

Stuurlicht in potplantenteelt

DLV Plant

Postbus 7001

6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65

6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78

F 0317 46 04 00

E info@dlvplant.nl

www.dlvplant.nl

Gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer



Uitgevoerd door:

Helma Verberkt
Erik de Rooij
Patrick Dankers
Onderzoek DLV Plant



In samenwerking met diverse landelijke commissie LTO Groeiservice

In samenwerking met en medefinanciering van:

Grow@Science

Philips

Plant Dynamics

Hortilux



PT-Projectnummer: 12164

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding en doel	5
2 Materiaal en methode onderzoek klimaatcellen	7
2.1 Proefopzet	7
2.2 Teeltgegevens	8
2.3 Waarnemingen en verwerking	9
3 Resultaten proef 1 klimaatcel	11
3.1 Lichtrealisatie	11
3.2 Klimaatrealisatie	13
3.3 Resultaten Chrysant	13
3.4 Resultaten Potanthurium	18
3.5 Resultaten Lantana	23
4 Resultaten proef 2 klimaatcel	25
4.1 Lichtrealisatie	25
4.2 Klimaatrealisatie	27
4.3 Resultaten Chrysant teelt 1	27
4.4 Resultaten Chrysant teelt 2	31
4.5 Resultaten Potanthurium	35
4.6 Resultaten Lantana	39
5 Conclusies onderzoek klimaatcel	42
6 Materiaal en methode praktijkproef potchrysant	44
6.1 Doelstelling	44

6.2	Proefopzetten	44
6.3	Accommodatie	45
7	Resultaten praktijkproef potchrysant	49
7.1	Resultaten proef 1	49
7.2	Resultaten proef 2	49
7.3	Resultaten proef 3	51
7.4	Conclusies	55
8	Materiaal en methode praktijkproef potanthurium	56
8.1	Doelstelling	56
8.2	Proefopzet	56
9	Resultaten praktijkproef potanthurium	58
9.1	Resultaten	58
9.2	Conclusies	61
Bijlage 1	Waarnemingen klimaatcel Potchrysant proef 1	62
Bijlage 2	Waarnemingen klimaatcel potanthurium proef 1	63
Bijlage 3	Waarnemingen klimaatcel Lantana proef 1	65
Bijlage 4	Waarnemingen klimaatcel Potchrysant proef 2 teelt 1	66
Bijlage 5	Waarnemingen klimaatcel Potchrysant proef 2 teelt 2	67
Bijlage 6	Waarnemingen klimaatcel potanthurium proef 2	68
Bijlage 7	Waarnemingen klimaatcel Lantana proef 2	70
Bijlage 8	Belichtingsschema praktijkproef Potanthurium	71
Bijlage 9	Aanvullende planttemperatuurmetingen	72

Samenvatting

Het onderzoek naar sturingsmogelijkheden van de plantopbouw (morfologie) van pot- en kuipplanten door middel van stuurlicht is uitgevoerd met de pilotgewassen Lantana, Potchrysant en Anthurium. In eerste instantie is onderzoek verricht in klimaatcellen. Enerzijds is uitgegaan van het spectrum van zonlicht waarbij de hoeveelheid blauw licht is gevarieerd en anderzijds is uitgegaan van het spectrum van assimilatiebelichting waarbij de R:VR-verhouding is gevarieerd, al dan niet in combinatie met blauw licht. Er zijn twee proeven in de klimaatcellen uitgevoerd. Het toepassen van blauw licht (in combinatie met rood licht) en het aanhouden van een hoge R:VR verhouding aan het einde van de dag c.q. begin van de nacht geven compactere planten. Bij een schaduwgewas als potanthurium heeft een nabehandeling met verrood licht ($R:VR < 1$) aan het einde van de dag c.q. begin van de nacht gering effect op het blauw licht effect. De planten blijven korter. Bij de niet schaduwgewassen als potchrysant en Lantana wordt het effect van blauw licht teniet gedaan door extra VR ($R:VR < 1$) aan het einde van de dag c.q. begin van de nacht. De planten worden langer.

Kijkende naar de resultaten van de proeven in de klimaatcellen is de verwachting dat de meeste effecten te behalen zijn door het toepassen van blauw licht. Dit is praktisch gezien echter niet de eenvoudigste aanpak. Variëren van de R/VR verhouding is praktischer gezien eenvoudiger. Vervolgens zijn praktijkproeven met blauw LED verlichting uitgevoerd bij potchrysanten en potanthurium. Middels een blauw licht behandeling ($0-10 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) met LED in de nacht en op de dag is onderzocht of het mogelijk is de potchrysanten compact te houden. Uit de eerste proeven is echter geen effect op de lengte geconstateerd, wel waren de bladeren iets kleiner bij de blauw licht behandeling. Blauw licht ($10 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) overdag en in de nacht heeft, in combinatie met natuurlijk licht, geen significant effect op de strekking gegeven bij potchrysant. Daarnaast verstoort c.q. vertraagt blauw licht ($10 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) in de nachtperiode de bloeminductie bij potchrysant. Hierdoor is de blauw licht toepassing bij potchrysant in de nacht geen praktische toepassing om planten compact te houden.

Bij potanthurium heeft blauw licht ($20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$), in combinatie met assimilatiebelichting en natuurlijk licht, een significant effect op de planthoogte en de strekking van de bloemstelen. Blauw LED licht geeft iets kortere planten en duidelijk kortere bloemstelen. De schutbladen van de bloeiwijze lijken echter ook iets kleiner te worden. Blauw licht toepassing bij potanthurium met een niveau van $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ is, volgens de telers een optie die om verdere praktische toepassing en verfijning vraagt. Wellicht speelt hierbij de kas- en planttemperatuur mede een rol. Middels een DIF blijven de bloemstelen en de planten namelijk ook compacter bij potanthurium. Om deze reden zijn aanvullende planttemperatuurmetingen verricht, middels thermografie, onder SON-T en LED verlichting ten opzichte van een controle onbelichte partij. Thermografie geeft een duidelijk beeld van de temperatuurverdeling in een gewas. De planttemperatuur onder Son-T belichting ($40 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) is duidelijk hoger dan onder blauw LED ($20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) en onbelicht. Daarnaast droogt het gewas eerder op door snellere verdamping van het guttatievocht op het blad onder Son-T verlichting. Bij hoge instraling worden de bloemen enigszins iets warmer dan het blad.

1 Inleiding en doel

Directe sturing van de groei en ontwikkeling van het gewas speelt een steeds belangrijkere rol in de glastuinbouw. Enerzijds om te komen tot een economisch rendabele teelt, anderzijds om producten te produceren die steeds beter aan de wensen van de markt voldoen. In de pot- en kuipplantenteelt en in de teelt van eenjarige zomerbloeiërs is sturing van de groei van groot belang bij een groot aantal gewassen. Dit wordt momenteel grotendeels gedaan door middel van diverse groeiregulatoren. Gezien de milieubelasting en de arbeid die hieraan zijn verbonden wordt gezocht naar alternatieven. Naast sturing van de lengtegroei is ook sturing van de ontwikkeling van het gewas van belang.

Uit diverse wetenschappelijke publicaties is gebleken dat de morfologie en de ontwikkeling beïnvloed worden door de lichtkwaliteit (lichtkleur). Voor de morfologische effecten spelen met name de Rood - Verrood verhouding (R:VR) en de hoeveelheid blauw licht een belangrijke rol. Ook het klimaat is van belang voor de plantopbouw. Tot op heden bleek de toepassing van stuurlicht nog niet praktisch haalbaar te zijn. Door de nieuwe ontwikkelingen van o.a. specifieke LED's, schermen, filters en andere lamptypen, maar ook spiegels, reflectoren en glasfiber, wordt deze toepassing steeds actueler. Door een gerichte aanpassing van de lichtkwaliteit met (mobiel) stuurlicht al dan niet in combinatie met assimilatiebelichting en specifieke schermen en filters kan de groei en ontwikkeling van diverse glastuinbouwgewassen beter gereguleerd worden. Hierdoor kan de hoeveelheid groeiregulatoren verminderd worden, productie en kwaliteit verhoogd worden en kan een marktconform product geproduceerd worden.

De doelstelling van dit project is het reguleren van de plantvorm (morfologie) om compactere pot- en kuipplanten te verkrijgen m.b.v. van stuurlicht. Onder stuurlicht wordt verstaan de lichtkwaliteit (lichtkleur) in combinatie met intensiteit, belichtingsduur en tijdstip van toepassing.

Te verwachten resultaten:

- Inzicht in de sturingsmogelijkheden van de plantopbouw (morfologie) van pot- en kuipplanten door middel van stuurlicht.
- Compactere planten door het toepassen van stuurlicht.

Dit project richt zich op het reguleren van de plantvorm (morfologie). Bij de meeste gewassen is sprake van teveel strekkinggroei van de vegetatieve delen/scheuten, zoals potchrysant, Poinsettia, potroos, Begonia, Fuchsia, Solanum. Bij andere gewassen is sprake van teveel strekkingsgroei van de generatieve delen ofwel de bloemstelen, zoals bij Anthurium. Bij een aantal gewassen moeten beide geremd worden: de vegetatieve delen en de generatieve delen b.v. Kalanchoe. Het gaat hierbij veelal om verschillende processen die niet altijd synchroom lopen. Zo neemt bij Kalanchoe de internodienlengte af bij langere belichtingsduren met assimilatiebelichting, maar dan worden juist de bloemstelen langer. De wijze en de timing van spectraal ingrijpen met stuurlicht is dus wezenlijk van belang als het gaat om sturing van de vegetatieve groei (stengel/scheuten) of van de generatieve groei (bloemstelen). Daarnaast heeft stuurlicht effect op de okselknopuitloop en bloei-initiatie en kan zodanig dus naast de vegetatieve

(scheutuitgroei) ook de generatieve ontwikkeling (knopinitiatie en knopuitgroei) beïnvloeden. Eventuele effecten hierop worden ook vastgelegd binnen dit onderzoek.

Voor de gewaskeuze is in samenspraak met diverse landelijke gewascommissies en de BCO Potplanten van LTO Groeiservice een keuze gemaakt voor de volgende drie pilotgewassen:

1. Lantana (m.n. vegetatieve delen, belangrijke kuipplant)
2. Potchrysan (belangrijke potplant, daglengte gevoelig (KD) o.i.v. fytochroom, m.n. vegetatieve delen en mindere mate generatieve delen)
3. Anthurium (m.n. bloemstelen, belangrijke potplant)

In eerste instantie is alle kennis over het toepassen van stuurlicht op een rij gezet en zijn de praktische mogelijkheden uitgewerkt. De lichtkwaliteit kan enerzijds aangepast worden door het toepassen van bijbelichting door LED's en diverse lamptypes en anderzijds door het toepassen van specifieke schermen die bepaalde lichtkleuren ufilteren. De meest kansrijke opties worden eerst in klimaatcellen en vervolgens onder kasomstandigheden onderzocht. Daarbij worden verschillende lichtbronnen, die enerzijds de hoeveelheid blauw verhogen en anderzijds de R:VR verhogen, toegepast.

Om de basale effecten van stuurlicht te kwantificeren is het van belang de gewassen eerst in klimaatcellen bij verschillende R:VR verhoudingen gecombineerd met meer en minder blauw licht te telen. De mate van strekking zal vastgelegd worden evenals specifieke neveneffecten als uitloopsnelheid en bloei. Hierdoor wordt duidelijk welke combinatie het meeste perspectief biedt. Onder natuurlijke lichtomstandigheden kunnen gewassen soms anders reageren. Om deze reden is het van belang de proeven ook in combinatie met natuurlijke lichtomstandigheden te onderzoeken. De meest perspectievolle R:VR verhouding en blauw licht zullen vervolgens bij dezelfde gewassen onder praktijkomstandigheden in kassen worden uitgetest. Combinaties van kleurenfilters en kunstlicht kunnen in dat geval voor het gewenste spectrum zorgen. Naast de effecten op de morfologie zal ook de energiebalans van de plant geregistreerd worden. Lampen met b.v. een hoger aandeel aan blauw geven minder groeilicht per W opgenomen vermogen. Met andere woorden hoeveel wordt ingeleverd op fotosynthese door de noodzakelijke verandering van het spectrum. Dit heeft niet alleen betrekking op de momentane effecten van de fotosynthese maar ook op de lange-termijn effecten als gevolg van de veranderde plantarchitectuur. Het onderzoek wordt afgesloten met een studie naar de economische haalbaarheid van de toepassing van stuurlicht in de teelt van pot- en kuipplanten.

