ontvangen lichtsom op basis van de trekduur van elke individuele tak.

Bladvlekken zijn gescoord op drie niveaus: geen bladvlekken, wel bladvlekken en meerdere erge bladvlekken. Een voorbeeld van een blad met bladvlekken of meerdere erge bladvlekken staat in Figuur 3. Bladpunten zijn gescoord als: geen bladpunten, wel bladpunten, of meerdere erge bladpunten. Bij wel bladpunten zijn er kleine puntjes zichtbaar, de tak is dan nog wel verkoopbaar. Bij meerdere erge bladpunten zijn de bladpunten groter, het uiteinde van het blad wordt geel op meerdere bladeren. Zie Figuur 4 voor een voorbeeld.

In proefronde 3 is bij Tabledance gescoord op virusverschijnselen, hiervoor zijn 4 categorieën gebruikt: geen virus, planten met virussymptomen als vervormd blad met lichte gele plekjes, planten met virus symptomen als bruine vlekken, en planten waarvan nagenoeg al het blad bruin is en afsterft.



Figuur 3. Links; blad van een tak gescoord als 'wel bladvlekken' bij Santander. Op het blad linksonder is wat chlorose zichtbaar. Rechts; blad van een tak gescoord als 'meerdere erge bladvlekken' bij Santander, meerdere bladeren vertonen duidelijk chlorose.



Figuur 4. Links; blad van een tak gescoord als 'wel bladpunten' bij Watchup, het blad linksboven heeft een kleine bladpunt. Rechts; blad van een tak gescoord als 'meerdere erge bladpunten' bij Brindisi, het uiteinde van het blad is geel bij meerdere bladeren.

2.2 Data-analyse

De gegevens in dit rapport zijn inclusief de 'randplanten' die langs de randen van de klimaatcabines groeiden. Dit omdat lelies onvoldoende evenredig verdeeld zijn over een kist.

De gegevens zijn, voor elke cultivar afzonderlijk, statistisch geanalyseerd door middel van een twoway-ANOVA en een Tukey's HSD test in geval van statistische significantie ($\alpha < 0.05$). Voor de bladkwaliteit is een Pearson's chi square test gedaan gevolgd door Fisher exact test for independence. Met een Chi square test wordt getest of de verdeling van de drie categorieën verschilt tussen behandelingen. Individuele takken werden behandeld als herhalingen. Let wel, takken die binnen één behandeling zijn gegroeid zijn in feite geen echte onafhankelijke herhalingen. Alle statistiek is uitgevoerd in R (R core team 2022).

3 Proefronde 1 | Daglengte en lichtsom

In proefronde 1 stonden de volgende onderzoeksvragen centraal:

- Wat is het effect van fotoperiode (12, 15, 18 en 21 h/d) op de trekduur en ontwikkeling van lelie bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?
- Wat is het effect van het verkorten van de fotoperiode naar 12 uur vanaf de tweede helft van de teelt? En kan gedurende de tweede helft van de teelt de lichtsom verlaagd worden?

3.1 Materiaal en methoden

Om te bepalen wat het effect is van fotoperiode zijn er vier verschillende daglengte behandelingen getoetst (Tabel 3). De lichtsom is gebaseerd op 18 uur per dag met 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, de lichtintensiteit van de andere behandelingen is aangepast om een eenzelfde lichtsom te realiseren. Bij twee behandelingen is halverwege de teelt omgeschakeld naar een daglengte van 12 uur (Tabel 3). Bij de omschakeling in daglengte is bij één behandeling de lichtintensiteit gelijk gehouden, hierdoor werd de lichtsom lager (18/12 uur lage lichtsom, LL). Bij de andere behandeling is de lichtsom gelijk gehouden en de lichtintensiteit dus verhoogd (18/12 uur gelijke lichtsom, GL). Alle behandelingen ontvingen ook winterdaglicht, 8 uur per dag 80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR, resulterende in een lichtsom van 2.3 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ gerealiseerd met daglichtsimulatoren. De belichting liep altijd tot 1 uur na de (gesimuleerde) zonsondergang.

Tabel 2. Tijdslijn van proefronde 1.

Gebeurtenis	Uitgevoerd na x aantal dagen na start bij:			
	Santander	Tabledance	Brindisi	Watch Up
Lichtstap 1 4.2 mol PAR/m ² /d	0	0	0	0
Lichtstap 2 8.1 mol PAR/m ² /d	14	14	2	16
Lichtstap 3 12.0 mol PAR/m ² /d	21	21	9	23
Lichtstap 4 Omschakeling daglengte behandeling	35	35	28	42
Start met voeding meegeven	14	14	0	12
Fotosynthese metingen	37	37	30	44
Start oogst	70	63	47	60
Einde oogst	89	76	55	76

Tabel 3. Behandelingen van proefronde 1. De stappen refereren aan de lichtstappen zoals omschreven in Tabel 2. De getoonde intensiteit is de intensiteit van de LED-belichting. Daar bovenop werd er ook belicht met gesimuleerd winterzonlicht: 8 uur per dag met 80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR, resulterende in een lichtsom van 2.3 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$. De getoonde lichtsom is de totale lichtsom van LED plus zonlicht. De 18/12 behandelingen ontvingen in de laatste fase van de teelt een fotoperiode van 12 uur per dag. Waarbij in de LL (lage lichtsom) behandeling de lichtintensiteit hetzelfde is gehouden, resulterende in een reductie van lichtsom naar 8.8 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$. In de GL (gelijke lichtsom) behandeling is de lichtintensiteit verhoogd, om de lichtsom van 12.0 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ te behouden.

Behandeling	Daglength [h/d]				Lichtintensiteit [$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$]				Lichtsom [$\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$]			
	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
12 uur	12	12	12	12	45	135	225	225	4.2	8.1	12.0	12.0
15 uur	15	15	15	15	36	108	180	180	4.2	8.1	12.0	12.0
18 uur	18	18	18	18	30	90	150	150	4.2	8.1	12.0	12.0
21 uur	21	21	21	21	26	77	129	129	4.2	8.1	12.0	12.0
18/12 uur LL	18	18	18	12	30	90	150	150	4.2	8.1	12.0	8.8
18/12 uur GL	18	18	18	12	30	90	150	225	4.2	8.1	12.0	12.0

3.2 Resultaten

3.2.1 Eindoogst

Er is een duidelijk effect van daglength op trekduur (Tabel 4-7). De trekduur wordt korter bij langere daglengths, hoewel dit effect kleiner wordt naarmate de daglengths toenemen. Zie ook Figuur 7 voor een indruk van het verschil in bloeistadium als gevolg van daglength. Voor de Oriëntaal Santander is de trekduur ruim 13 dagen langer bij 12 uur daglength dan bij 18 uur daglength. Bij de OT-hybride Tabledance is dit 7 dagen en bij de LA-hybride Brindisi is dit 1.5 dag. Bij de Longiflorum Watch Up is er geen effect van daglength op trekduur.

Wanneer er halverwege de teelt overgeschakeld wordt van 18 uur naar 12 uur daglength levert dit geen teeltvertraging op. Terwijl er wel teeltvertraging optreedt wanneer er vanaf het begin van de teelt 12 uur daglength wordt aangehouden bij Santander, Tabledance en Brindisi. Dit laat zien dat lelie in de tweede helft van de teelt niet meer gevoelig is voor daglength op bloeisturing.

Wanneer er halverwege de teelt overgegaan wordt op een lagere lichtsom (18/12 uur LL) resulteert dit in meer slappe takken. De lichtbenuttingsefficiëntie in gram/mol neemt dan wel toe, omdat het takgewicht in deze behandelingen niet significant lager uitvalt. Vers takgewicht correleert dus, verbazend genoeg, niet direct met slappe takken. Mogelijk is het percentage droge stof lager bij deze takken. Slappe takken lijken ook vaker voor te komen naarmate de daglengths afnemen. Overigens is 'slappe takken' een menselijke beoordeling, en daarmee minder objectieve meting dan bijvoorbeeld trekduur, lengte of gewicht.

Taklength reageert niet heel sterk op daglength. Behalve bij Tabledance waren de takken het kortst bij de kortste daglength (12 uur). Daglength had geen effect op de knoplengte en het aantal goede knoppen per tak.

Tabel 4. Effect van fotoperiode op de verschillende parameters bij eindooft van Oriëntal Santander. $n=36$, $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht.

Santander Behandeling	Trekduur [d]	Knop- lengte [cm]	Tak- lengte [cm]	Tak- gewicht [g]	Tak- gewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Goede knoppen [#/#]	Geoogste takken [#]
12 uur	87.0 ^a	12.9 ^{ns}	99 ^b	175 ^a	175 ^a	7.2	22% ^a	3.4 ^{ns}	32
15 uur	76.4 ^b	13.2 ^{ns}	100 ^b	168 ^{ab}	164 ^{ab}	8.1	39% ^a	3.3 ^{ns}	31
18 uur	73.5 ^c	12.5 ^{ns}	102 ^{ab}	158 ^{bc}	153 ^{bc}	7.9	39% ^a	3.4 ^{ns}	33
21 uur	72.1 ^d	12.6 ^{ns}	103 ^{ab}	151 ^c	145 ^c	7.8	17% ^a	3.3 ^{ns}	35
18/12 uur LL	73.8 ^c	12.8 ^{ns}	102 ^{ab}	148 ^c	144 ^c	8.9	91% ^b	3.1 ^{ns}	32
18/12 uur GL	74.5 ^c	13.0 ^{ns}	105 ^a	164 ^{abc}	157 ^{bc}	8.1	34% ^a	3.4 ^{ns}	32

Tabel 5. Effect van fotoperiode op de verschillende parameters bij eindooft van OT-hybride Tabledance. $n=36$, $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht.

Tabledance Behandeling	Trekduur [d]	Knop- lengte [cm]	Tak- lengte [cm]	Tak- gewicht [g]	Tak- gewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Goede knoppen [#/#]	Geoogste takken [#]
12 uur	73.4 ^a	14.3 ^{ab}	109 ^a	233 ^a	218 ^a	11.7	25% ^a	4.7 ^{ns}	36
15 uur	67.2 ^b	14.5 ^a	105 ^b	219 ^{ab}	207 ^{ab}	12.2	6% ^{ab}	4.5 ^{ns}	35
18 uur	66.6 ^{bc}	14.2 ^b	103 ^{bc}	213 ^{ab}	204 ^{ab}	12.1	0% ^b	4.7 ^{ns}	33
21 uur	66.3 ^{bc}	14.2 ^{ab}	102 ^c	212 ^{ab}	204 ^{ab}	12.0	11% ^{ab}	4.8 ^{ns}	36
18/12 uur LL	66.5 ^{bc}	14.2 ^{ab}	102 ^c	205 ^b	196 ^b	13.7	22% ^a	4.4 ^{ns}	36
18/12 uur GL	66.1 ^c	14.4 ^{ab}	102 ^c	212 ^{ab}	202 ^{ab}	11.7	6% ^{ab}	4.6 ^{ns}	36

Tabel 6. Effect van fotoperiode op de verschillende parameters bij eindooft van LA-hybride Brindisi. $n=48$, $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht.