In dit verslag worden de resultaten van het onderzoek in de klimaatcellen toegelicht. De doelstelling van dit deel van het onderzoek is het kwantificeren van de basale effecten van stuurlicht in klimaatcellen met diverse R:VR verhoudingen en blauw licht.

De uitvoering vindt plaats i.s.m. Philips, Grow@Science, Grow Technology, Plant Dynamics BV, Hortilux en Onderzoek DLV Plant. De intensieve begeleiding wordt gevormd door afgevaardigden vanuit de desbetreffende landelijke gewascommissies potchrysan, potanthurium en kuipplanten van LTO Groeiservice. De financiering vindt deels plaats door de participerende bedrijven en het Productschap Tuinbouw (PT).

2 Materiaal en methode onderzoek klimaatcellen

2.1 Proefopzet

In tabel 1 zijn de proeffactoren met de bijbehorende niveaus weergegeven.

Tabel 1. Proeffactoren en bijbehorende niveaus

Proeffactor	Aantal niveaus	beschrijving
Gewas	3	Potanthurium
		Potchrysan
		Lantana
Ras	2	Potanthurium: 'Red Love' en 'Feska'
		Potchrysan: '(Yellow) Virunga' en 'Hutch' 'Day Dream' en 'Purple'
Snoeien	2	Lantana wel/niet snoeien
Lichtkwaliteit (kleur)	5	HPI (referentie)
		SON-T GP
		SON-T GP - Blauw
		SON-T GP + Blauw
		SON-T GP + Blauw + VR

Het onderzoek is uitgevoerd met drie gewassen: potanthurium, potchrysan en Lantana. Het volgende uitgangsmateriaal is hiervoor gebruik:

- Potanthurium: halfwas planten waarbij de bloemen reeds aangelegd zijn, maar de strekking nog moet plaats vinden. Potmaat 14 cm.
- Potchrysan: beworteld stekmateriaal dat circa 2 weken LD heeft gehad. Er wordt uitgegaan van 3 planten per 12 cm pot.
- Lantana: halfwas materiaal struik, 17 cm container.

Voor het onderzoek waren 3 klimaatcellen bij Botany in Horst beschikbaar. Om de proeven uit te voeren zijn er twee proeven volgtijdig uitgevoerd. Als referentie is de HPI aangehouden. Deze behandeling is dus in beide proeven meegenomen en op basis hiervan kunnen de diverse lichtbehandelingen met elkaar vergeleken worden. De proefbehandelingen zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Overzicht proefbehandelingen (proef 1) en (proef 2)

	Ref. HPI	SON-T GP	SON-T GP -B	SON-T GP +B	SON-T GP +B+VR
Aantal lampen per tablet van 140 * 450 cm	10 HPI	8 SON-T GP	9 SON-T GP met LEE filter HT 010 (Medium Yellow)	8 SON-T GP + 24 TLD-R (58 W/865) +18 met LEE filter 117 (Steel Blue)	10 SON-T GP + 24 TLD-R (58 W/865) + 18 met LEE filter 117 (Steel Blue) + 10 150W gls + 10 75 W gls
Blauw %	± 22	± 6	± 0	± 20	± 22
Rood %	± 23	± 41	± 44	± 36	± 41
Rood/verrood	± 3,2	± 6,1	± 6,1	± 6,1	± 3,2>6,1
Totaal PPFD ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	150	150	150	150	150

Bij de behandeling SON-T GP met verhoogd blauw licht en verhoogd verrood licht is ook een nabehandeling met verrood licht van 15 min aan het begin van de nacht gegeven.

Per behandeling zijn 10 planten aangehouden die uniek genummerd zijn en individueel waargenomen. In totaal zijn 3 (gewassen) x 2 (rassen, snoeien) x 6 (lichtkleur) x 10 planten = 360 proefplanten aangehouden. 180 planten per proef.

2.2 Teeltgegevens

De proeven in de klimaatcellen hebben plaats gevonden in 2006-2007. De eerste proef is in week 22 van start gegaan tot week 36. In september 2006 zijn de lichtbehandelingen in de klimaatcellen aangepast. De tweede proef is in week 39 van start gegaan tot en met week 3. Het uitgangsmateriaal diende per gewas zo uniform mogelijk te zijn. Hieronder de belangrijkste teelttechnische zaken per gewas:

Potchrysan

- Ras: 'Hutch' en 'Yellow Virunga'
- Potmaat 12 cm
- 3 planten per pot
- 1-2 weken LD in de praktijk
- Proef ingezet vanaf start KD
- Gewashandeling toppen bij aanvang proef
- Geen groeiregulatie toepassen
- Proefduur 8 weken

Potanthurium

- Ras: 'Feska' en 'Red Love'
- Potmaat 14 cm

- Opkweek in de praktijk tot halfwasplanten
- Proef ingezet met halfwasplanten (16 weken voor afleveren) met deels aangelegde bloemknoppen en deels nog aan te leggen bloemknoppen
- Proefduur 14 weken

Lantana

- Ras: 'Ingelsheim'
- Extra proeffactor: wel/niet snoeien
- Potmaat 17 cm container
- Opkweek tot halfwasstruikjes in de praktijk
- Proef ingezet met halfwasstruikjes
- Geen groeiregulatie toepassen
- Proefduur 14 weken

Bij Lantana zijn in de tweede proef zowel stammen als struikjes ingezet. De potchrysanten zijn later ingezet (week 45 en week 47) i.v.m. verkrijgbaarheid van het plantmateriaal.

In de cellen is een temperatuur van 20°C en een RV tussen de 70 en 80% aangehouden. Bij 70% is er bevochtigd en bij 80 % ontvochtigd. Het CO₂ gehalte is op buitenlucht niveau gehouden. De planten zijn geteeld op tafels. Water met voeding is via eb en vloed gegeven. Als voeding is bemestingsschema 03 potplanten generatief aangehouden met een EC van 1,6 mS/cm. Er is drie maal per week water gegeven. Er is een lichtintensiteit van 150 $\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ aangehouden en een daglengte van 11 uur. De daglichtsom bedroeg 5,9 mol.m^{-2} .

2.3 Waarnemingen en verwerking

Bij opzet van de proef:

- ➔ Belichtingsniveau en de lichtverdeling op planthoogte (ca 30 cm boven de tafel) in de klimaatcellen doormeten.
- ➔ Lichtkwaliteit in de cellen meten m.b.v. een spectrofotometer.
- ➔ Planten selecteren op uniformiteit (marge maximaal 10%).
- ➔ Uitvoeren van diverse gewasmetingen aan 10 planten per proefbehandeling (nulmeting).

Tijdens de proef:

- ➔ Twee wekelijks is van 10 planten per proefbehandeling de lengte gemeten. Bij potanthurium is tevens de bloemsteellengte van minimaal 1 bloem gevolg per pot.
- ➔ Twee wekelijks wordt van 10 planten per proefveld de ontwikkeling vastgelegd.
- ➔ M.b.v. Growwatches is constant het gerealiseerde klimaat (temperatuur, P.A.R.-licht, RV en CO₂) per cel geregistreerd.

Aan het einde van de proef:

- ➔ Uitvoeren van lengtemetingen van 10 planten per proefbehandeling.
- ➔ Lengtemeting van bloemsteellengte van de uitgegroeide bloemstelen van 10 planten per proefbehandeling.
- ➔ Beschrijving van de gewasontwikkeling van 10 planten per proefbehandeling.

- ➔ Aan het einde van de teelt zijn de planten op uitwendige kwaliteit beoordeeld en zijn diverse foto's gemaakt.
- ➔ Er zijn vers- en drooggewichtbepalingen van de individuele planten per proefbehandeling uitgevoerd.

Meetprotocol

- Lengtemeting. Onder planthoogte (inclusief pot) wordt verstaan de hoogte vanaf potbodem/tafel tot aan de bovenkant van de bladsteel en het hoogste bladpunt in gestrekte vorm bij potanthurium. Bij de meetplant wordt hiervoor (zodig) het blad omhoog gestreken (figuur 1). Bij potchrysant wordt de hoogte vanaf potbodem/vloer/tafel tot aan het hoogste groeipunt.
- Tijdens de proef is om de twee weken de ontwikkeling van het gewas beschreven. Het aantal knoppen en bloemen zijn per plant geteld. Indien afwijkende bloemen voorkwamen is dit apart vermeld. Bij potanthurium is ook bloemsteellengte gemeten. Onder bloemsteellengte wordt verstaan de hoogte vanaf potbodem/vloer/tafel tot aan de bovenkant van de bloemsteel. Daarnaast is ook de bloemdiameter gemeten.
- Alle teelthandelingen, watergift en bemesting, toppen, snoeien, opmerkelijke zaken zijn per gewas, per ras, per behandeling vastgelegd in een logboek. Gedurende het onderzoek zijn regelmatig foto's gemaakt.

De behandelingseffecten zijn met behulp van variantie-analyse (GenStat) getoetst. Er wordt getoetst met een onbetrouwbaarheid van 5% ($P \leq 0,05$). Aangezien de twee proeven volgtijdig zijn uitgevoerd en de behandelingen gekoppeld zijn per cel moeten de resultaten met de nodige voorzichtigheid worden bekeken. Aanvullend zijn in de tweede proef, naast zijn de besproken gewasmetingen, om de 5 minuten opnames gemaakt in samenwerking met TNO in een van de cellen. Via 2 camera's is de uitloop, groeisnelheid en bloemontwikkeling van potchrysant vastgelegd. Zie foto 1.

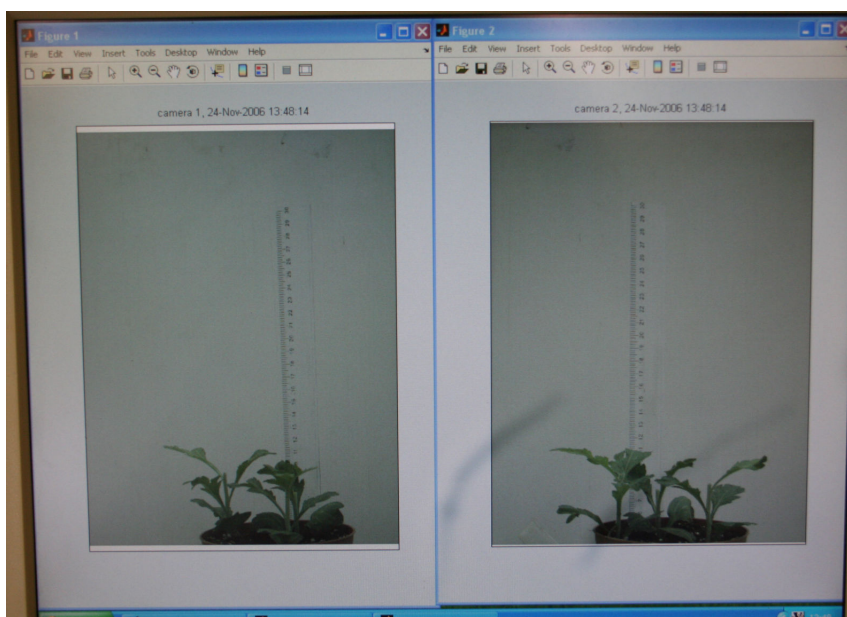


Foto 1. Aanvullende groeimetingen bij potchrysant

3 Resultaten proef 1 klimaatcel

3.1 Lichtrealisatie

Om na te gaan of het gewenste lichtniveau en de gewenste lichtkwaliteit zijn behaald zijn diverse metingen verricht door o.a. Philips en Hortilux. Aan de hand van de eerste metingen zijn verdere aanpassingen van de belichting doorgevoerd. Enerzijds bleek het totale lichtniveau (PAR) hoger te zijn door reflectie van de lichte wanden en anderzijds bleek de hoeveelheid blauw licht te gering in de behandeling met extra blauw licht. Door de kappen (deels) te verwijderen en de ophanghoogte aan te passen is het gewenste lichtniveau redelijk goed bereikt. In de cel met extra blauw licht zijn vervolgens meerdere lampen met een blauw filter geplaatst. In tabel 3 zijn de gerealiseerde lichtkleuren weergegeven. Voor een overzicht van de klimaatcellen zie foto 2 t/m 4.

Tabel 3. Overzicht gerealiseerde lichtkwaliteit per behandeling

	Ref HPI	SON-T GP –B	SON-T GP +B
Aantal lampen per tafel van 140 * 450 cm	10 HPI	9 SON-T GP met LEE filter HT 010 (Medium Yellow)	8 SON-T GP + 24 TLD-R (58 W/865) + 18 met LEE filter 117 (Steel Blue)
Blauw %	22	2.2–2.4	14.5-15.5
Rood %	23	42-43	33.2-35.8
Rood/verrood	2.9	5-6	4.2
Totaal PPFD ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	151±11	152±3	151±15

De gewenste hoeveelheid PAR-licht ($150 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$) is goed behaald. De hoeveelheid blauw in de behandeling met extra blauw is lager geweest. Hierdoor is echter wel een duidelijke trap in hoeveelheid blauw licht ontstaan tussen de behandelingen.

Stuurlicht in potplantenteelt



Foto 2. Referentiebehandeling met HPI lampen



Foto 3. SON-T GP – Blauw (-B)



Foto 4. SON-T GP + Blauw (+B)

3.2 Klimaatrealisatie

Het klimaat is continue gemonitord met Growwatches. In tabel 4 zijn de gerealiseerde gegevens weergegeven per behandeling. De ingestelde temperatuur en RV zijn goed gerealiseerd. De CO₂-niveaus lagen gemiddeld tussen de 350 en 500 ppm.

Tabel 4. Gerealiseerde temperatuur, RV en CO₂ gegevens

	Temperatuur (°C)			RV (%)			CO ₂ (PPM)		
	HPI	SON-T -B	SON-T +B	HPI	SON-T -B	SON-T +B	HPI	SON-T -B	SON-T +B
wk 22	19.5	19.8	20.3	74.2	76.2	66.3	498	385	359
wk 23	19.9	20.0	20.4	72.9	73.2	68.4	506	400	368
wk 24	19.9	20.2	20.4	79.1	76.1	79.9	501	394	362
wk 25	19.9	20.0	20.4	78.6	76.3	74.3	485	377	347
wk 26	20.0	19.9	20.0	76.2	77.5	75.7	438	430	418
wk 27	20.1	20.1	20.2	79.4	79.3	78.4	446	425	417
wk 28	20.1	20.2	20.1	75.0	75.7	74.3	435	422	417
wk 29	20.4	20.4	20.3	78.2	77.3	76.8	448	439	432
wk 30	20.6	20.1	20.4	77.5	77.9	77.2	442	434	433
wk 31	20.1	19.6	20.2	76.9	77.8	76.4	419	411	405
wk 32	20.0	19.8	20.3	75.1	76.3	70.1	435	421	434
wk 33	20.1	20.0	20.1	76.3	77.5	76.7	420	407	413
wk 34	20.0	19.9	20.1	76.1	76.9	76.6	442	426	412
wk 35	20.1	20.0	20.1	76.3	76.7	75.8	423	408	406
Gemiddeld	20.1	20.0	20.2	76.6	76.8	74.8	453	413	402

3.3 Resultaten Chrysant

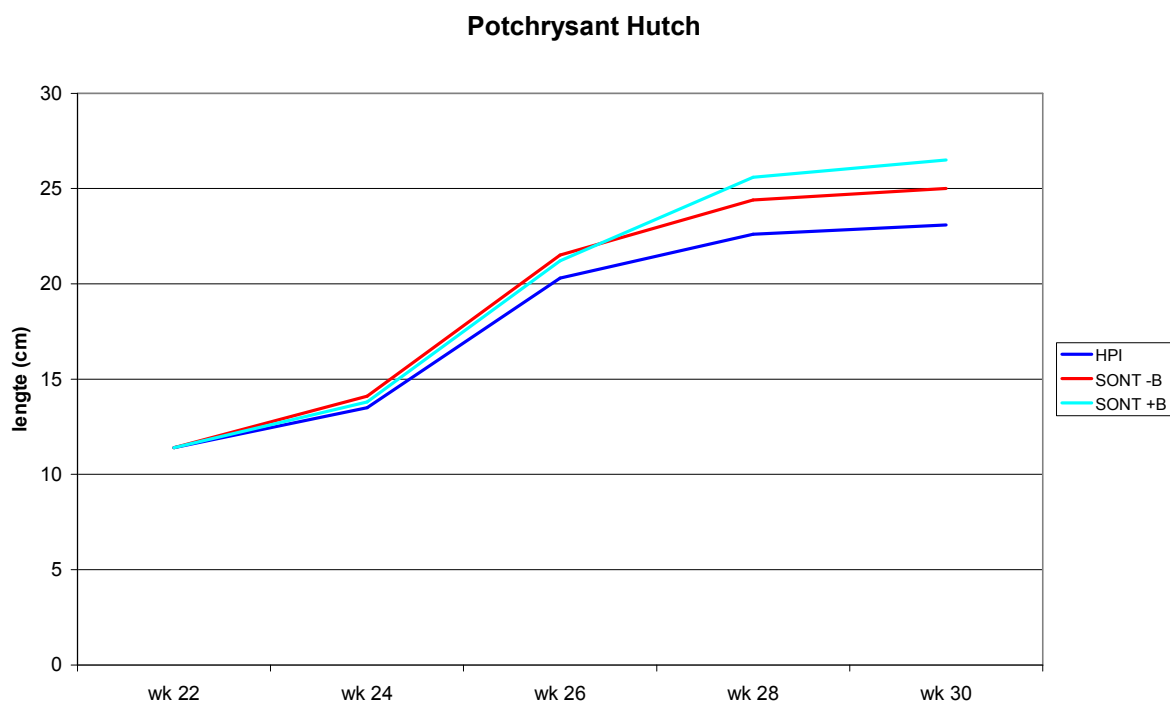
Bij potchrysant is uitgegaan van 2 cultivars: 'Hutch' en 'Yellow Virunga'. Er zijn 3 stekken per 12 cm pot aangehouden (zie foto 5). De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden beworteld en bij aanvang van de KD in de klimaatcellen geplaatst. Gelijktijdig met plaatsing in de klimaatcellen zijn de planten getopt op 5 bladeren. Vervolgens is om de 2 weken de lengte groei per individuele stek bijgehouden. De planthoogte is gemeten vanaf potbodem/tafel tot aan het hoogste groeipunt. Om de proefresultaten niet te verstoren zijn de planten niet geremd. Aan het einde van de proef zijn vers- en drooggewicht bepalingen verricht van de vegetatieve delen (blad plus steel) en generatieve delen (bloemen). De gewichtgegevens zijn per 3 planten, per pot bepaald. Elke pot met 3 planten vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 8 weken, van week 22 tot en met week 30. De waarnemingen zijn cijfermatig weergegeven in bijlage 1.



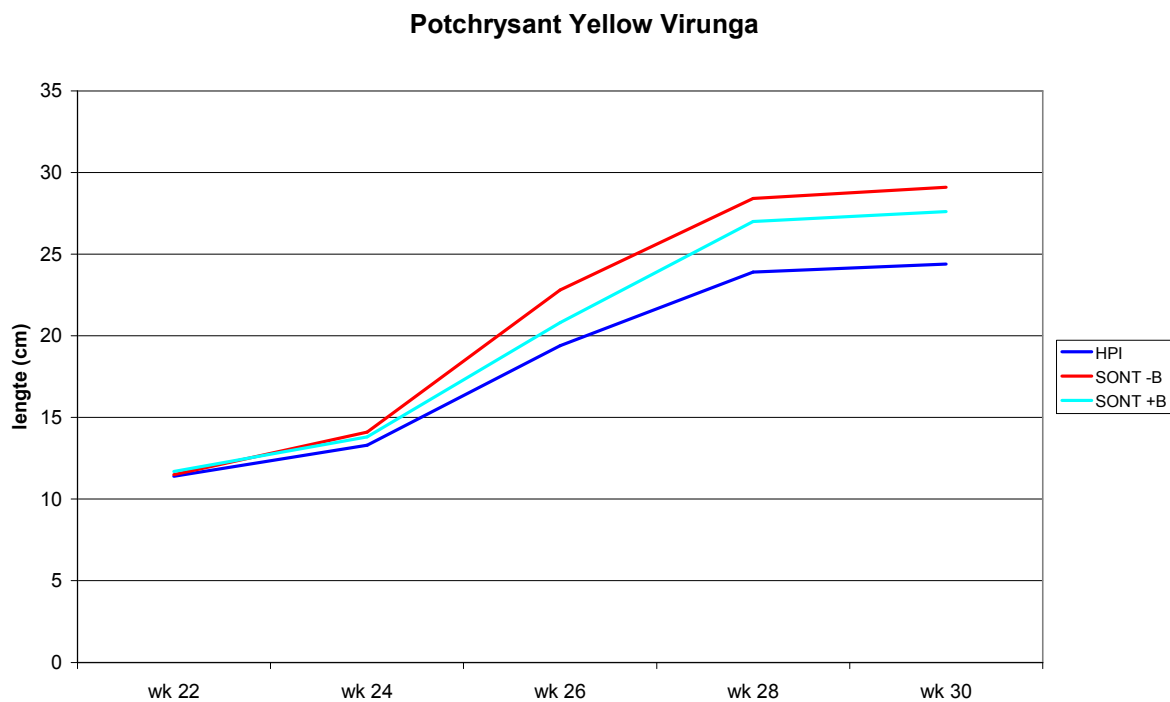
Foto 5. Uitgangsmateriaal bij start onderzoek aan potchrysant

In figuur 1 en 2 is het verloop van de plantlengte gedurende de onderzoeksperiode weergegeven. Duidelijk is de S-curve zichtbaar bij alle behandelingen. Beide rassen blijken anders te reageren. 'Hutch' geeft minder lengtegroei dan 'Yellow Virunga'. Bij 'Hutch' blijkt de behandeling SON-T GP +blauw significant de hoogste planten te geven. Bij 'Yellow Virunga' is het duidelijk dat de behandeling waarbij het blauwe licht eruit is gefilterd de grootste planten geeft. Ditzelfde geldt voor de groei (= toename vanaf start proef tot aan einde proef). Lengtegroei kan worden veroorzaakt door extra strekking, maar ook door extra droge stof aanmaak. Het is dus van belang de lengtegegevens te koppelen aan de plantgewichten.

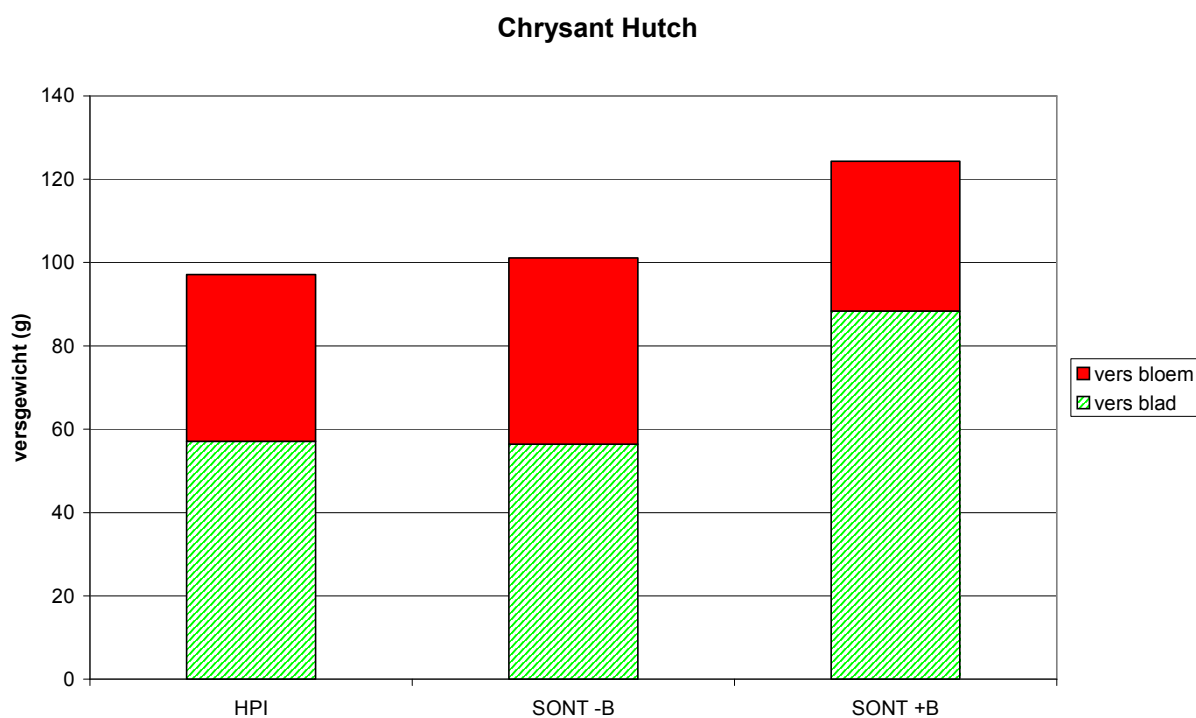
De versgewichten aan het eind van de teelt zijn per ras weergegeven in figuur 3 en 4. Ten aanzien van het vers- en drooggewicht van het blad is een significante interactie geconstateerd tussen ras en lichtbehandeling. Bij 'Hutch' wordt het meeste versgewicht blad en stelen aangemaakt bij de behandeling SON-T met extra blauw licht, terwijl bij 'Yellow Virunga' onder de HPI belichting het minste blad plus stelen aan versgewicht wordt aangemaakt. De planten in de klimaatcel SON-T met minder blauw licht kwamen duidelijk eerder in bloei. Dit resulteerde dan ook dat het meeste bloemgewicht (vers en droog) verkregen werd bij de behandeling SON-T met minder blauw licht. Mogelijk dat blauw licht de bloemaanleg vertraagt.