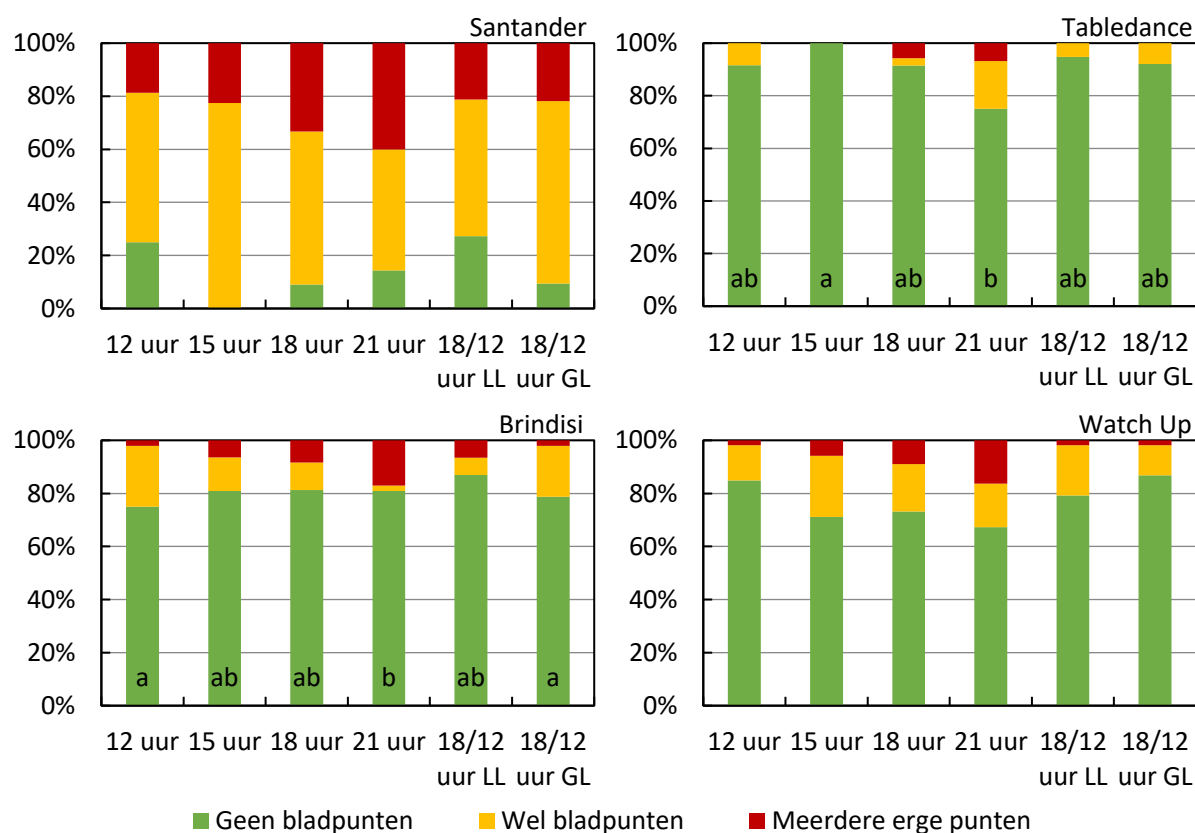
Brindisi Behandeling	Trekduur [d]	Knop- lengte [cm]	Tak- lengte [cm]	Tak- gewicht [g]	Tak- gewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Goede knoppen [#/#]	Geoogste takken [#]
12 uur	52.8 ^a	10.6 ^{ns}	89 ^c	156 ^{ns}	165 ^{ns}	13.2	15% ^{ns}	3.4 ^{ns}	48
15 uur	51.7 ^{bc}	10.3 ^{ns}	90 ^{bc}	151 ^{ns}	157 ^{ns}	13.1	13% ^{ns}	3.7 ^{ns}	47
18 uur	51.1 ^{bc}	10.3 ^{ns}	92 ^{ab}	150 ^{ns}	151 ^{ns}	13.2	4% ^{ns}	3.5 ^{ns}	48
21 uur	50.9 ^c	10.3 ^{ns}	95 ^a	152 ^{ns}	149 ^{ns}	13.4	2% ^{ns}	3.6 ^{ns}	47
18/12 uur LL	51.9 ^{ab}	10.4 ^{ns}	93 ^a	154 ^{ns}	157 ^{ns}	15.3	22% ^{ns}	3.9 ^{ns}	46
18/12 uur GL	50.9 ^c	10.4 ^{ns}	93 ^{ab}	154 ^{ns}	153 ^{ns}	13.6	9% ^{ns}	3.8 ^{ns}	47

Tabel 7. Effect van fotoperiode op de verschillende parameters bij eindooft van Longiflorum Watch Up. $n=56$, $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht.

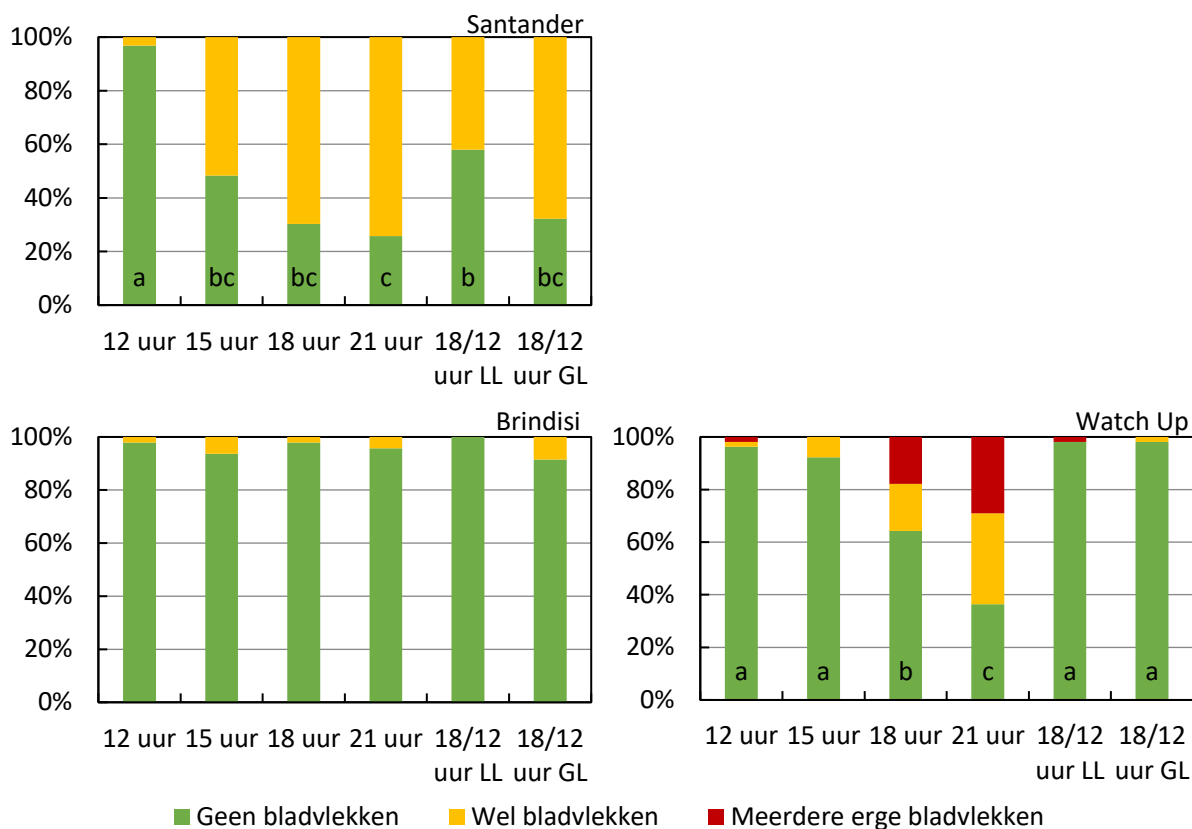
Watch Up Behandeling	Trekduur [d]	Knop- lengte [cm]	Tak- lengte [cm]	Tak- gewicht [g]	Tak- gewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Goede knoppen [#/#]	Geoogste takken [#]
12 uur	68.2 ^{ns}	15.1 ^{ns}	83 ^d	119 ^{ns}	142 ^{ns}	10.5	15% ^a	1.2 ^{ns}	53
15 uur	67.2 ^{ns}	15.0 ^{ns}	91 ^{abc}	117 ^{ns}	122 ^{ns}	10.5	10% ^{ab}	1.2 ^{ns}	52
18 uur	68.1 ^{ns}	14.8 ^{ns}	93 ^{ab}	113 ^{ns}	116 ^{ns}	10.0	2% ^{ab}	1.2 ^{ns}	56
21 uur	67.1 ^{ns}	15.0 ^{ns}	94 ^a	111 ^{ns}	111 ^{ns}	10.0	0% ^b	1.3 ^{ns}	55
18/12 uur LL	66.6 ^{ns}	15.0 ^{ns}	91 ^{bc}	113 ^{ns}	121 ^{ns}	11.6	4% ^{ab}	1.2 ^{ns}	53
18/12 uur GL	67.1 ^{ns}	15.1 ^{ns}	89 ^c	111 ^{ns}	119 ^{ns}	10.0	0% ^b	1.2 ^{ns}	53

3.2.2 Bladkwaliteit

De bladkwaliteit was slechter bij langere daglengtes, er ontstaan namelijk ergere bladpunten (Figuur 5) en meer bladvlekken (Figuur 6). Zie ook Figuur 7 en 8. Waarbij opgemerkt dat de lichtintensiteit juist hoger was naarmate de daglengte korter was, zodat de lichtsom gelijk bleef. De behandelingen waarbij in de tweede helft van de teelt over is gegaan van 18 uur daglengte naar 12 uur vertonen iets minder schade dan de behandeling welke de gehele teelt 18 uur daglengte hebben ontvangen.



Figuur 5. Gradaties van bladvlekken bij eindooft, uitgedrukt in percentage aangetaste takken. De letters geven de significante verschillen aan. $\alpha < 0.05$.



Figuur 6. Gradaties van bladvlekken bij eind oogst, uitgedrukt in percentage aangetaste takken. De letters geven de significante verschillen aan. $\alpha < 0.05$. NB bij Santander is enkel gescoord op het wel of niet aanwezig zijn van bladvlekken.



Figuur 7. Indruk van het gewas bij Santander (boven) en Tabledance (Onder) bij 12 en 21 uur daglengte. 57 dagen na start.