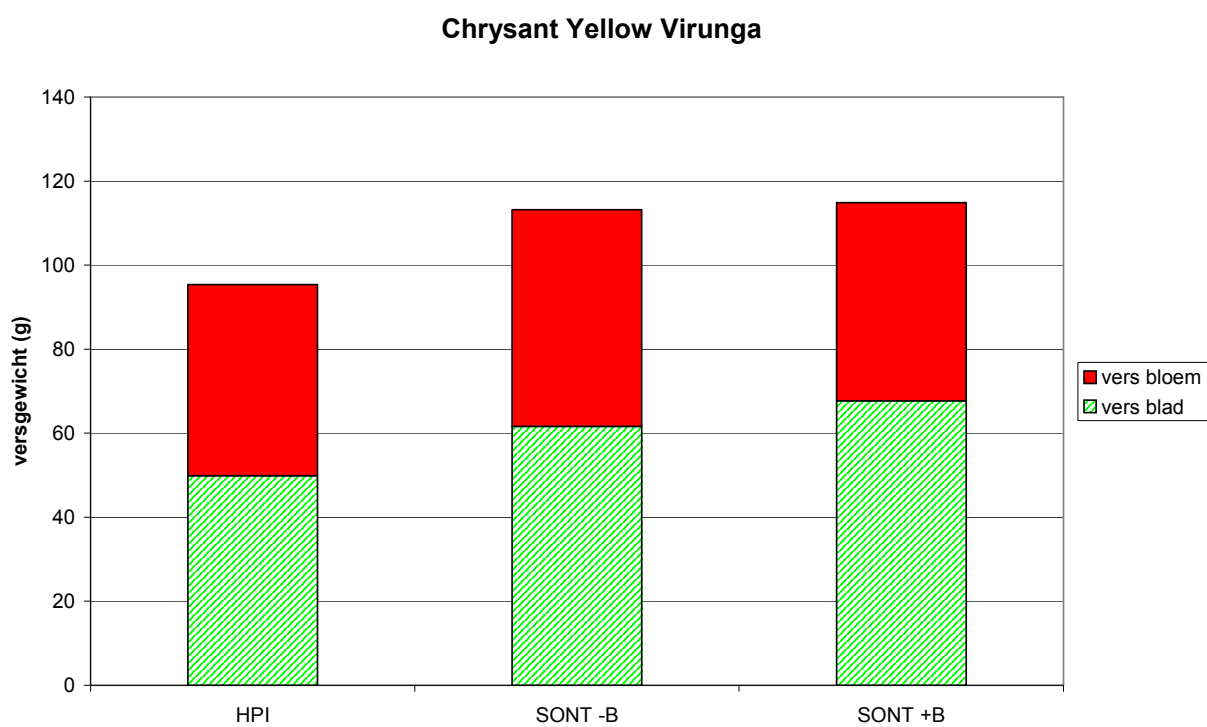
Figuur 1. Verloop gewashoogte potchrysant 'Hutch' in cm



Figuur 2. Verloop gewashoogte potchrysant 'Yellow Virunga' in cm



Figuur 3. Overzicht potchrysant 'Hutch' versgewicht in grammen (g) per pot



Figuur 4. Overzicht potchrysant 'Yellow Virunga' versgewicht in grammen (g) per pot

Een maat voor de strekking is het droge stofpercentage en het gewicht per cm gewas. Een hoger gewicht en drogestofpercentage leidt tot een zwaarder gewas. Het hoogste droge stof percentage werd gemiddeld verkregen in de behandeling SON-T GP met extra blauw licht. Uit de lengte- en gewichtmetingen leken de rassen anders te reageren. Bij 'Hutch' werd de grootste planthoogte verkregen bij SON-T +B, maar die behandeling gaf ook het meeste vers- en drooggewicht. Kijkende naar het gemiddeld gewicht per cm gewashoogte, zoals die berekend zijn en weergegeven in tabel 5, blijkt dat bij 'Hutch' het vers- en drooggewicht per cm gewashoogte het hoogste is bij SON-T +B en het laagste bij SON-T - B. Het bloemgewicht is hierbij buiten beschouwing gelaten omdat deze sterk gelinkt is aan het ontwikkelingsstadium. Open bloemen bevatten veel meer vocht en hebben daardoor automatisch een hoger versgewicht en een lager drogestof gehalte. Bij 'Yellow Virunga' zijn de verschillen minder groot, maar ook daarbij blijkt dat het vers- en drooggewicht per cm gewashoogte het hoogste is SON-T +B behandeling.

Tabel 5. Gemiddeld gewicht in grammen per cm gewashoogte

	Hutch		Yellow Virunga	
	vers gew/cm	droog gew/cm	vers gew/cm	droog gew/cm
HPI	4.36	0.49	3.47	0.38
SONT -B	3.76	0.46	3.23	0.39
SONT +B	5.36	0.70	3.85	0.46



- B

HPI

+B

Foto 6. Eindresultaat potchrysant 'Yellow Virunga'

3.4 Resultaten Potanthurium

Bij potanthurium is ook uitgegaan van 2 cultivars: 'Feska' en 'Red Love'. Er is uitgegaan van halfwasmateriaal in een 14 cm container (zie foto 7). De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden opgekweekt. De halfwas planten (circa 16 weken voor afleveren bij aanvang onderzoek) hadden deels aangelegde bloemknoppen en deels nog aan te leggen bloemknoppen. Bij start van het onderzoek waren de eerste bloemknoppen dan ook zichtbaar (zie foto 8). Hier en daar was echter ook reeds een bloem aanwezig, met name bij 'Red Love'. Alle bloemen zijn bij aanvang verwijderd.

Om de 2 weken is de plantlengte gemeten en de bloemlengte. Als plantlengte is de bovenkant van de hoogste bladsteel tot de tafel aangehouden. Tevens is het aantal bloemen geteld en per individuele bloem is de bloemhoogte bepaald. Als bloemlengte is vanaf de teelttafel tot de onderkant van het schutblad gemeten. Aan het einde van de proef zijn vers- en drooggewicht bepalingen verricht van de bloemstelen en de schutbladeren apart. De gegevens zijn per individuele plant bepaald. Elke plant vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 14 weken, van week 22 tot en met week 36. De waarnemingen zijn cijfermatig weergegeven in bijlage 2.

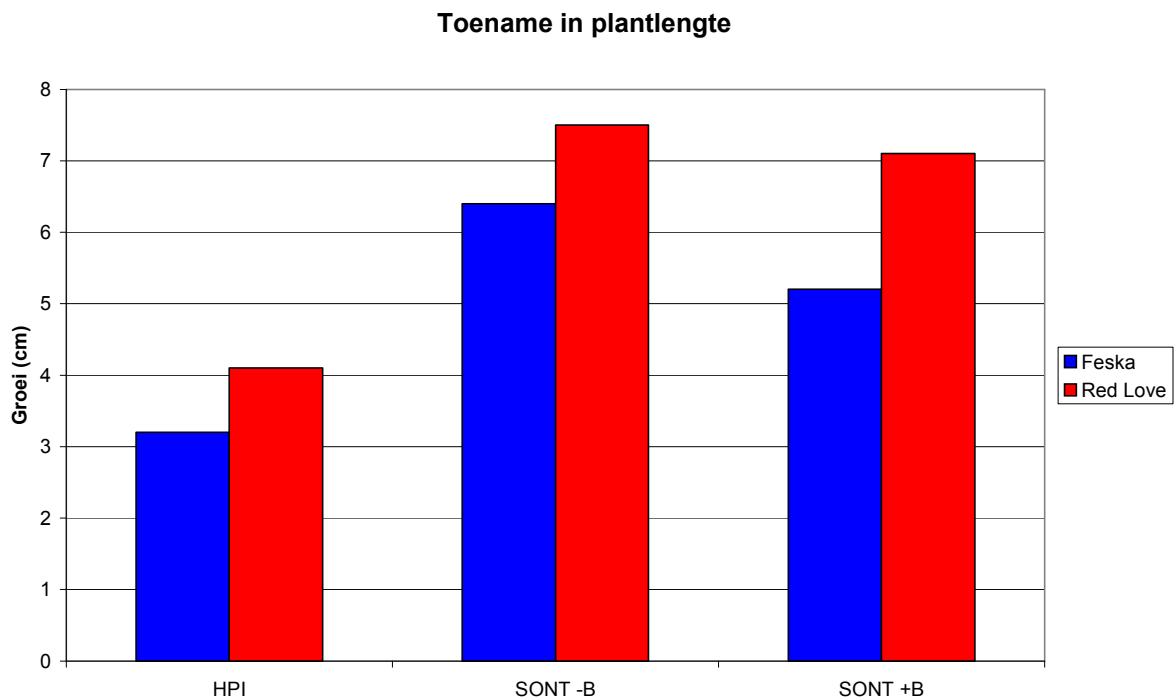


Foto 7. Uitgangsmateriaal potanthurium



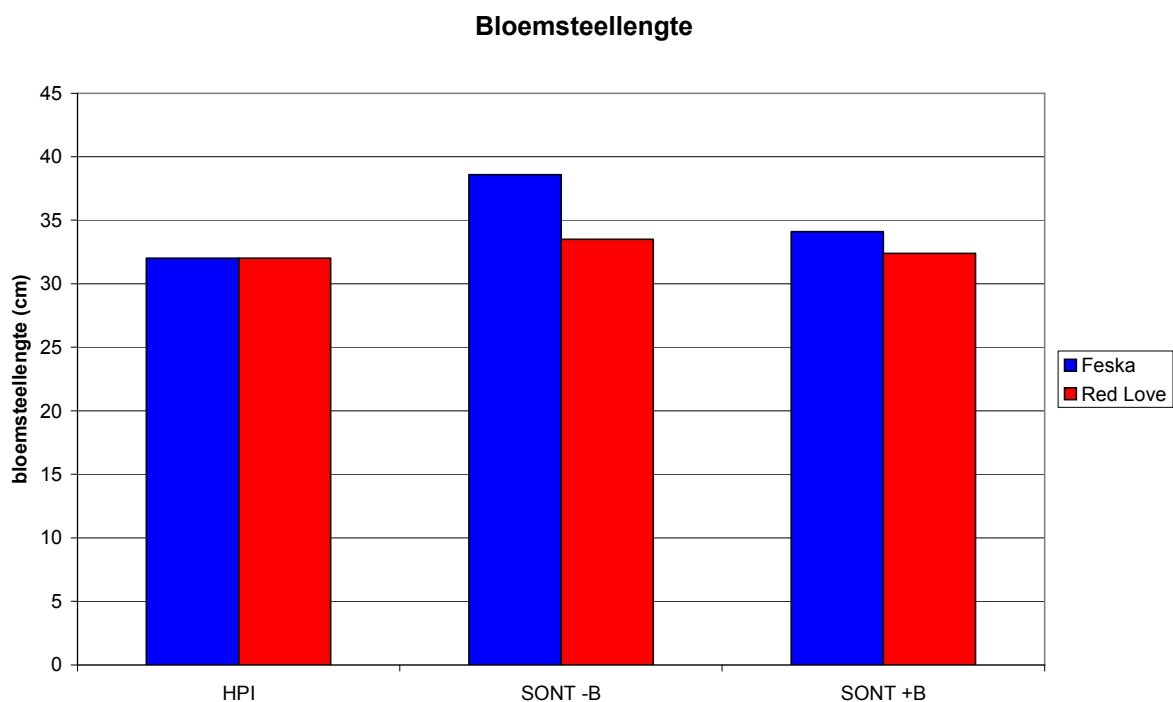
Foto 8. Bloemknop potanthurium

In bijlage 2 is het verloop van de planthoogte weergegeven. De groei gedurende de proefperiode is weergegeven in figuur 5. Hieruit blijkt duidelijk dat bij beiden rassen de toename in planthoogte bij de HPI behandeling minder snel verloopt dan bij de andere twee behandelingen. De grootste toename in planthoogte wordt verkregen onder de SONT-T behandeling met minder blauw licht.



Figuur 5. Toename in plantlengte (cm) gedurende de proefperiode van wk 22 tot wk 36

De gemiddelde bloemsteellengte is weergegeven in figuur 6. 'Feska' reageert duidelijk op de verschillende belichtingen. De bloemsteellengte bij dit ras is onder HPI belichting duidelijk korter dan onder SON-T belichting. Daarnaast geeft de belichting waar het blauwe licht eruit is gefilterd langere bloemstelen, dan waarbij juist extra blauw licht is toegepast. Op de foto's 9 t/m 11 zijn deze verschillen ook duidelijk te zien. Bij 'Red Love' zijn de verschillen minder duidelijk.



Figuur 6. Gemiddelde bloemsteellengte in cm

M.b.t. de bloemdiameter zijn geen duidelijk verschillen geconstateerd tussen de lichtbehandelingen. Echter wel in bloemkleur. De kleur van het schutblad van beide cultivars was bij de behandeling SON-T waarbij het blauwe licht eruit is gefilterd duidelijk fletser dan bij de andere behandelingen. Op foto 12 is dit duidelijk zichtbaar bij 'Feska'. Ook is goed te zien dat de planten onder de HPI belichting compacter zijn met donker groen blad.



Foto 9. Eindresultaat potanthurium 'Feska' behandeling SON-T -B



Foto 10. Eindresultaat potanthurium 'Feska' behandeling SON-T +B



Foto 11. Eindresultaat potanthurium 'Feska' behandeling HPI



-B

HPI

+B

Foto 12. Duidelijk verschil in bloemkleur. Fletse kleur bij SON-T-B.

Het aantal bloemen dat in de proefperiode is uitgegroeid verschilde niet tussen de behandelingen. Dit was ook niet de verwachting, omdat een deel van de bloemen reeds aangelegd was op het moment van aanvang van het onderzoek. Wel bleken er rasverschillen. Bij 'Feska' zijn ruim 5 bloemen per plant uitgegroeid en bij 'Red Love' gemiddeld bijna 10. Het uitgangsmateriaal verschilde echter ook duidelijk tussen de rassen. Daarbij moet opgemerkt worden dat de bloemen (schutbladen) van 'Feska' iets groter en duidelijk zwaarder waren.

Ten aanzien van het drogestof percentage van de bloemen (schutbladen), wat als maat voor strekking kan worden beschouwd, bleek duidelijk dat deze onder de SON-T met verminderd blauw licht het laagst was. De verschillen tussen HPI en SON-T plus extra blauw waren gering. Ditzelfde gold voor het drogestof percentage van de bloemstelen.

3.5 Resultaten Lantana

Bij Lantana is uitgegaan van de cultivar 'Ingelsheim'. Er is uitgegaan van struikjes in een 17 cm container (zie foto 13). De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden geteelt. Bij aanvang van de proef zijn alle planten teruggesnoeid. Om de proefresultaten niet te verstoren zijn de planten niet geremd. Aanvankelijk zou een deel van de planten steeds worden gesnoeid en een deel niet. De niet gesnoeide planten werden echter zeer groot en groeide in elkaar zodat een goed vergelijk niet meer mogelijk was. De gesnoeide behandeling is gedurende de proef nog drie maal teruggesnoeid op 1 bladpaar.

Aan het einde van de proef zijn de nieuw ontwikkelde scheuten met een minimale lengte van 15 cm per plant gemeten. Naast lengte is ook het aantal internodien en de internodien lengte bepaald. De eindknoppen zijn beoordeeld op mate van knopstadium, waarbij de volgende stadia werden onderscheiden:

- 0 geen bloemknop zichtbaar
- 1 bloemknop klein
- 2 bloemknop uitgegroeid
- 3 Bloem
- 4 Uitgebloeide bloem



Foto 13. Uitgangsmateriaal Lantana 'Ingelsheim'

De gegevens zijn per individuele plant bepaald. Elke plant vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 14 weken, van week 22 tot en met week 36.

In tabel 6 is een overzicht weergegeven van de eindmetingen bij Lantana. De langste takken zijn duidelijk onder de SON-T –B behandeling geconstateerd en de kortste onder de HPI belichting. Het aantal internodien tussen deze twee behandelingen varieerde echter niet. Dit resulteerde dus duidelijk in een langere internodien lengte onder de SONT belichting met een verminderde hoeveelheid blauw. De kortste internodien werden onder de HPI belichting geconstateerd. Dit was ook duidelijk aan het gewas te zien (zie foto 14). Naast kortere scheuten waren de bladeren ook iets kleiner en donkerder groen van kleur onder de HPI belichting. Uit de waarnemingen van het vers- en drooggewicht is ook duidelijk gebleken dat het drogestof percentage onder de HPI belichting hoger was dan onder SON-T –B behandeling. De behandeling SON-T +B zat daar wat tussenin.

Tabel 6. Overzicht waarnemingen Lantana

	Scheutlengte (cm)	Scheutlengte (cm)	aantal internodien	internodienlengte	knopstadium
	tot bloem	aangepast			
HPI	20.5	13.1	3.5	3.8	2.5
SONT -B	27.3	18.0	3.5	5.0	1.8
SONT +B	23.7	14.1	2.9	4.9	3.4



-B

HPI

+B

Foto 14. Eindresultaat Lantana. Duidelijk groener en kleiner blad onder HPI omstandigheden.

4 Resultaten proef 2 klimaatcel

4.1 Lichtrealisatie

Om na te gaan of het gewenste lichtniveau en de gewenste lichtkwaliteit zijn behaald zijn diverse metingen verricht door o.a. Philips en Hortilux. Aan de hand van de eerste metingen zijn verdere aanpassingen van de belichting doorgevoerd. Bij de behandeling SON-T GP met verhoogd blauw licht en verhoogd verrood licht bleek de hoeveelheid verrood te laag. Vandaar dat er extra gloeilampen zijn bij gehangen met veel verrood. Verder is in deze behandeling ook een nabehandeling met verrood licht van 15 min aan het einde van de dag / het begin van de nacht gegeven. In tabel 7 zijn de gerealiseerde lichtkleuren weergegeven. Voor een overzicht van de klimaatcellen zie foto 15 t/m 17.

Tabel 7. Overzicht gerealiseerde lichtkwaliteit per behandeling

	Ref HPI	SON-T GP	SON-T GP +B +VR
Aantal lampen per tafel van 140 * 450 cm	10 HPI	8 SON-T GP	10 SON-T GP + 24 TLD-R (58 W/865) + 18 met LEE filter 117 (Steel Blue) + 10 150W gls + 10 75 W gls
Blauw %	21	6	13-14.5
Rood %	24	41	37-38.5
Rood/verrood	3.6	5	3 tot < 1
Totaal PPFD ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	156±4	152±3	157±16

Stuurlicht in potplantenteelt



Foto 15. Referentiebehandeling met HPI lampen



Foto 16. SON-T GP



*Foto 17. SON-T GP met verhoogd
blauw (+B) en verhoogd verrood (+VR)
lichtniveau*

4.2 Klimaatrealisatie

Het klimaat is continue gemonitored met Growwatches. In tabel 8 zijn de gerealiseerde gegevens weergegeven per behandeling. De ingestelde temperatuur en RV zijn goed gerealiseerd. De CO₂-niveaus lagen gemiddeld tussen de 350 en 500 ppm.

Tabel 8. Gerealiseerde temperatuur, RV en CO₂ gegevens

	Temperatuur (°C)			RV (%)			CO ₂ (PPM)		
	HPI	SON-T	SON-T +B +VR	HPI	SON-T	SON-T +B +VR	HPI	SON-T	SON-T +B +VR
wk 39	19.8	19.8	20.1	75.5	74.7	72.0	451	569	575
wk 40	19.7	19.8	20.0	71.6	74.3	70.9	414	406	314
wk 41	19.8	19.8	20.1	74.1	74.9	72.4	463	439	342
wk 42	19.8	19.6	20.0	72.5	73.6	71.6	435	414	570
wk 43	19.8	19.8	20.0	73.3	74.4	71.8	437	416	434
wk 44	19.7	19.5	19.7	68.9	71.6	69.6	445	419	438
wk 45	19.7	19.6	19.7	68.7	71.7	70.1	449	431	449
wk 46	19.7	19.7	19.8	70.6	72.8	70.7	431	408	436
wk 47	19.7	19.6	19.7	69.6	72.0	69.6	430	406	426
wk 48	19.7	19.6	19.7	69.6	71.5	70.2	448	429	446
wk 49	19.7	19.4	19.7	70.6	71.4	69.9	418	406	417
wk 50	19.7	19.6	19.7	70.5	70.8	69.7	437	406	438
wk 51	19.6	19.5	19.6	61.6	70.3	69.2	487	456	456
wk 52	19.6	19.5	19.1	65.5	70.4	70.4	434	423	438
wk 1	19.6	19.5	21.1	67.5	70.6	68.9	416	409	424
wk 2	19.6	19.5	20.4	66.8	71.4	72.1	417	403	425
Gemiddeld	19.7	19.6	19.9	69.8	72.3	70.6	438	428	439

4.3 Resultaten Chrysant teelt 1

Bij de tweede proef zijn twee opplantingen uitgevoerd bij potchrysant. De eerste teelt is uitgevoerd met de rassen 'Day Dream' en 'Purple'. Er zijn 3 stekken per 12 cm pot aangehouden conform de eerste proef. De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden beworteld en bij aanvang van de KD in de klimaatcellen geplaatst. Vlak voor plaatsing in de klimaatcellen zijn de planten getopt op 5 bladeren. Vervolgens is om de 2 weken de lengte groei per individuele stek bijgehouden. De planthoogte is gemeten vanaf potbodem/tafel tot aan het hoogste groeipunt. Om de proefresultaten niet te verstoren zijn de planten niet geremd. Aan het einde van de proef zijn vers- en drooggewicht bepalingen verricht van de vegetatieve delen (blad plus steel) en generatieve delen (bloemen). De gewichtgegevens zijn per 3 planten, per pot bepaald. Elke pot met 3 planten vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 8

weken, van week 45 (2006) tot en met week 1 (2007). De waarnemingen zijn cijfermatig weergegeven in bijlage 4.

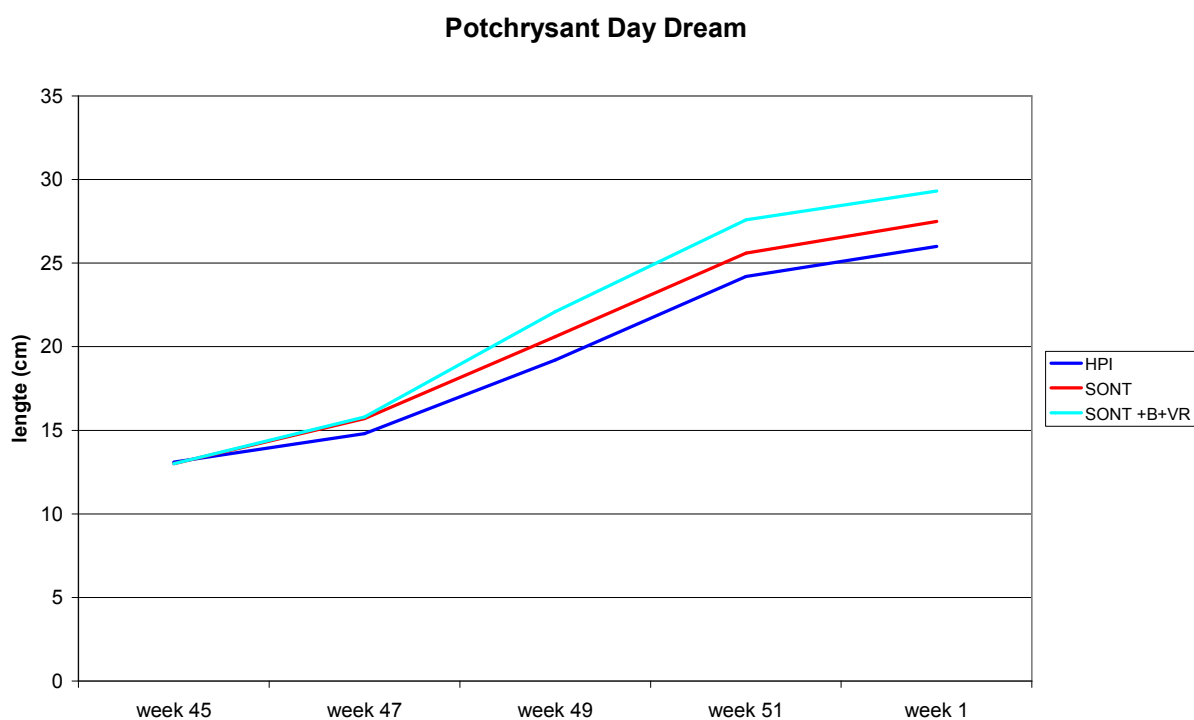
In figuur 7 en 8 is het verloop van de plantlengte gedurende de onderzoeksperiode weergegeven. Ook nu is weer duidelijk de S-curve zichtbaar bij alle behandelingen.