12 uur



21 uur



Figuur 8. Indruk van het gewas bij Brindisi (boven) en Watch Up (Onder) bij 12 en 21 uur daglengte. Brindisi 34, Watchup 48 dagen na start

3.2.3 Papierblad

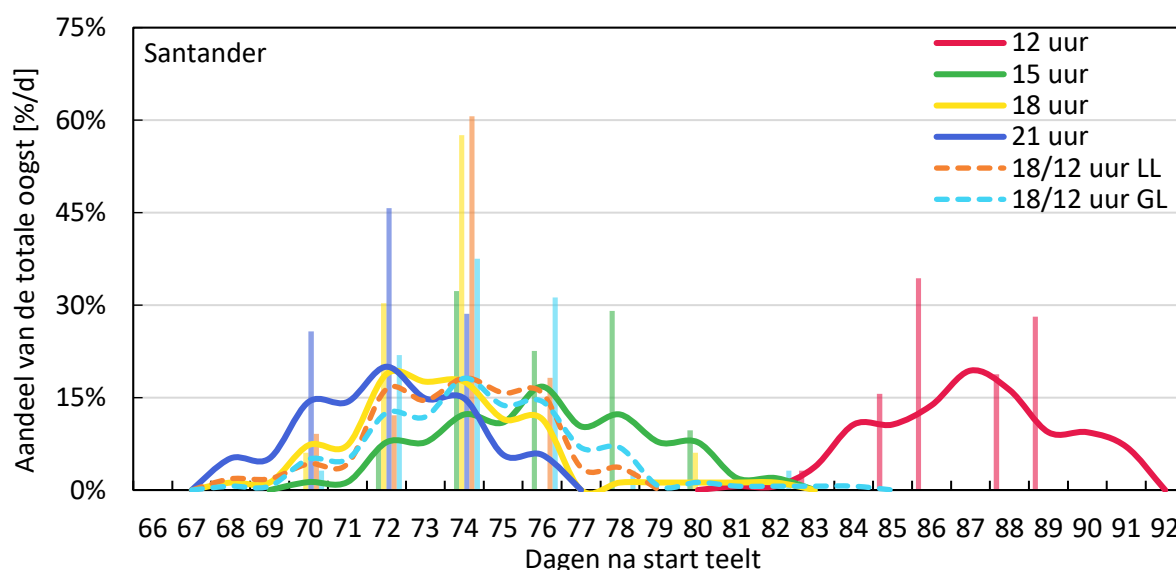
Naast de bladkwaliteit is er bij Santander en Tabledance ook gemeten of er sprake was van papierblad (Tabel 8). Bij takken waarbij papierblad is, zijn er problemen met het functioneren van de huidmondjes. Bijvoorbeeld wanneer een blad voor lange tijd wordt blootgesteld aan een stabiele hoge luchtvochtigheid, kan het zo zijn dat de huidmondjes niet meer (voldoende) sluiten bij vochtstress. Er ontstaan dan 'luie' huidmondjes. Dit is te meten door het versgewicht van geplukte bladeren te volgen over de tijd. Bij normaal functionerende huidmondjes zakt het versgewicht na plukken eerst snel en daarna langzaam doordat de huidmondjes sluiten, bij papierblad blijft het gewicht snel afnemen. Om te bepalen of er papierblad was ontstaan in de proef is bij een aantal behandelingen van 5 takken per behandeling aan 2 bladeren per tak papierblad gemeten. Bij Santander was er sprake van papierblad. Hierbij viel op dat papierblad niet specifiek is voor een tak, aan dezelfde tak kan een blad papierblad-verschijnselen hebben en een ander blad niet.

Tabel 8. Gegevens van de papierbladmetingen. Papierblad is hier gedefinieerd als de gewichtsafname van een individueel blad welke meer dan 20% bedraagt. $n = 10$.

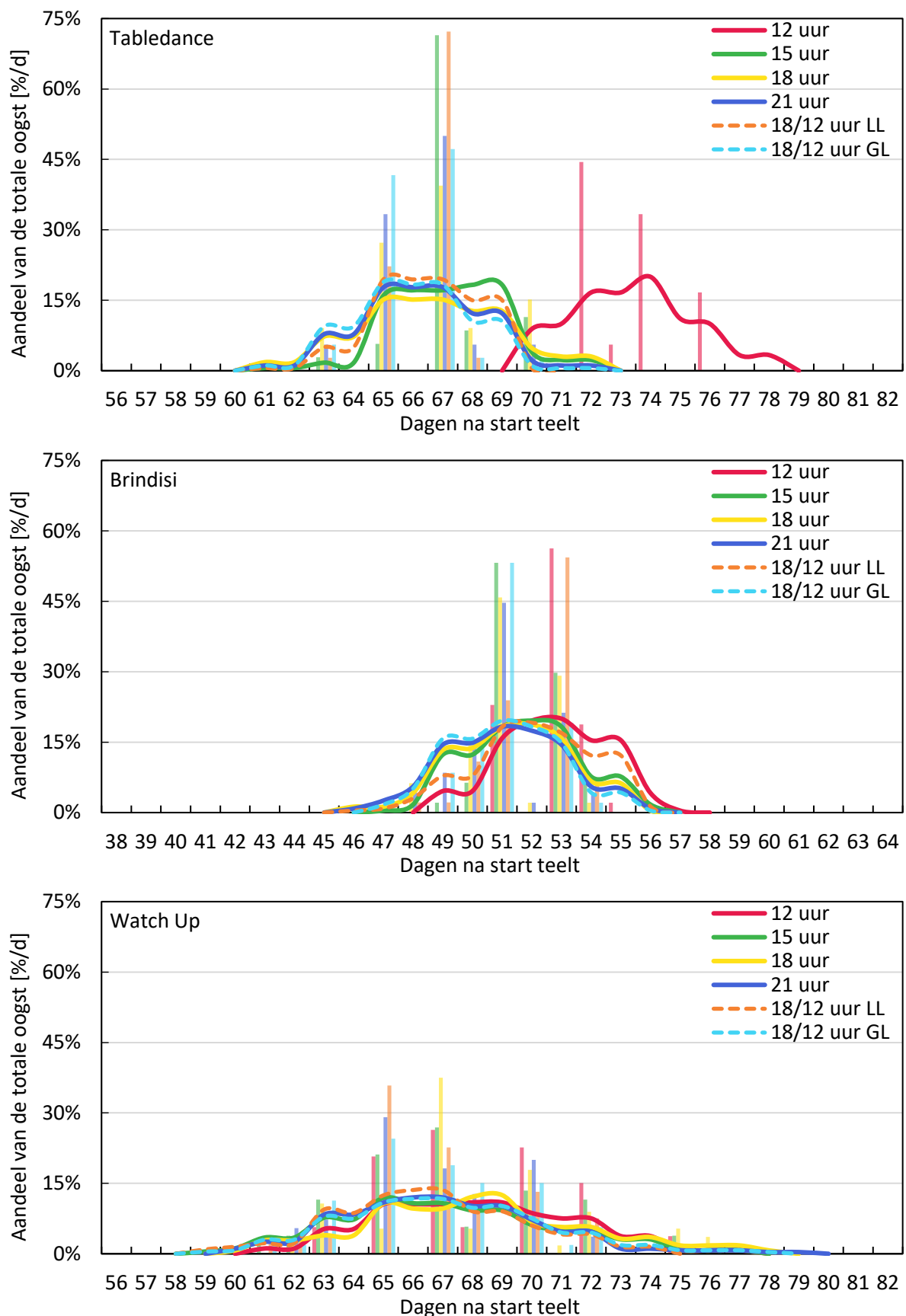
Behandeling	Santander (gemeten 12 uur na bladpluk)		Tabledance (gemeten 19 uur na bladpluk)	
	Gemiddelde gewichtsafname [%]	Aandeel papierblad [%]	Gemiddelde gewichtsafname [%]	Aandeel papierblad [%]
15 uur	17%	40%	9%	0%
18 uur	-	-	11%	0%
21 uur	21%	50%	12%	0%
18/12 uur LL	13%	10%	9%	0%
18/12 uur GL	13%	10%	9%	0%

3.2.4 Oogstspreading

De verschillen in oogstspreading als gevolg van daglengte zijn klein (Figuur 9 en 10). Bij Santander is de spreading van de oogst bij 15 uur daglengte iets groter. De spreading van de oogst bij 12 uur daglengte verschilt, behalve dat deze later is, niet van de andere behandelingen en de spreading bij 18 en 21 uur verschillen ook niet. Er is dus geen consistent effect van daglengte op oogstspreading bij Santander. Bij Brindisi is het kleine effect van 12 uur daglengte op trekduur zichtbaar, maar is er ook geen effect op oogstspreading. Bij Tabledance en Watch Up is er ook geen effect van daglengte op oogstspreading.



Figuur 9. Spreading van de oogst bij Santander. De spreading bij 15 uur daglengte is iets groter, echter is er geen consistent effect van daglengte. Het verschil in trekduur door daglengte is goed zichtbaar.



Figuur 10. Spreiding van de oogst bij Tabledance (boven), Brindisi (midden) en Watch Up (onder). Er zijn bij deze cultivars geen opvallende verschillen in oogstspreiding tussen de verschillende daglengte behandelingen.

3.2.5 Fotosynthese

Om te bepalen of er geen grote problemen in fotosynthese ontstaan als gevolg van een onnatuurlijk lange daglengte zijn er fotosynthesemetingen uitgevoerd. Deze metingen zijn met de LI-6800 draagbare fotosynthesemeter uitgevoerd aan de jong volgroeide topbladeren. Er werd gemeten bij 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR (90% rood en 10% blauw meetlicht), 800 ppm CO_2 , 19°C luchttemperatuur en 73% relatieve luchtvochtigheid.

Bij alle cultivars is te zien dat er een hogere netto CO_2 -opname is bij 12 uur daglengte (Tabel 9). De 12 uur daglengte is ook de behandeling waarbij de lichtintensiteit het hoogst is (tot 305 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR overdag), deze hogere lichtintensiteit kan ervoor gezorgd hebben dat de netto CO_2 -opname hoger is. De ΦPSII waarde laat zien hoeveel van het fotosysteem (fotosysteem II) actief is, deze kan gebruikt worden als indicator van stress. De ΦPSII lijkt iets af te nemen bij de behandelingen met daglengtes van 21 uur. Het is waarschijnlijker dat deze reductie wordt veroorzaakt door het feit dat deze behandeling een lagere lichtintensiteit ontving dan dat deze schade is ontstaan door de blootstelling aan een daglengte van 21 uur. Maar dit is in deze opzet niet met zekerheid vast te stellen.

Tabel 9. Fotosynthese-data lelie van de getoetste cultivars in de verschillende daglengte behandelingen. De metingen zijn uitgevoerd met 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR meetlicht bij 800 ppm CO_2 , 19°C luchttemperatuur en 73% relatieve luchtvochtigheid.

Cultivar	Behandeling	Netto CO_2 -opname [$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$]	Huidmondjes-geleiding [$\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$]	ETR [$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$]	ΦPSII	n = x
Santander	12 uur	14.4	0.17	76	0.58	3
	15 uur	14.3	0.20	73	0.58	5
	18 uur	13.5	0.18	70	0.56	5
	21 uur	13.4	0.12	69	0.52	3
Tabledance	12 uur	14.6	0.19	73	0.56	3
	15 uur	13.6	0.22	73	0.58	5
	18 uur	13.3	0.17	72	0.57	5
	21 uur	13.5	0.13	68	0.52	3
Brindisi	12 uur	15.2	0.10	79	0.60	4
	15 uur	13.2	0.20	79	0.62	6
	18 uur	11.8	0.20	76	0.60	8
	21 uur	11.5	0.20	75	0.59	9
Watch Up	12 uur	13.6	0.20	76	0.58	5
	15 uur	10.2	0.21	74	0.59	7
	18 uur	11.1	0.26	75	0.59	9
	21 uur	11.0	0.20	72	0.56	9

3.3 Conclusies

In onderstaand overzicht worden de twee onderzoeksvragen puntsgewijs beantwoord.