Bij beide rassen is duidelijk dat de behandeling met extra blauw en extra verrood licht de grootste planten geeft. Ditzelfde geldt voor de groei (= toename vanaf start proef tot aan einde proef). De kleinste planten worden verkregen onder de HPI belichting met relatief veel blauw. Lengtegroei kan worden veroorzaakt door extra strekking, maar ook door extra droge stof aanmaak. Het is dus van belang de lengtegegevens te koppelen aan de plantgewichten.

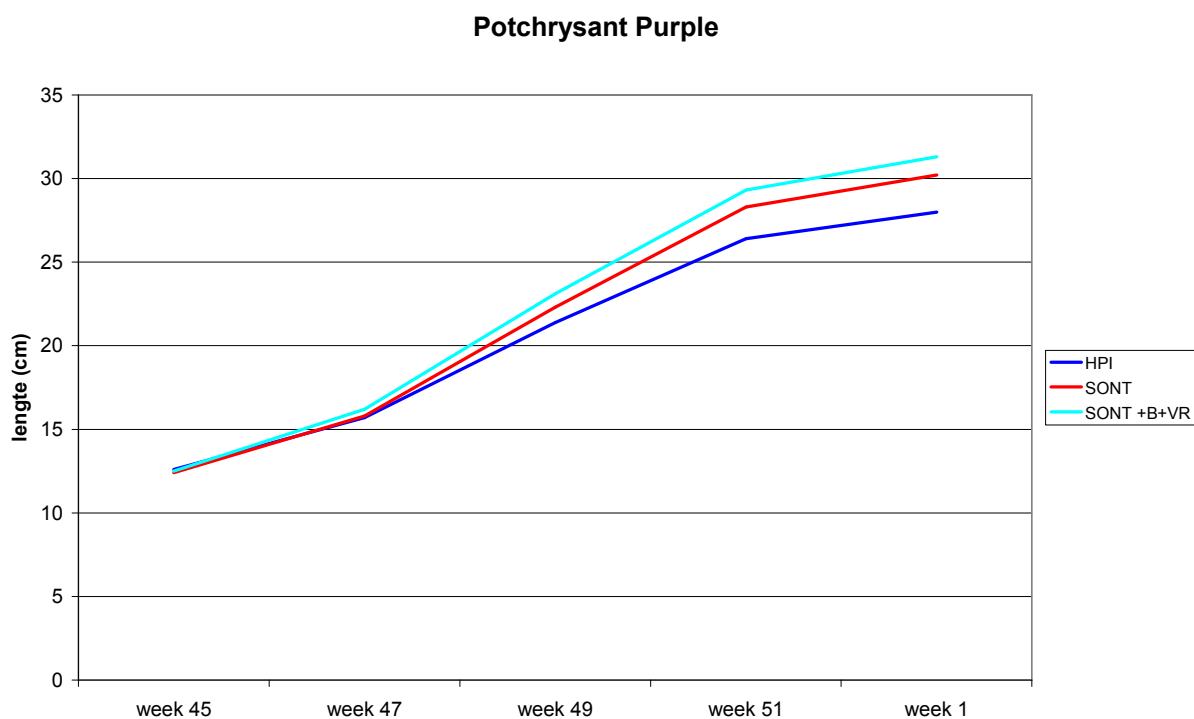
De versgewichten aan het eind van de teelt zijn per ras weergegeven in figuur 9 en 10. Ten aanzien van het versgewicht van het blad is het hoogste gewicht gerealiseerd onder de SON-T belichting. Kijkende naar het gemiddeld gewicht per cm gewashoogte, zoals die berekend zijn en weergegeven in tabel 9, blijkt dat bij beide rassen het gewicht per cm het laagste is bij de behandeling SON-T +B +VR. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de HPI en de SON-T.

Tabel 9. Gemiddeld gewicht in grammen per cm gewashoogte

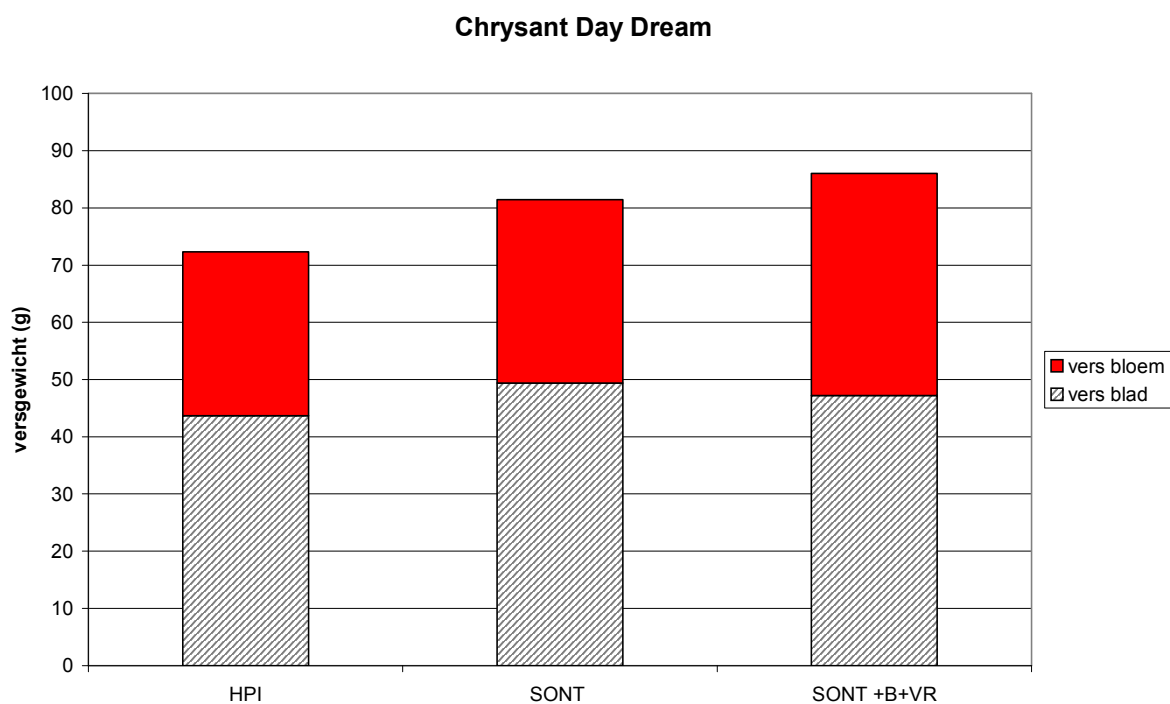
	Day Dream		Purple	
	vers gew/cm	droog gew/cm	vers gew/cm	droog gew/cm
HPI	2.73	0.25	2.66	0.26
SON-T	2.82	0.27	2.60	0.25
SON-T +B +VR	2.45	0.24	2.09	0.22



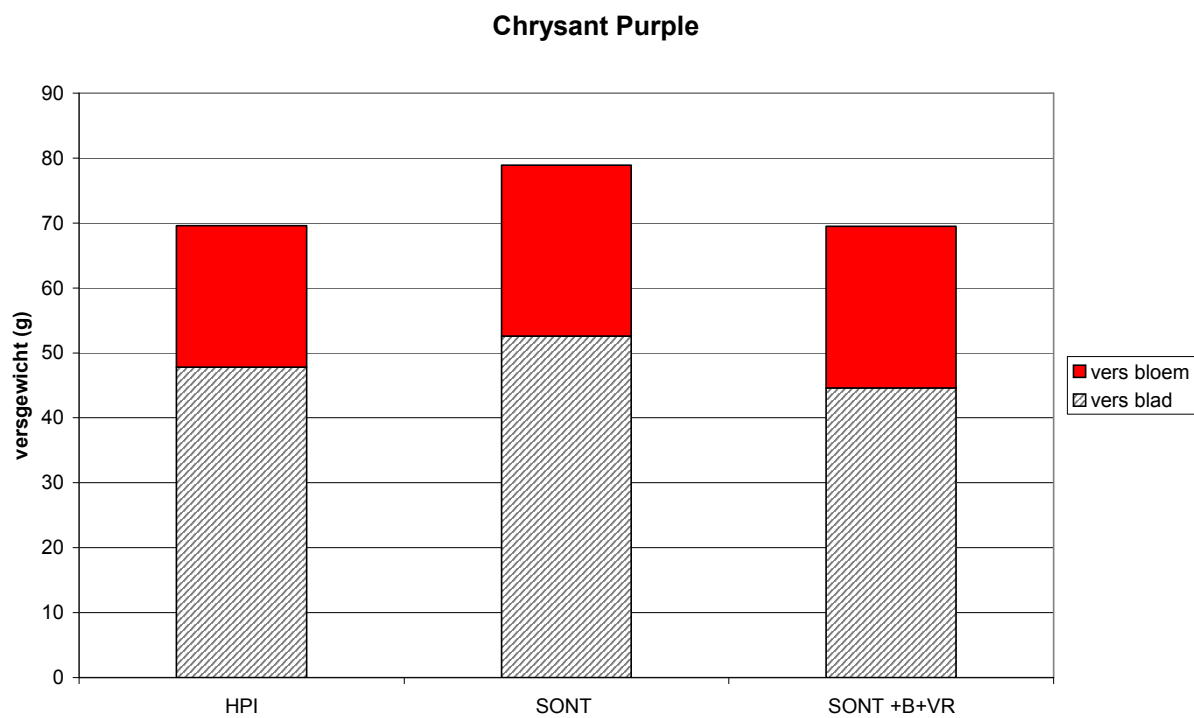
Figuur 7. Verloop gewashoogte potchrysant 'Day Dream' in cm



Figuur 8. Verloop gewashoogte potchrysant 'Purple' in cm



Figuur 9. Overzicht potchrysant 'Day Dream' versgewicht in grammen (g) per pot



Figuur 10. Overzicht potchrysant 'Purple' versgewicht in grammen (g) per pot



SON-T

HPI

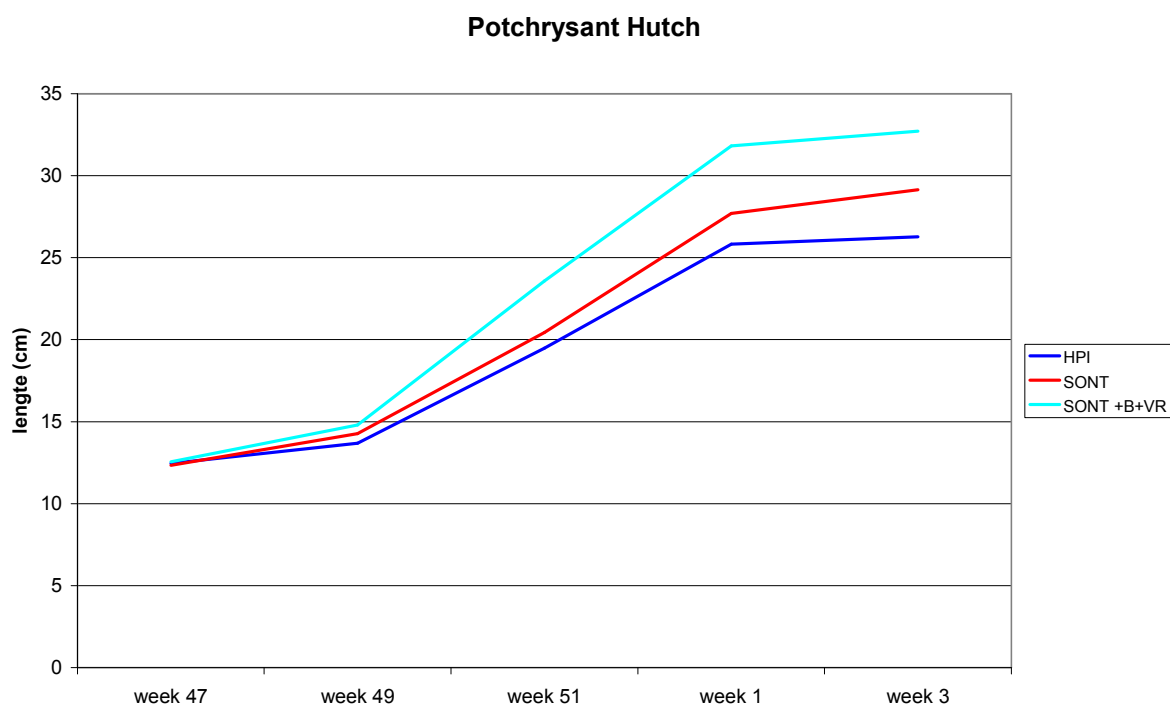
SON-T + B + VR

Foto 18. Eindresultaat potchrysant 'Day Dream'