Wat is het effect van fotoperiode (12, 15, 18 en 21 h/d) op de trekduur en ontwikkeling van lelie bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?

- De trekduur wordt korter bij langere daglengtes, hoewel dit effect kleiner wordt naarmate de daglengtes toenemen. Dit effect is het sterkst bij de Oriëntal en OT-hybride en in veel mindere mate bij de getoetste LA-hybride. De Longiflorum was daglengte ongevoelig.
- Taklengte reageert niet sterk op daglengte.
- Bladkwaliteit wordt slechter bij langere daglengtes, er ontstaan meer bladpunten en bladvlekken.

Wat is het effect van het verkorten van de fotoperiode van 18 naar 12 uur vanaf de tweede helft van de teelt? En kan gedurende de tweede helft van de teelt de lichtsom verlaagd worden?

- De daglengte kan in de tweede helft van de teelt verkort worden zonder dat dit de trekduur verlengt. De gevoeligheid voor daglengte op bloeisnelheid ligt dus in de eerste helft van de teelt.
- Wanneer er halverwege de teelt overgegaan wordt op een lagere lichtsom resulteert dit in meer slappe takken, dit terwijl het takgewicht niet significant afneemt. Vers takgewicht correleert dus niet altijd direct met slappe takken.

Omdat bij Oriëntal Santander en OT-hybride Tabledance de trekduur sterk werd beïnvloed door daglengte, worden voornamelijk deze twee cultivars in de tweede en derde proefronde gebruikt om effecten van verrood en lichtintensiteit voor dagverlenging op trekduur te onderzoeken.

4 Proefronde 2 | Verrood afschakelen en verrood EoD

In proefronde 2 stonden de volgende onderzoeksvragen centraal:

- Wat is het effect van het uitschakelen van verrood na 3 of 5 weken op trekduur, bloei, lengte en ontwikkeling van Oriëntals en OT-hybriden?
- Wat is het effect van Vr EoD (nabelichten met verrood aan het begin van de nacht) op taklengte en ontwikkeling bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?

4.1 Materiaal en methoden

Om te bepalen wat het effect is van verrood op trekduur zijn er drie verschillende duren van verrood getoetst bij Oriëntals en OT-hybriden (Tabel 11), namelijk verrood de gehele teelt aanlaten (Vr continu), verrood na 5 weken uitschakelen (Vr 5 weken) en verrood na 3 weken uitschakelen (Vr 3 weken). Zie Figuur 11 voor een indruk van het ontwikkelingsstadium van 3 weken na start proef. Daarnaast is het effect van nabelichten met verrood getoetst bij de Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums, 'Vr continu' vs. 'Vr EoD' (Tabel 11). Ook in de VR EoD behandeling stond overdag verrood aan. De fotoperiode was in alle behandelingen 18 uur (Vr EoD niet meegeteld), de belichting werd op eenzelfde manier opgeschakeld als in proefronde 1. Alle behandelingen ontvingen ook gesimuleerd winterdaglicht, 8 uur per dag 80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR, resulterende in een lichtsom van 2.3 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$. De belichting liep altijd tot 1 uur na de gesimuleerde zonsondergang.

Tabel 10. Tijdlijn van proefronde 2. Watch Up is voortijdig, voordat deze rijp was, in één keer geoogst, omdat deze te lang werden voor de proeffaciliteiten.

Gebeurtenis	Uitgevoerd na x aantal dagen na start bij:			
	Santander	Tabledance	Brindisi	Watch Up
Lichtstap 1 4.2 mol PAR/m ² /d	0	0	0	0
Lichtstap 2 8.1 mol PAR/m ² /d	14	14	21	35
Lichtstap 3 12.0 mol PAR/m ² /d	21	21	21	35
Start met voeding meegeven	14	14	0	14
Start oogst	67	61	58	-
Einde oogst	75	72	64	-

Tabel 11. Behandelingen van proefronde 2. Let wel, de behandelingen waarbij het verrood in de LED is uitgezet ontvangen nog wel altijd 8 van de 18 uur verrood vanuit het zonlicht.

Behandeling	Beschrijving
Vr continu	Gehele teelt met 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood overdag (referentie)
Vr EoD	Gehele teelt met 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood overdag + verrood bij begin van de nacht bestaande uit; 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood gedurende 30 minuten
Vr 5 weken	Enkel eerste 5 weken 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood overdag, daarna geen verrood
Vr 3 weken	Enkel eerste 3 weken 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood overdag, daarna geen verrood

Santander (Oriëntal)



Tabledance (OT-hybride)



Figuur 11. Indruk van het ontwikkelingsstadium van de kop van de plant 3 weken na start van de proef.

Bij deze proefronde is naast de algemene metingen ook de bloemsteellengte en de bloemtros lengte gemeten (Figuur 12). De bloemsteellengte is de lengte van de bloemsteel gemeten van de bloemtak tot de onderkant van de knop. De bloemtros lengte is de lengte gemeten aan de bloemtak van de afsplitsing van de eerste knop tot het begin van de bloemsteel van de laatste knop.



Figuur 12. Illustratie van de meting van de bloemtros lengte (blauw) en bloemsteellengte (oranje) bij Tabledance.

4.2 Resultaten

4.2.1 Eindoogst

De trekduur, takgewichten en overige gemeten parameters worden niet beïnvloed door het eerder uitschakelen van verrood in de teelt (Tabel 12). De eerste 3 weken met verrood overdag belichten is dus al voldoende lang om teeltvertraging te voorkomen. Let op: helemaal geen verrood in de belichting geeft bij deze zelfde cultivars wel degelijk ernstige teeltvertraging (Hogewoning *et al.*, 2020 en 2021). In proefronde 1 had dus mogelijk de daglengte-switch behandeling (van 18 naar 12 uur daglengte) ook 2 weken eerder plaats kunnen vinden zonder negatieve gevolgen op trekduur.

De Vr EoD-behandeling gaf wel verschillen, zo was de totale taklengte bij alle cultivars aanzienlijk langer met Vr EoD en leken ook de bloemtros- en bloemsteellengte toe te nemen (Figuur 14, Tabel 12 en Tabel 13). Bij Watch Up is ook de internodiumlengte bepaald. Dit is gedaan door het aantal bladeren te tellen welke tot 60 cm onder de eerste knop zitten. De internodiumlengte was 1.9 cm in de controle en 2.2 cm met EoD verrood. Dit is eenzelfde ratio als dat er aan taklengte bij is gekomen, dus de extra taklengte is een gevolg van meer strekking en niet van meer internodia. Indien een teler wel meer taklengte, maar niet meer bloemtros- en bloemsteellengte wenst, kan EoD verrood worden uitgezet voordat de bloemstelen gaan strekken.

Bij Santander resulteerde de Vr EoD-behandeling ook in een iets kortere trekduur, bij de andere cultivars is dit effect er niet. Dit is in lijn met de verwachtingen op basis van proefronde 1, daarbij kwam naar voren dat Santander het sterkste reageerde op verschillen in daglengte.

De takken van Watch Up werden te lang voor de proeffaciliteiten en zijn daarom op 68 dagen na start voortijdig, voordat deze rijp waren, in één keer geoogst. Het is hierdoor niet mogelijk om de trekduur voor Watch Up te bepalen. Het ontwikkelingsstadium was echter vrij vergelijkbaar tussen de behandeling met en zonder Vr EoD (Figuur 13).

De proefbehandelingen hadden geen effect op de knoplengte en het aantal goede knoppen per tak (Tabel 13).

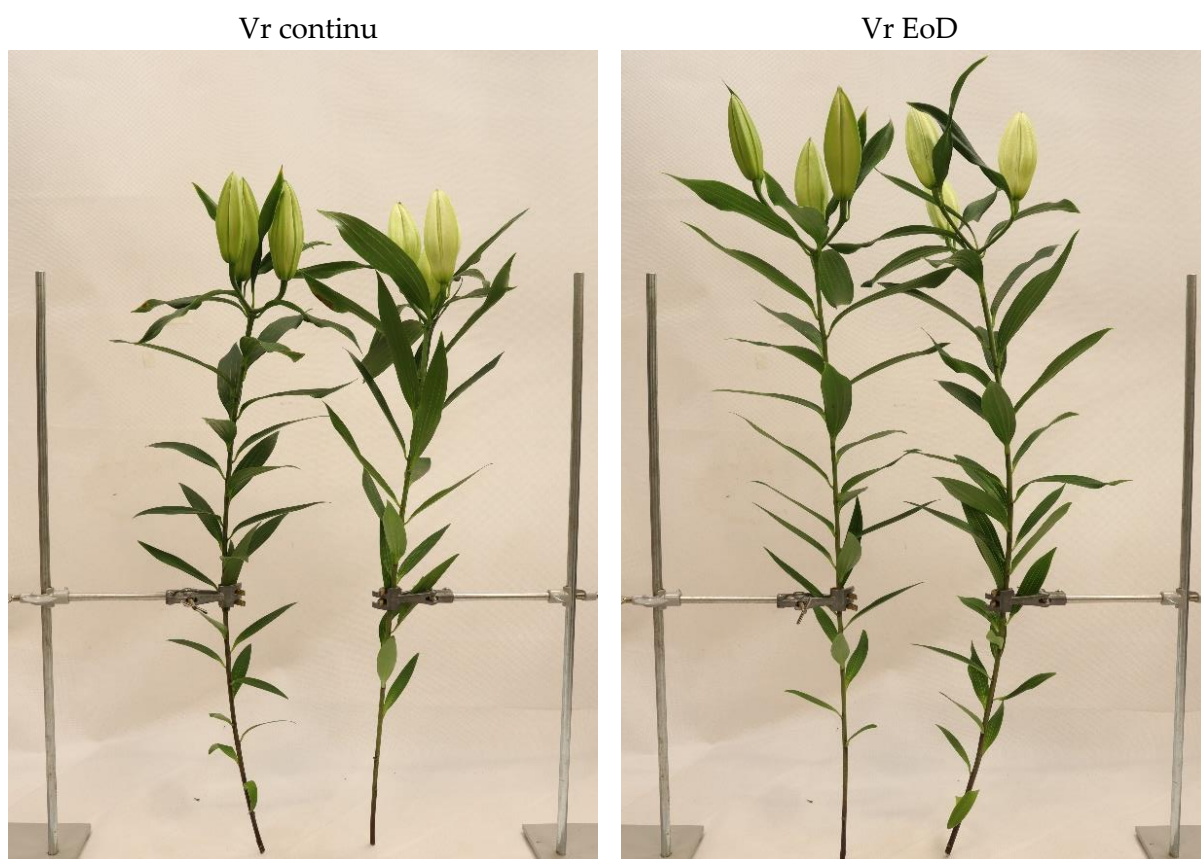
Vr continu



Vr EoD



Figuur 13. Watch Up bij het moment dat de proef beëindigd is. Het ontwikkelingsstadium lijkt vrij vergelijkbaar tussen de twee behandelingen. Met verrood nabelichten resulteert wel duidelijk in langere internodia.



Figuur 14. Santander bij de eind oogst. De strekking bij 'Vr EoD' is duidelijk zichtbaar, niet alleen op internodiale lengte maar ook op de bloemsteellengte.

Tabel 12. Effect van verrood afschakelen bij Oriëntals en OT-hybriden en belichting met alleen verrood aan het begin van de nacht op de verschillende parameters bij eind oogst. $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht. Watch Up is onrijp geoogst omdat de lelies te lang werden voor de teeltcabines.

Cultivar	Behandeling	Trekduur [d]	Taklengte [cm]	Takgewicht [g]	Takgewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Geoogste takken [#]
Santander	Vr continu	70.7 ^{ab}	89 ^b	129 ^{ns}	*	6.8	19% ^{ns}	36
	Vr EoD	69.7 ^b	95 ^a	125 ^{ns}	*	6.7	14% ^{ns}	35
	Vr 5 weken	70.9 ^a	92 ^{ab}	135 ^{ns}	*	7.0	31% ^{ns}	36
	Vr 3 weken	71.6 ^a	90 ^b	131 ^{ns}	*	6.8	26% ^{ns}	36
Tabledance	Vr continu	65.1 ^{ns}	100 ^b	176 ^{ns}	169 ^{ns}	10.2	18% ^{ns}	33
	Vr EoD	65.1 ^{ns}	107 ^a	182 ^{ns}	169 ^{ns}	10.6	33% ^{ns}	36
	Vr 5 weken	65.2 ^{ns}	102 ^b	185 ^{ns}	177 ^{ns}	10.7	31% ^{ns}	32
	Vr 3 weken	66.1 ^{ns}	101 ^b	181 ^{ns}	174 ^{ns}	10.4	21% ^{ns}	34
Brindisi	Vr continu	61.1 ^{ns}	103 ^b	178 ^{ns}	166 ^a	15.6	6% ^{ns}	48
	Vr EoD	61.2 ^{ns}	113 ^a	176 ^{ns}	154 ^b	15.3	15% ^{ns}	48
Watch Up	Vr continu	-	114 ^b	192 ^{ns}	-	17.6	-	48
	Vr EoD	-	130 ^a	205 ^{ns}	-	18.8	-	47

*Niet weergegeven, omdat veel takken korter waren dan 90 cm

Tabel 13. Effect van verrood afschakelen bij Oriëntals en OT-hybriden en belichting met alleen verrood aan het begin van de nacht op de verschillende parameters bij eind oogst. $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Watch Up is onrijp geoogst omdat de lelies te lang werden voor de teeltcabines.

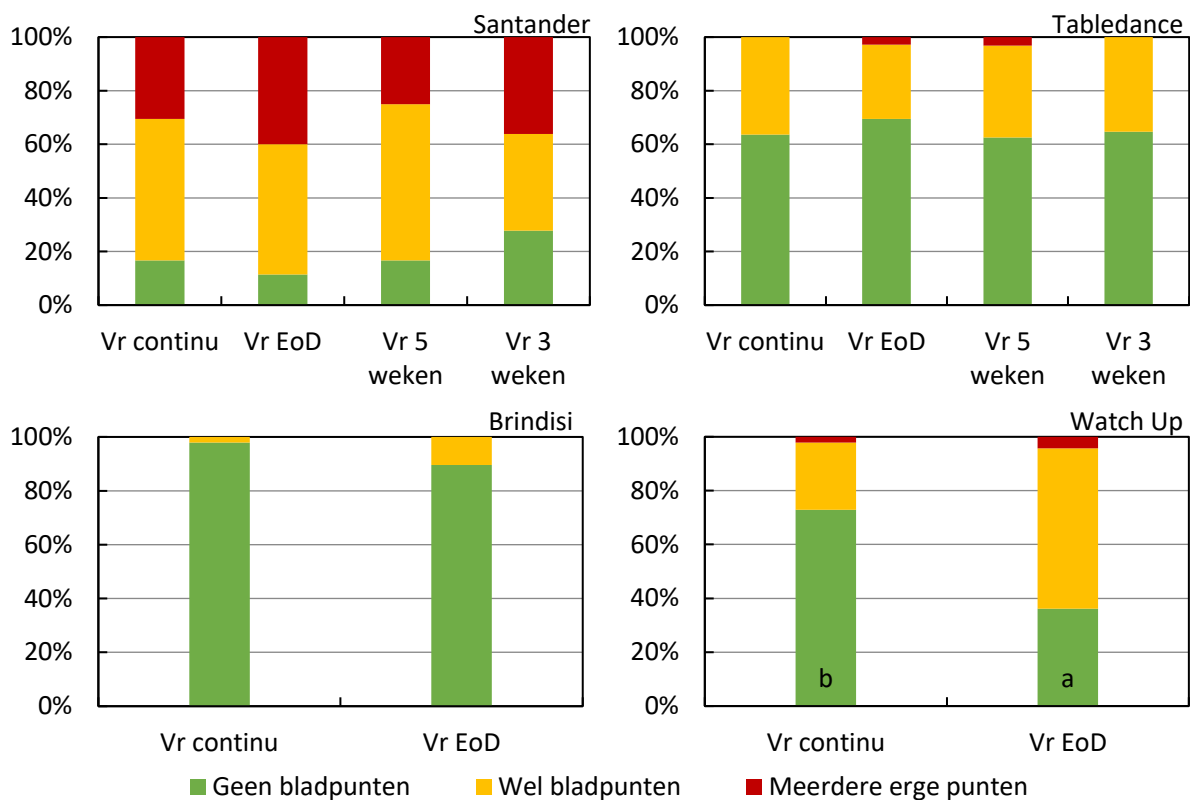
Cultivar	Behandeling	Knoplengte [cm]	Goede knoppen [#/#]	Bloemsteel lengte [cm]	Bloemtros lengte [cm]	Internodium lengte [cm]	Knopgewicht [g]
Santander	Vr continu	12.4 ^{ns}	2.8 ^{ns}	6.0 ^b	-	-	-
	Vr EoD	12.0 ^{ns}	2.7 ^{ns}	6.9 ^a	-	-	-
	Vr 5 weken	12.7 ^{ns}	2.8 ^{ns}	6.4 ^{ab}	-	-	-
	Vr 3 weken	12.4 ^{ns}	2.8 ^{ns}	6.2 ^b	-	-	-
Tabledance	Vr continu	13.2 ^{ns}	3.6 ^{ns}	5.3 ^{ns}	6.6 ^{ns}	-	-
	Vr EoD	13.2 ^{ns}	3.8 ^{ns}	5.7 ^{ns}	6.9 ^{ns}	-	-
	Vr 5 weken	13.1 ^{ns}	3.8 ^{ns}	5.4 ^{ns}	6.4 ^{ns}	-	-
	Vr 3 weken	13.2 ^{ns}	3.6 ^{ns}	5.7 ^{ns}	6.1 ^{ns}	-	-
Brindisi	Vr continu	10.5 ^{ns}	3.9 ^{ns}	7.9 ^b	8.5 ^{ns}	-	-
	Vr EoD	10.7 ^{ns}	3.9 ^{ns}	8.5 ^a	9.3 ^{ns}	-	-
Watch Up	Vr continu	-	2.6 ^{ns}	-	-	1.9 ^{ns}	3.6 ^{ns}
	Vr EoD	-	2.7 ^{ns}	-	-	2.2 ^{ns}	4.3 ^{ns}

4.2.2 Bladkwaliteit

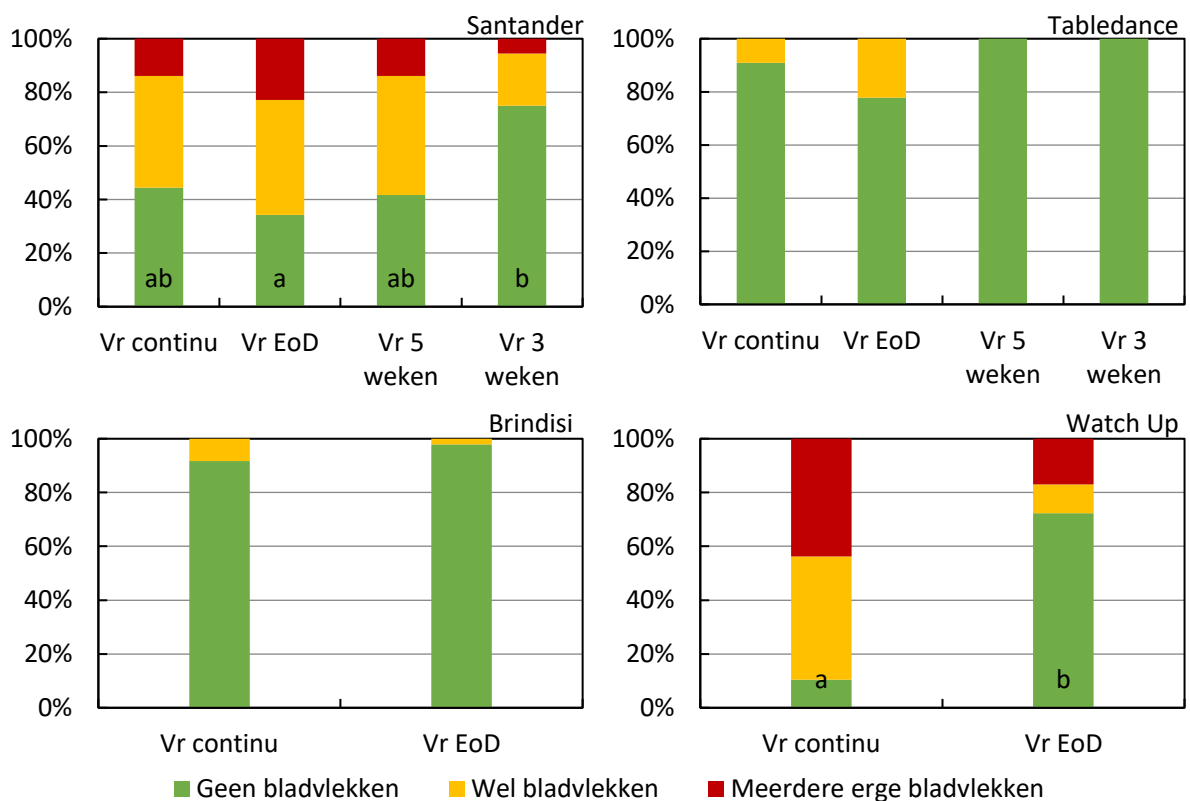
Het eerder afschakelen van verrood had geen grote effecten op de bladkwaliteit bij Santander en Tabledance (Figuur 15 en 16). Alleen voor Santander is zijn minder bladvlekken waargenomen wanneer het verrood wordt uitgezet na 3 weken (Figuur 16). Mogelijk is dit effect ook aanwezig bij Tabledance, echter de bladkwaliteit van Tabledance was in geen een van de behandelingen echt slecht waardoor het onderscheidingsvermogen verdwijnt. Verder is het opvallend dat bij Watch Up met Vr-EoD de bladpunten erger worden, maar de bladvlekken juist afnemen. Voor dit laatste hebben we geen logische verklaring. Mogelijk is er ook sprake van een toevalcomponent in het optreden van bladproblemen binnen een behandeling. Proeven met meer herhalingen specifiek gericht op bladkwaliteit zijn daarom ook aan te bevelen.