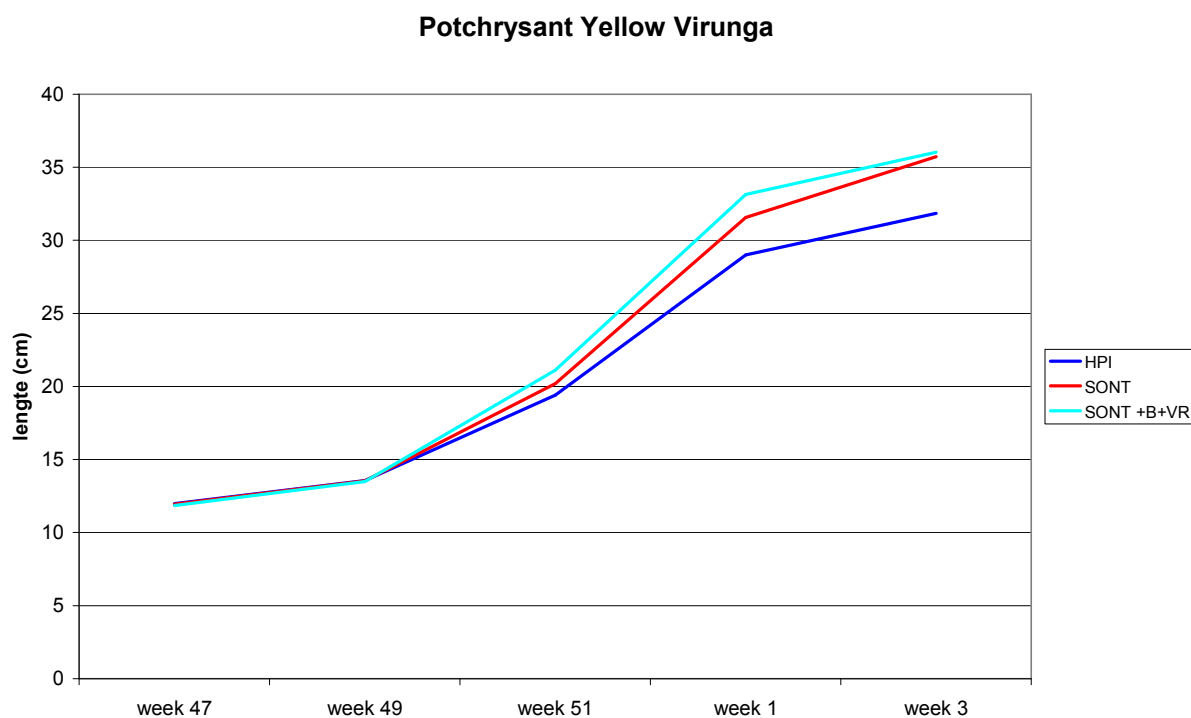
4.4 Resultaten Chrysant teelt 2

De tweede teelt bij potchrysant is uitgevoerd met de rassen 'Hutch' en 'Yellow Virunga'. Er zijn ook weer 3 stekken per 12 cm pot aangehouden conform de eerste teelt. De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden beworteld en bij aanvang van de KD in de klimaatcellen geplaatst. Gelijktijdig met plaatsing in de klimaatcellen zijn de planten getopt op 5 bladeren. Vervolgens is om de 2 weken de lengte groei per individuele stek bijgehouden. De planthoogte is gemeten vanaf potbodem/tafel tot aan het hoogste groeipunt. Om de proefresultaten niet te verstoren zijn de planten niet geremd. Aan het einde van de proef zijn vers- en drooggewicht bepalingen verricht van de vegetatieve delen (blad plus steel) en generatieve delen (bloemen). De gewichtgegevens zijn per 3 planten, per pot bepaald. Elke pot met 3 planten vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 8 weken, van week 47 (2006) tot en met week 3 (2007). De waarnemingen zijn cijfermatig weergegeven in bijlage 5.

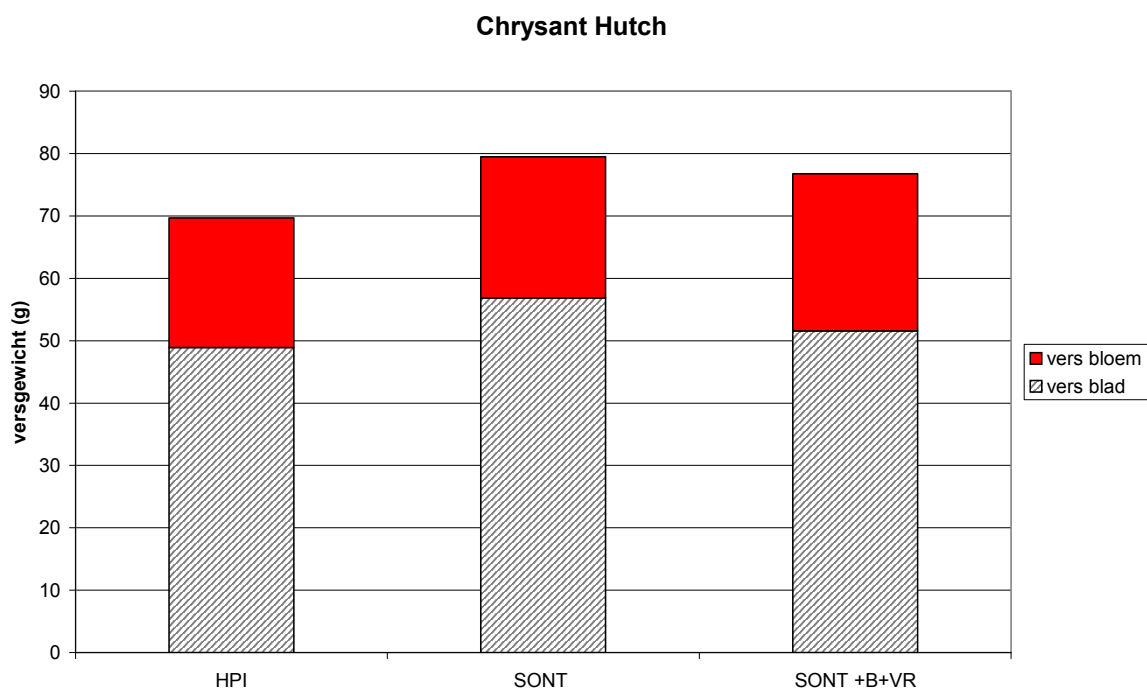
In figuur 11 en 12 is het verloop van de plantlengte gedurende de onderzoeksperiode weergegeven. Ook nu is weer duidelijk de S-curve zichtbaar bij alle behandelingen. 'Hutch' geeft minder lengtegroei dan 'Yellow Virunga'. Bij beide rassen is duidelijk dat de behandeling met extra blauw en extra verrood licht de grootste planten geeft, met name bij 'Hutch' komt dit naar voren. Ditzelfde geldt voor de groei (= toename vanaf start proef tot aan einde proef). De kleinste planten worden weer verkregen onder de HPI belichting met relatief veel blauw. Lengtegroei kan worden veroorzaakt door extra strekking, maar ook door extra droge stof aanmaak. Het is dus van belang de lengtegegevens te koppelen aan de plantgewichten.



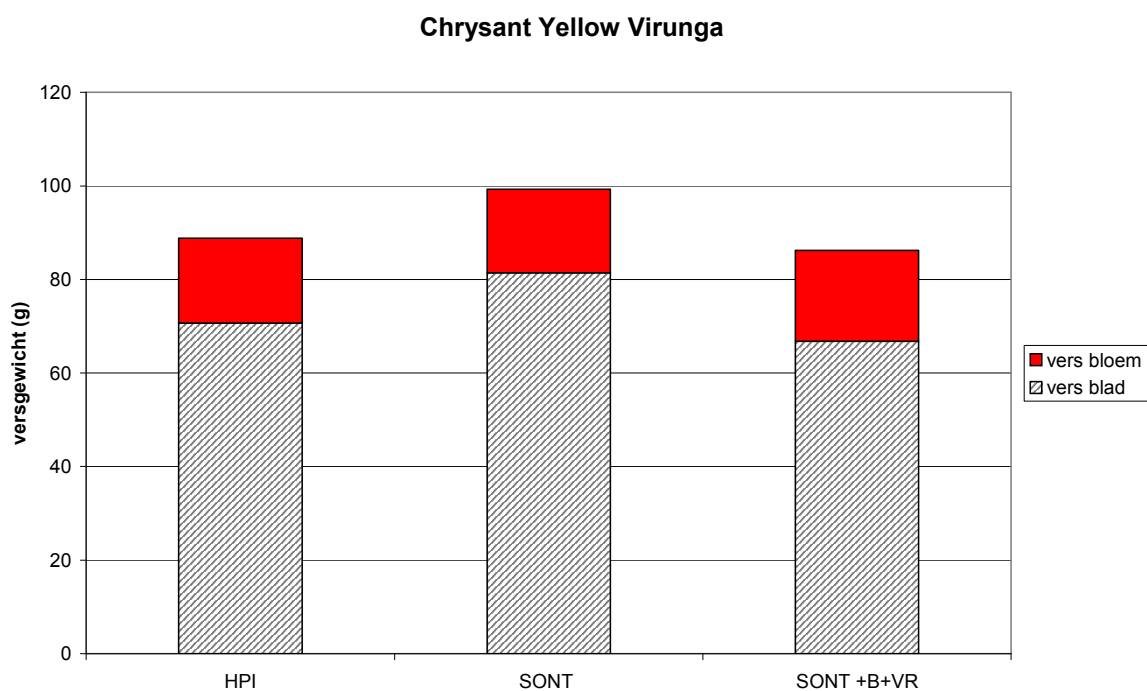
Figuur 11. Verloop gewashoogte potchrysant 'Hutch' in cm



Figuur 12. Verloop gewashoogte potchrysant 'Yellow Virunga' in cm



Figuur 13. Overzicht potchrysant 'Hutch' versgewicht in grammen (g) per pot



Figuur 14. Overzicht potchrysant 'Yellow Virunga' versgewicht in grammen (g) per pot

De versgewichten aan het eind van de teelt zijn per ras weergegeven in figuur 13 en 14. Ten aanzien van het versgewicht van het blad is het hoogste gewicht gerealiseerd onder de SON-T belichting. Met betrekking tot het drooggewicht van het blad is een significante interactie geconstateerd tussen ras en lichtbehandeling. Bij 'Hutch' wordt het minste drooggewicht blad en stelen aangemaakt bij de behandeling HPI en is er geen verschil tussen SON-T en SON-T met extra blauw en verrood licht, terwijl bij 'Yellow Virunga' onder de SON-T belichting het meeste blad plus stelen aan versgewicht wordt aangemaakt en er geen verschil is tussen de andere twee belichtingsbehandelingen.

Een maat voor de strekking is het droge stofpercentage en het gewicht per cm gewas. Een hoger gewicht en drogestofpercentage leidt tot een zwaarder gewas. Met betrekking tot het droge stof percentage blad en stelen is geen duidelijke lijn te halen. Er is een interactie tussen ras en lichtbehandeling. Kijkende naar het gemiddeld gewicht per cm gewashoogte, zoals die berekend zijn en weergegeven in tabel 10, blijkt dat bij 'Hutch' en 'Yellow Virunga' het vers- en drooggewicht per cm gewashoogte het laagste is bij de behandeling SON-T +B +VR en het hoogste bij de HPI behandeling, hoewel de verschillen gering zijn met SON-T.