4.2.3 Oogstspreading

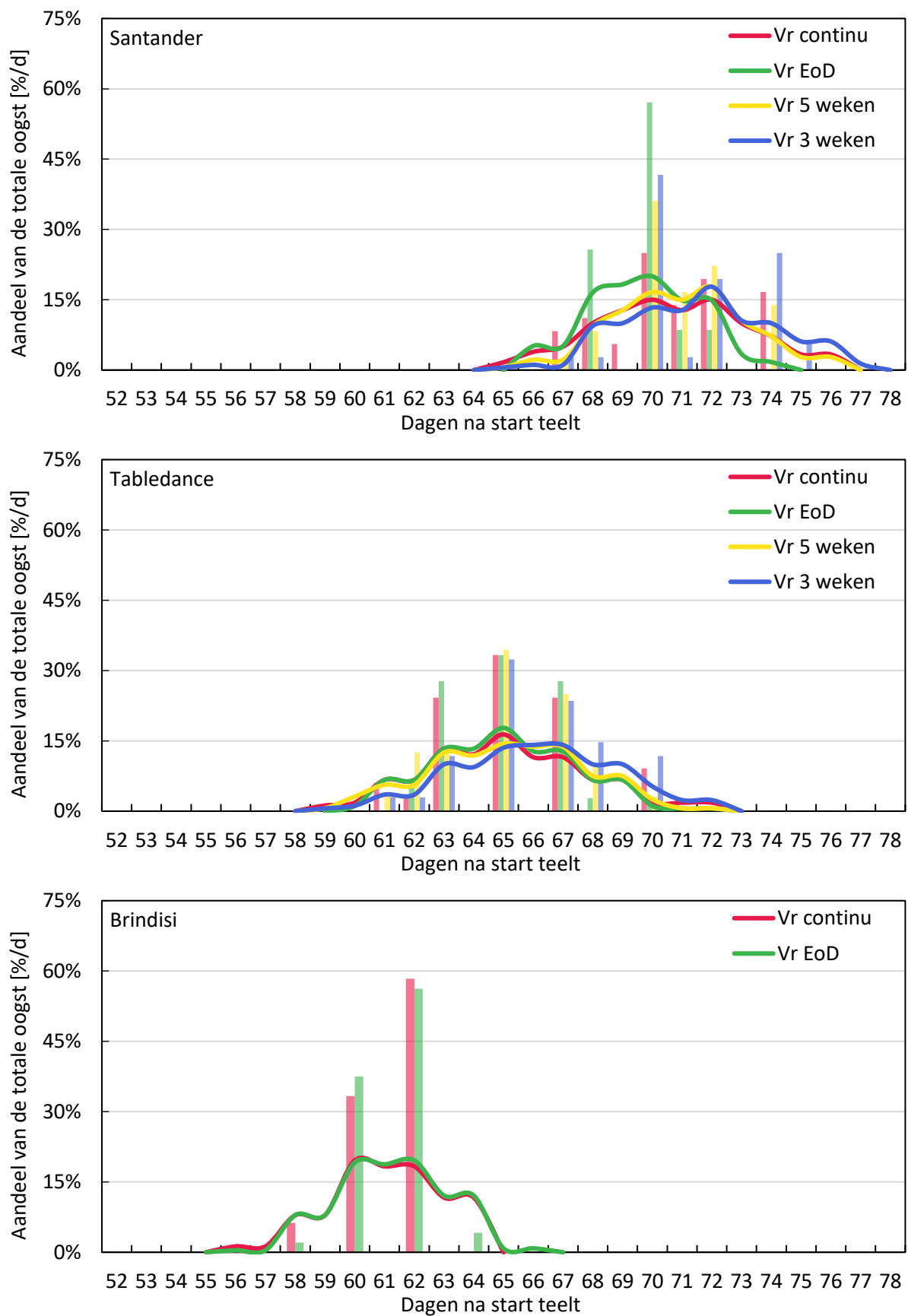
De verschillen in oogstspreading als gevolg van verrood eerder in de teelt afschakelen of met verrood nabelichten zijn minimaal (Figuur 17). De kortere trekduur bij Santander door met verrood na te belichten resulteerde in een iets kleinere oogstspreading. Tussen de andere behandelingen en cultivars zijn geen verschillen geconstateerd.



Figuur 15. Gradaties van bladpunten bij eind oogst, uitgedrukt in percentage aangetaste takken. De letters geven de significante verschillen aan. $n=36$ tot 56 , afhankelijk van de cultivar. $\alpha < 0.05$.



Figuur 16. Gradaties van bladvlekken bij eind oogst, uitgedrukt in percentage aangetaste takken. De letters geven de significante verschillen aan. $n=36$ tot 56 , afhankelijk van de cultivar. $\alpha < 0.05$.



Figuur 17. Spreiding van de oogst in proefronde 2, Watch Up is niet getoond omdat hiervan de proef voortijdig is beëindigd.

4.3 Conclusies

In onderstaand overzicht worden de twee onderzoeksvragen puntsgewijs beantwoord.

Wat is het effect van het uitschakelen van verrood na 3 of 5 weken op trekduur, bloei, lengte en ontwikkeling van Oriëntals en OT-hybriden?

- De trekduur, takgewichten en overige gemeten parameters worden niet beïnvloed door het eerder uitschakelen van verrood in de teelt. De eerste 3 weken met verrood overdag belichten is dus al voldoende lang om teeltvertraging te voorkomen.

Wat is het effect van Vr EoD (nabelichten met verrood aan het begin van de nacht) op taklengte en ontwikkeling bij Oriëntals, OT-hybriden, LA-hybriden en Longiflorums?

- Vr EoD resulteerde in een toename van totale taklengte bij alle cultivars, daarnaast leken ook de bloemtros- en bloemsteellengte toe te nemen.
- Bij Santander resulteerde de EoD-behandeling ook in een iets kortere trekduur, bij de andere cultivars is dit effect er niet.

De eerste drie weken van de teelt belichten met verrood is dus als voldoende lang om teeltvertraging te voorkomen. Langer aanhouden levert verder ook niets op. Nabelichten met verrood kan toegepast worden om de korte cultivars meer lengte te laten maken. Deze dient wel uitgezet te worden wanneer de bloemstelen beginnen te strekken, anders zorgt dit voor (ongewenste) strekking hiervan.

5 Proefronde 3 | Dagverlenging, intensiteit en verrood

In proefronde 3 stond de volgende onderzoeksvraag centraal:

- Wat is de minimale belichtingsintensiteit, met en zonder toevoeging van verrood, waarmee de dag kan worden verlengd van 12 naar 18 uur ter voorkoming van teeltvertraging bij Oriëntal Santander en OT Tabledance?

5.1 Materiaal en methoden

Tijdens deze proef werd een voorjaars situatie gesimuleerd in tegenstelling tot de eerdere proefrondes waarbij een wintersituatie werd gesimuleerd. Gezien het feit dat in het voorjaar de lichtsom geleidelijk aan toeneemt, is er de eerste 27 dagen van de proef een lichtsom van 8.0 mol/m²/d met gesimuleerd zonlicht aangehouden, op dag 28 is de basislichtsom aan gesimuleerd zonlicht verhoogd naar 12.0 mol/m²/d (Tabel 15). De aangehouden zonlichtperiode was de gehele proef 12 uur per dag, in tegenstelling tot de 8 uur in de wintersimulatie. Het zonlicht werd in een half uur op- en afgeschakeld.

Om te bepalen wat de minimale belichtingsintensiteit is voor dagverlenging, is voor de dag uit bijbelicht met 6 uur LED-belichting gevolgd door 12 uur zonlicht, resulterende in een daglengte van 18 uur. Er zijn twee intensiteiten van 10 en 30 µmol/m²/s PAR getoetst (Tabel 15). De derde intensiteit van 150 µmol/m²/s diende als controle en de 0 µmol/m²/s behandeling met alleen 12 uur zonlicht als referentie met teeltvertraging. Ook is getest of verrood noodzakelijk is door behandelingen met 10 en 30 µmol/m²/s PAR + 6 µmol/m²/s verrood.

Tabel 14. Tijdlijn van proefronde 3.

Gebeurtenis	Uitgevoerd na x aantal dagen na start bij:	
	Santander	Tabledance
Start met voeding meegeven	21	21
Zonlicht verhoging, 190 naar 288 µmol PAR	28	28
Start oogst	77	67
Einde oogst	96	84

Tabel 15. Behandelingen van proefronde 3. Bij elke behandeling werd ook belicht met 12 uur per dag gesimuleerd zonlicht, van dag 1 t/m 27 was dit 8.0 mol/m²/d (190 µmol/m²/s), daarna 12.0 mol/m²/d (288 µmol/m²/s).

Behandeling	LED intensiteit [µmol/m ² /s]			Verrood [µmol/m ² /s] PSS		Totale lichtsom [mol PAR /m ² /d]		
	Dag 1-20	Dag 21-27	Dag 28+	Hele teelt	Hele teelt	Dag 1-20	Dag 21-27	Dag 28+
150 LED + Vr	30	90	150	6	0.87*	8.6	9.9	15.3
30 LED + Vr	30	30	30	6	0.82	8.6	8.6	12.7
10 LED + Vr	10	10	10	6	0.71	8.2	8.2	12.2
30 LED	30	30	30	0	0.89	8.6	8.6	12.7
10 LED	10	10	10	0	0.88	8.2	8.2	12.2
0 LED	0	0	0	0	n.v.t.	8.0	8.0	12.0

*dag 1-20 0.82, dag 21-27 0.86

5.2 Resultaten

5.2.1 Eindoogst

De trekduur neemt aanzienlijk toe wanneer verrood afwezig is in de bijbelichting (Tabel 16 en 17), bij zowel Santander als Tabledance vertraagt dit de trek met ongeveer 6 dagen. Maar, zonder verrood is nog altijd sneller dan helemaal niet bijbelichten (0 LED). Zonder bijbelichting bij een daglengte van 12 uur is de trekduur namelijk 10 dagen trager bij Santander en 8 dagen bij Tabledance. Een lichtintensiteit van slechts 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR in combinatie met 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood is al voldoende om de trekduur vertraging te voorkomen. Belichten met meer dan 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR levert geen verdere teeltversnelling op.

In deze proef lijkt de hogere lichtsom die in de 150 LED behandeling is behaald niet bij te dragen aan minder slappe takken, wat eerder in proefronde 1 wel zo was. Mogelijk is de lichtbehoefte waarmee slapen takken worden voorkomen met $\pm 12 \text{ mol}/\text{m}^2/\text{d}$ PAR voldoende gegeven de plantdichtheid en temperatuur, en voegt de extra 3 $\text{mol}/\text{m}^2/\text{d}$ PAR niets meer toe.

Verder valt op dat de takken uit dagverlenging zonder verrood (30 en 10 LED) bij Tabledance langer en zwaarder zijn, dit terwijl dat de behandeling waarbij geen dagverlenging is toegepast (0 LED) niet langer en zwaarder zijn, terwijl de trekduur hiervan juist het langst is.

Tabel 16. Effect van lichtintensiteit, verrood en dagverlenging op de verschillende parameters bij eindoogst van Oriëntal Santander. $n=36$, $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht.

Santander Behandeling	Trekduur [d]	Knop- lengte [cm]	Tak- lengte [cm]	Tak- gewicht [g]	Tak- gewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Goede knoppen [#/#]	Geoogste takken [#]
150 LED + Vr	81.0 ^c	12.3 ^{ns}	108 ^b	198 ^{ns}	187 ^{ab}	7.5	3% ^{ns}	4.8 ^{ns}	35
30 LED + Vr	81.9 ^c	12.4 ^{ns}	108 ^b	189 ^{ns}	178 ^{ab}	8.2	14% ^{ns}	4.7 ^{ns}	36
10 LED + Vr	81.2 ^c	12.1 ^{ns}	115 ^a	193 ^{ns}	176 ^b	8.8	11% ^{ns}	4.8 ^{ns}	36
30 LED	88.1 ^b	12.2 ^{ns}	112 ^a	197 ^{ns}	183 ^{ab}	7.8	0% ^{ns}	4.6 ^{ns}	33
10 LED	87.6 ^b	12.4 ^{ns}	114 ^a	206 ^{ns}	191 ^{ab}	8.6	0% ^{ns}	4.9 ^{ns}	34
0 LED	91.8 ^a	12.9 ^{ns}	101 ^c	198 ^{ns}	193 ^a	8.0	6% ^{ns}	4.9 ^{ns}	35

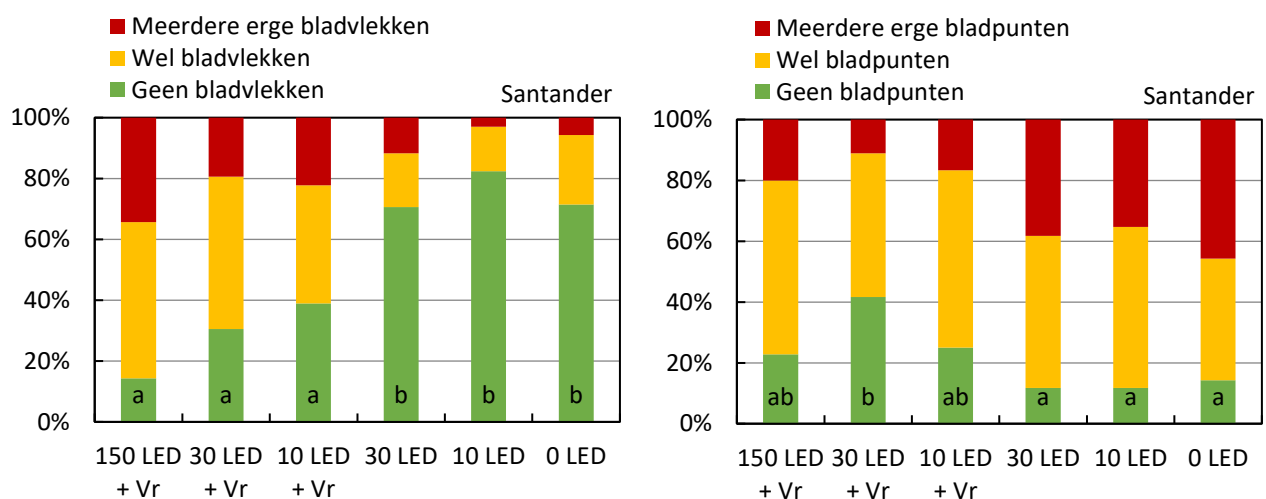
Tabel 17. Effect van lichtintensiteit, verrood en dagverlenging op de verschillende parameters bij eindoogst van OT-hybride Tabledance. $n=36$, $\alpha < 0.05$. De letters geven de significante verschillen aan (ns=niet significant). Productie is uitgedrukt in aantal grammen versgewicht van de totale tak per mol PAR licht.

Tabledance Behandeling	Trekduur [d]	Knop- lengte [cm]	Tak- lengte [cm]	Tak- gewicht [g]	Tak- gewicht (90cm) [g]	Productie [g/mol]	Slappe takken [%]	Goede knoppen [#/#]	Geoogste takken [#]
150 LED + Vr	71.7 ^c	12.8 ^{ns}	92 ^b	177 ^b	187 ^{ab}	7.8	8% ^{ns}	3.8 ^{ns}	36
30 LED + Vr	71.4 ^c	13.2 ^{ns}	94 ^b	179 ^b	175 ^b	9.2	3% ^{ns}	3.6 ^{ns}	36
10 LED + Vr	72.2 ^c	13.1 ^{ns}	95 ^b	170 ^b	170 ^b	9.0	3% ^{ns}	3.7 ^{ns}	35
30 LED	77.1 ^b	14.1 ^{ns}	108 ^a	216 ^a	199 ^a	10.1	8% ^{ns}	4.2 ^{ns}	36
10 LED	77.8 ^b	13.8 ^{ns}	110 ^a	214 ^a	197 ^a	10.3	3% ^{ns}	4.0 ^{ns}	34
0 LED	79.6 ^a	13.5 ^{ns}	94 ^b	185 ^b	189 ^{ab}	8.8	21% ^{ns}	3.7 ^{ns}	34

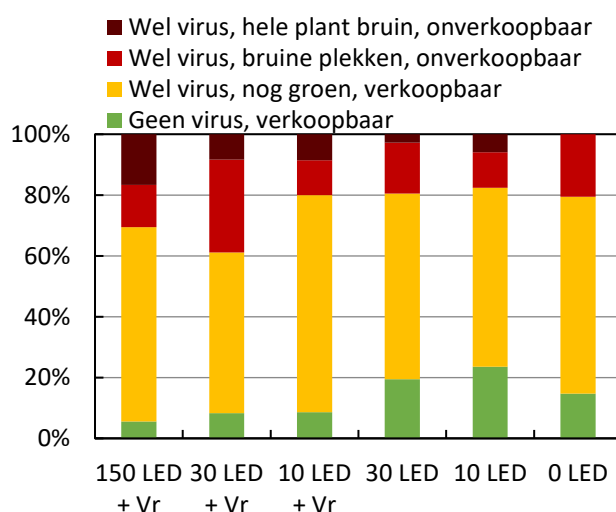
5.2.2 Bladkwaliteit

Bij Santander valt op dat er minder bladvlekken zijn in de behandelingen met dagverlenging zonder verrood en bij een korte daglengte (Figuur 18). Over het algemeen is er bij bladvlekken sprake van chlorose. Dit is een groter probleem voor verkoopbaarheid dan bladpunten. Er zijn wel meer bladpunten zonder verrood, maar doordat er minder bladvlekken zijn was de overall bladkwaliteit toch beter. Het is niet uit te sluiten of de mindere mate van bladvlekken komt door geen verrood of simpelweg omdat deze behandelingen door de langere trekduur een beter blad hebben kunnen ontwikkelen.

Veel takken bij Tabledance vertoonden virussymptomen (PLAMV). Het valt op dat de behandelingen zonder dagverlenging met verrood minder hevige symptomen vertoonden dan de behandeling met dagverlenging met verrood (Figuur 19). Vanwege de virussymptomen was het scoren van andere bladpunten en -vlekken niet zinvol.



Figuur 18. Gradaties van bladpunten en bladvlekken bij eind oogst, uitgedrukt in percentage aangetaste takken bij Santander. De letters geven de significante verschillen aan. $n=36$. $\alpha < 0.05$.



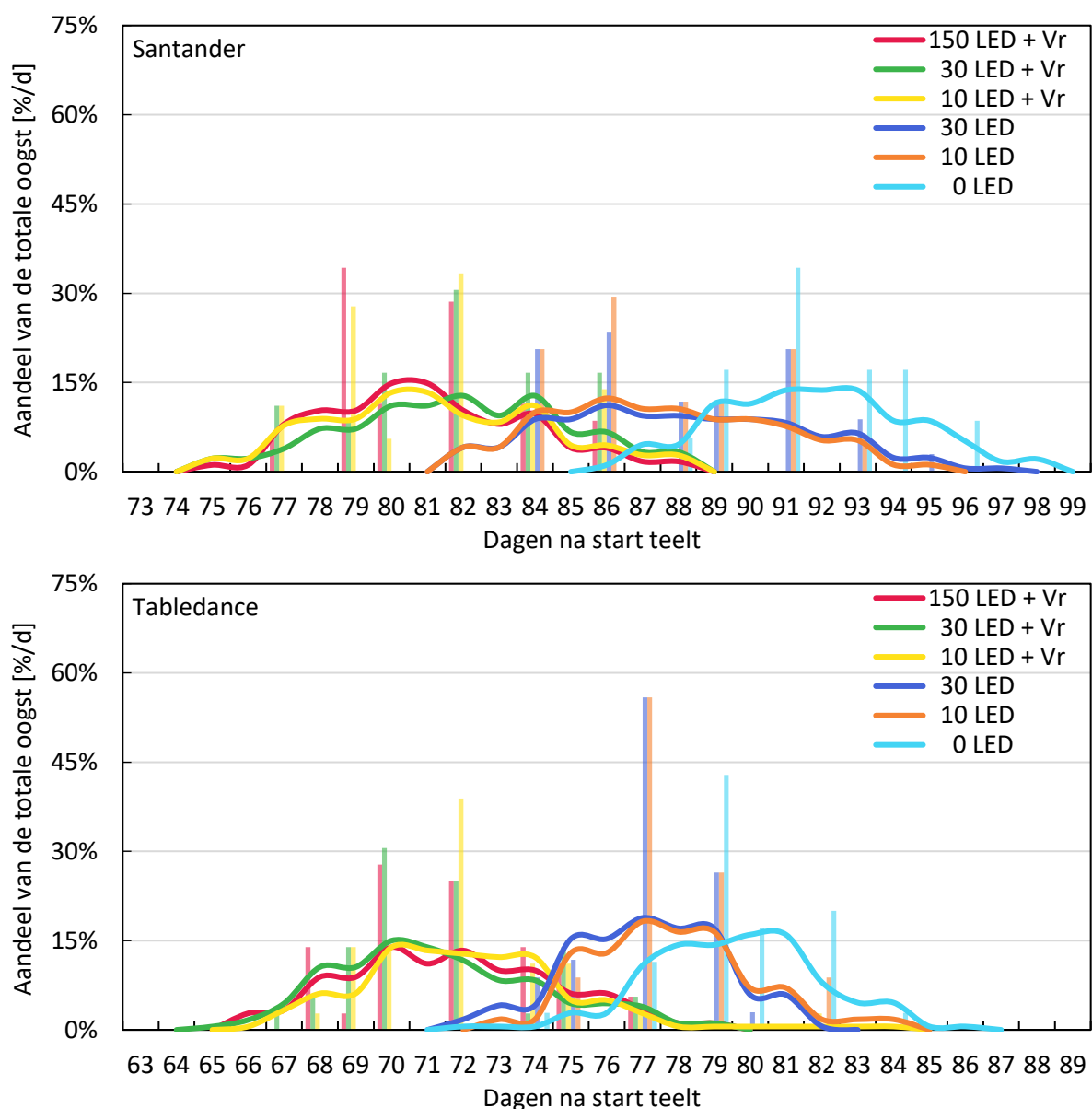
Figuur 19. Virussymptomen bij Tabledance. Verschillen tussen behandelingen waren niet significant. $n=36$. $\alpha < 0.05$.



Figuur 20. Indruk van het gewas bij Santander bij 150 $\mu\text{mol LED} + \text{Vr}$ (boven) en 30 $\mu\text{mol LED}$ zonder verrood (onder).

5.2.3 Oogstspreading

In de oogstspreadingsgrafieken (Figuur 21) is goed zichtbaar dat behandelingen met dagverlenging zonder verrood en de behandeling zonder dagverlenging een flink langere trekduur hebben. Ook neemt de spreiding van de behandelingen zonder verrood iets toe bij Santander. De spreiding van de oogst wordt niet beïnvloed door de lichtintensiteit.



Figuur 21. Spreiding van de oogst in proefronde 3.

5.3 Conclusies

In onderstaand overzicht wordt de onderzoeksvraag puntsgewijs beantwoord.

Wat is de minimale belichtingsintensiteit, met en zonder toevoeging van verrood, waarmee de dag kan worden verlengd van 12 naar 18 uur ter voorkoming van teeltvertraging bij Oriëntal Santander en OT Tabledance?

- De trekduur neemt aanzienlijk toe wanneer verrood afwezig is in de bijbelichting waarmee de dag wordt verlengd, bij zowel Santander als Tabledance ongeveer 6 dagen.
- Zonder verlenging van de daglengte van 12 uur is de trekduur 10 dagen trager bij Santander en 8 dagen trager bij Tabledance.
- Een lichtintensiteit van slechts 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR in combinatie met 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood is al voldoende om de trekduur vertraging volledig te voorkomen.
- Belichten met meer dan 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR levert geen verdere teeltversnelling op.
- Er waren minder bladvlekken in de behandelingen met dagverlenging zonder verrood en bij een korte daglengte, vergeleken met dagverlenging met verrood. Zonder dagverlenging met verrood treedt ook teeltvertraging op, dit kan de bladkwaliteit ook beïnvloeden hebben.

Ook de dag verlengen met een spectrum zonder verrood lost al een klein deel van de teeltvertraging op, maar het toevoegen van verrood blijft het meest effectief om teeltvertraging volledig te voorkomen.

6 Algemene conclusie

Het hoofddoel van dit onderzoek was om kennis te ontwikkelen over de respons van lelie op lichtspectrum, in het specifiek verrood, en fotoperiode (daglengte). Dit om efficiënter gebruik te kunnen maken van de belichting, zonder dat het de teelt doet vertragen of productie kost.

De resultaten van de 3 proefrondes kunnen in de volgende conclusies worden samengevat:

- Verrood in het spectrum van de belichting is noodzakelijk om forse teeltvertraging te voorkomen bij Oriëntals en OT-hybriden in een gesimuleerde wintersituatie (Hogewoning *et al.* 2020 en 2021).
 - Geen verrood resulteerde in 6 dagen teeltvertraging.
 - 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood is voldoende om teeltvertraging te voorkomen.
- Afhankelijk van de lelie-hybride wordt bij langere daglengtes de trekduur korter, hoewel dit effect kleiner wordt naarmate de daglengtes toenemen.
 - Bij Santander (Oriëntal) was de teeltvertraging 10 tot 13.5 dagen bij 12 uur daglengte tegenover 18 uur, bij Tabledance (OT-hybride) was dit 7 tot 8 dagen en bij Brindisi (LA-hybride) 1.5 dag. Watch Up (Longiflorum) was daglengte ongevoelig.
 - Dagverlenging met 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR + 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood is al voldoende. Belichten met meer dan 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ PAR levert geen verdere teeltversnelling op.
 - Dagverlenging zonder verrood levert ook teeltversnelling op, maar in mindere mate dan met de toevoeging van 6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ verrood.
- De gevoeligheid voor bloeisnelheid ligt dit in de eerste weken van de teelt.
 - Verrood pas afschakelen na 5 weken teelt of de gehele teelt aanlaten leverde geen kortere trekduur op ten opzichte van verrood afschakelen na 3 weken teelt.
 - De daglengte verkorten van 18 uur naar 12 uur na 5 weken (halverwege de teelt) leverde geen teeltvertraging op.
- Nabelichten met verrood aan het begin van de nacht (Vr EoD) resulteert in langere takken, daarnaast lijken ook de bloemtros- en bloemsteellengte toe te nemen.
 - 6 tot 16 cm langere takken, afhankelijk van de cultivar, met Vr EoD.
- Bladkwaliteit wordt slechter bij langere daglengtes, en wordt mogelijk beïnvloedt door verrood.
- Takgewicht per lengte-eenheid correleerde niet altijd met het percentage slappe takken.

Behalve met temperatuur kan de groei en ontwikkeling van lelies dus gestuurd worden met daglengte en lichtspectrum, waarbij de respons verschilt tussen verschillende hoofdgroepen lelie-hybriden. Deze kennis kan worden ingezet om energieuwiger te telen.

Referenties

- van den Boogaart SAJ, Hogewoning SW, Trouwborst G.** 2022. Lisianthus: effecten van lichtspectrum en straling. Deelrapport VII in project “Fundamentele kennisontwikkeling LED-belichting voor praktische toepassing in de kas” & WP1 in project “Lisianthus toekomstbestendig stap één: minder elektra met LED”. Plant Lighting B.V., Bunnik. 36p.
- Hogewoning SW, Krause A, van den Boogaart SAJ, Sam-Sin G, Kok BJ en Helmus-Schuddebeurs L.** 2020. Leliebroei op weg naar fossielvrij: Voorbroei onder LED. Plant Lighting B.V., Bunnik. 41p.
- Hogewoning SW, van den Boogaart SAJ, Kok BJ, Helmus-Schuddebeurs L.** 2021. Leliebroei onder LED met minimaal energieverbruik. Plant Lighting B.V., Bunnik. 44p.

Bijlage I | Voedingsschema

Gebruikte voedingsschema voor lelie. In de tijdlijn van iedere proefronde is te vinden vanaf welke dag na start is begonnen met voeding meegeven.

Tabel 18. Gebruikte voedingsschema in de proefrondes.

Parameter	Eenheid	Concentratie
pH	-	6.0
EC	mS/cm	1.5
Waterstofcarbonaat (HCO_3)	mmol/l	0.4
Ammonium (NH_4)	mmol/l	0.3
Nitraat (NO_3)	mmol/l	9.2
Chloride (Cl)	mmol/l	0.7
Kalium (K)	mmol/l	5.2
Natrium (Na)	mmol/l	0.7
Calcium (Ca)	mmol/l	2.4
Magnesium (Mg)	mmol/l	0.9
Fosfaat (PO_4)	mmol/l	0.9
Silicium (Si)	mmol/l	0.3
Sulfaat (SO_4)	mmol/l	1.1
IJzer (Fe)	$\mu\text{mol/l}$	12.1
Mangaan (Mn)	$\mu\text{mol/l}$	6.7
Zink (Zn)	$\mu\text{mol/l}$	4.4
Borium (B)	$\mu\text{mol/l}$	14.5
Koper (Cu)	$\mu\text{mol/l}$	0.8
Molybdeen (Mo)	$\mu\text{mol/l}$	0.4

Bijlage II | Vaasleven

Om te controleren of er geen grote problemen ontstaan met het vaasleven door bepaalde behandelingen, zijn steeds drie takken per behandeling op een vaas gezet. Over het algemeen zijn er geen grote verschillen gevonden in vaasleven bij de verschillende proefrondes.

Tabel 19. Vaasleven proefronde 1.

Cultivar	Behandeling	Vaasleven [d]	Uitbloei [#]	Geel blad [#]	Totaal [#]	Opgenomen water [ml/#]
Santander	12 uur	12.7	1	2	3	*
	15 uur	13.0	0	3	3	*
	18 uur	13.7	1	2	3	*
	21 uur	13.0	3	0	3	*
	18/12 uur LL	13.0	3	0	3	*
	18/12 uur GL	13.0	0	3	3	*
Tabledance	12 uur	13.3	0	3	3	*
	15 uur	11.3	3	0	3	*
	18 uur	12.0	1	2	3	*
	21 uur	12.0	1	1	2	*
	18/12 uur LL	12.0	1	1	2	*
	18/12 uur GL	12.0	3	0	3	*
Brindisi	12 uur	11.0	3	0	3	1500
	15 uur	10.0	3	1	3	1500
	18 uur	10.0	3	0	3	1240
	21 uur	10.3	3	1	3	1300
	18/12 uur LL	10.0	3	1	3	1200
	18/12 uur GL	10.0	3	1	3	1160
Watch Up	12 uur	13.7	3	0	3	940
	15 uur	12.0	3	0	3	900
	18 uur	13.3	3	0	3	860
	21 uur	14.0	3	0	3	900
	18/12 uur LL	13.0	3	0	3	780
	18/12 uur GL	13.3	3	0	3	780

*Het aantal ml is niet exact gemeten doordat het overgebleven water niet gemeten is. Er is ongeveer 1250 ml per behandeling verbruikt.

Tabel 20. Vaasleven proefronde 2.

Cultivar	Behandeling	Vaasleven [d]	Uitbloei [#]	Geel blad [#]	Totaal [#]	Opgenomen water [ml/#]
Santander	Vr continu	13.0	3	0	3	1900
	Vr EoD	13.3	3	0	3	1900
	Vr 5 weken	13.0	3	0	3	2000
	Vr 3 weken	13.0	2	1	3	2200
Tabledance	Vr continu	11.0	1	2	3	1900
	Vr EoD	11.0	0	3	3	2100
	Vr 5 weken	11.0	1	2	3	2200
	Vr 3 weken	11.0	0	3	3	1800
Brindisi	Vr continu	10.0	3	0	3	1700
	Vr EoD	10.0	3	0	3	1600

Tabel 21. Vaasleven proefronde 3.

Cultivar	Behandeling	Vaasleven [d]	Uitbloei [#]	Geel blad [#]	Totaal [#]	Ongeopende bloem [#]	Opgenomen water [ml/#]
Santander	150 LED + Vr	11.0	2	1	3	0	1520
	30 LED + Vr	11.0	3	0	3	0	1940
	10 LED + Vr	11.0	3	0	3	0	1560
	30 LED	11.0	1	2	3	1	2120
	10 LED	13.0	2	1	3	1	2100
	0 LED	13.0	2	1	3	2	2580
Tabledance	150 LED + Vr	12.0	3	0	3	0	2390
	30 LED + Vr	12.0	3	0	3	0	2170
	10 LED + Vr	11.7	2	1	3	0	2000
	30 LED	12.7	2	1	3	0	2000
	10 LED	12.0	2	1	3	0	2000
	0 LED	12.0	3	0	3	0	1820