Tabel 10. Gemiddeld gewicht in grammen per cm gewashoogte

	Hutch		Yellow Virunga	
	vers gew/cm	droog gew/cm	vers gew/cm	droog gew/cm
HPI	3.00	0.28	3.24	0.33
SONT	2.97	0.28	3.16	0.32
SONT +B +VR	2.27	0.26	2.57	0.27



SON-T

HPI

SON-T +B+VR

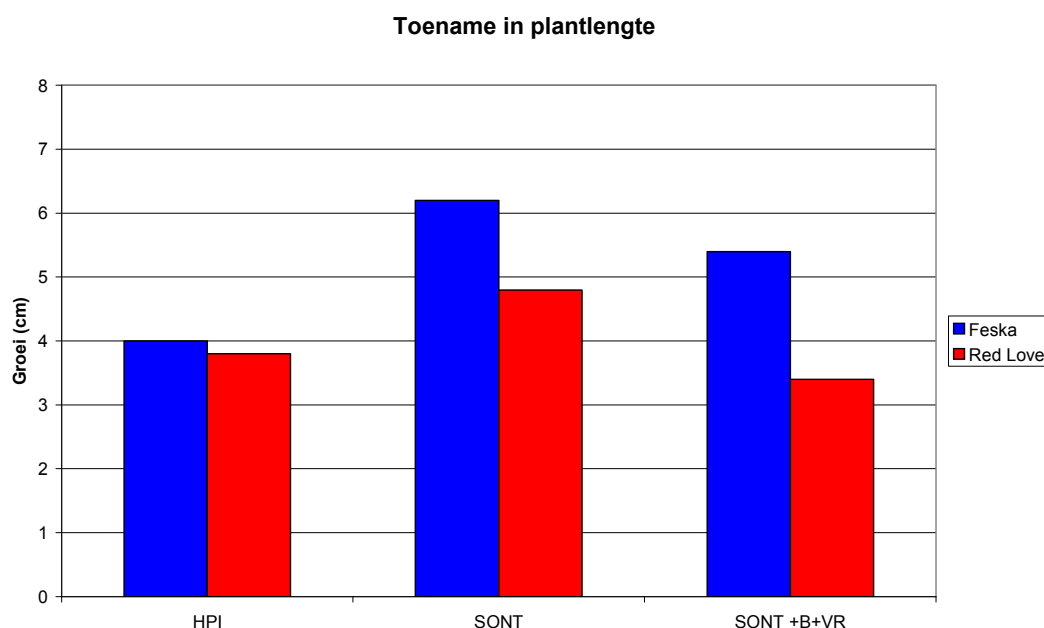
Foto 19. Eindresultaat potchrysant

4.5 Resultaten Potanthurium

Bij potanthurium is weer uitgegaan van de twee cultivars: 'Feska' en 'Red Love'. Er is uitgegaan van halfwasmateriaal in een 14 cm container, vergelijkbaar als bij de eerste proef. De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden opgekweekt. De halfwas planten (circa 16 weken voor afleveren bij aanvang onderzoek) hadden deels aangelegde bloemknoppen en deels nog aan te leggen bloemknoppen. Alle bloemen zijn bij aanvang verwijderd.

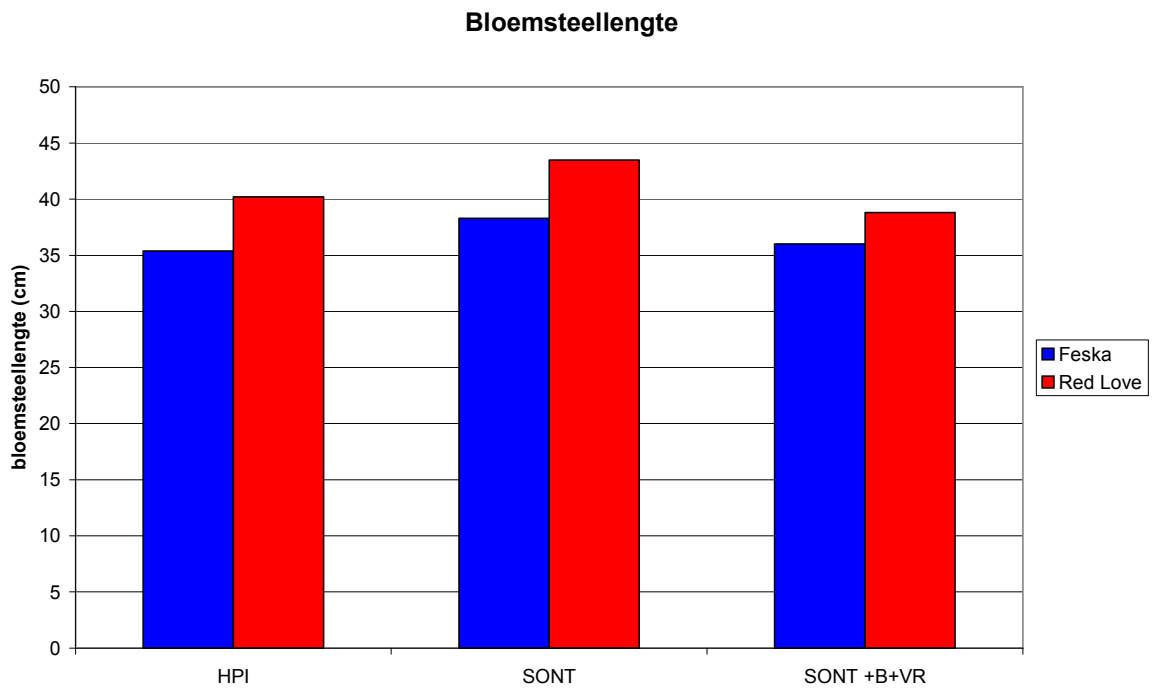
Om de 2 weken is de plantlengte gemeten en de bloemlengte. Als plantlengte is de bovenkant van de hoogste bladsteel tot de tafel aangehouden. Tevens is het aantal bloemen geteld en per individuele bloem is de bloemhoogte bepaald. Als bloemlengte is vanaf de teelttafel tot de onderkant van het schutblad gemeten. Aan het einde van de proef zijn vers- en drooggewicht bepalingen verricht van de bloemstelen en de schutbladeren apart. De gegevens zijn per individuele plant bepaald. Elke plant vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 14 weken, van week 39 (2006) tot en met week 1 (2007). De waarnemingen zijn cijfermatig weergegeven in bijlage 6.

In bijlage 6 is het verloop van de planthoogte weergegeven. De groei gedurende de proefperiode is weergegeven in figuur 15. Bij beiden rassen is de toename in planthoogte bij de SON-T behandeling het grootst. Er is geen significant verschil tussen de HPI en de SON-T met extra blauw en extra verrood behandeling.



Figuur 15. Toename in plantlengte (cm) gedurende de proefperiode van wk 39 tot wk 1

De gemiddelde bloemsteellengte is weergegeven in figuur 16. Ook de bloemsteellengte is onder de SON-T belichting het langst. Er is geen significant verschil tussen de HPI en de SON-T met extra blauw en extra verrood behandeling. Op de foto's 20 t/m 22 staan de planten uit de verschillende belichtingsbehandelingen. M.b.t. de bloemdiameter zijn geen duidelijk verschillen geconstateerd tussen de lichtbehandelingen.



Figuur 16. Gemiddelde bloemsteellengte in cm

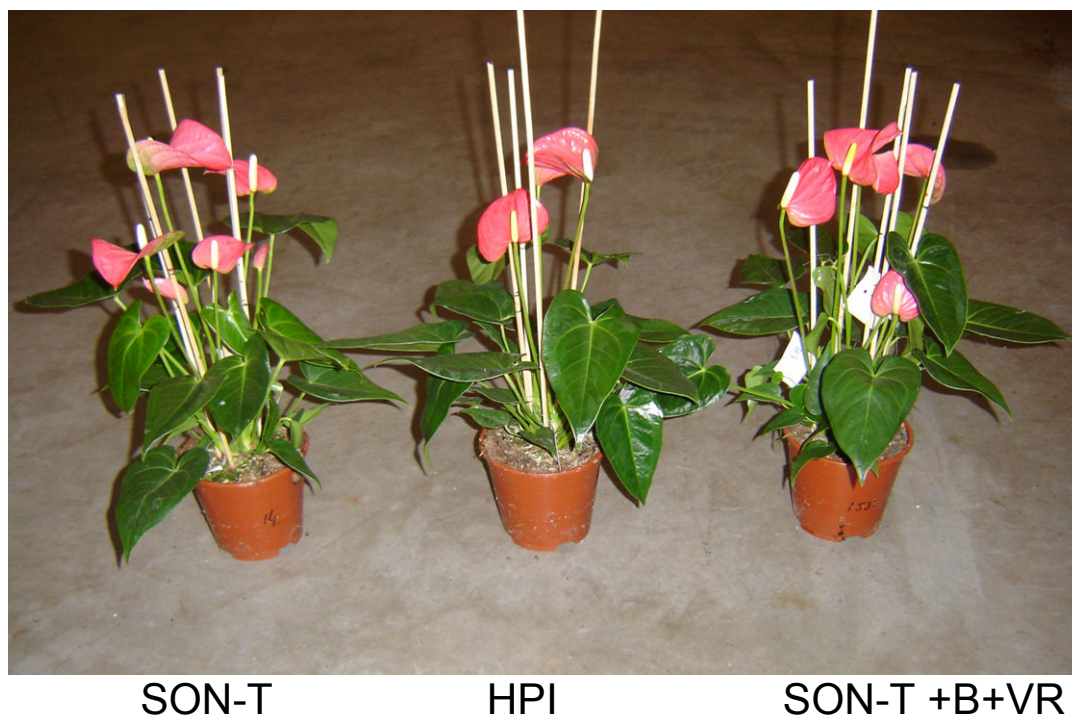


Foto 20. Eindresultaat potanthurium 'Feska'



SON-T

HPI

SON-T +B+VR

Foto 21. Eindresultaat 'Feska'



SON-T

HPI

SON-T +B+VR

Foto 22. Eindresultaat 'Red Love'

Het aantal bloemen dat in de proefperiode is uitgegroeid verschilde niet tussen de behandelingen. Dit was ook niet de verwachting, omdat een deel van de bloemen reeds aangelegd was op het moment van aanvang van het onderzoek. Toch moet opgemerkt worden dat het leek dat de behandeling SON-T met extra blauw licht en extra verrood licht meer bloemen lieten zien, met name bij 'Red Love'. Wel bleken er weer rasverschillen. Bij 'Feska' zijn ruim 3,5 bloemen per plant uitgegroeid en bij 'Red Love' gemiddeld 9,5. Het uitgangsmateriaal verschilde echter ook duidelijk tussen de rassen. Daarbij moet opgemerkt worden dat de bloemen (schutbladen) van 'Feska' iets groter en zwaarder waren.

4.6 Resultaten Lantana

Bij Lantana is uitgegaan van de cultivar 'Ingelsheim'. Er is uitgegaan van planten in een 17 cm container. De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden geteelt. Bij aanvang van de proef zijn alle planten teruggesnoeid tot op het hout. Om de proefresultaten niet te verstoren zijn de planten niet geremd. Een deel van de planten is meerdere malen gesnoeid en een deel niet. Daarnaast zijn aanvullend ook nog stammen in de cel geplaatst.

Aan het einde van de proef zijn de nieuw ontwikkelde scheuten met een minimale lengte van 15 cm per plant gemeten aan de planten die alleen bij aanvang teruggesnoeid zijn. Naast lengte is ook het aantal internodien en de internodien lengte bepaald. De eindknoppen zijn beoordeeld op mate van knopstadium, waarbij de volgende stadia werden onderscheiden:

- 0 geen bloemknop zichtbaar
- 1 bloemknop klein
- 2 bloemknop uitgegroeid
- 3 Bloem
- 4 Uitgebloeide bloem

De gegevens zijn per individuele plant bepaald. Elke plant vormde een experimentele eenheid. De totale proefduur bedroeg 12 weken, van week 39 tot en met week 51.

In tabel 11 is een overzicht weergegeven van de eindmetingen bij Lantana. Bij lengte totaal is de totale lengte van de scheut gemeten tot aan de onderkant van de bloem of knop. Bij lengte aangepast is de lengte tussen het eerste en laatste bladpaar genomen om de internodienlengte te bepalen.

De langste takken zijn duidelijk onder de SON-T met extra blauw en extra verrood licht en de kortste onder de HPI belichting gevormd. Onder SON-T werden het minste aantal internodien gevormd, maar de verschillen waren gering. De kortste internodien werden onder de HPI belichting geconstateerd. Dit was ook duidelijk aan het gewas te zien. Er was geen verschil tussen SON-T en SON-T met extra blauw en extra verrood. Bij beide behandelingen waren de internodien langer dan onder de HPI. Opvallend was wel dat de bloemontwikkeling onder de SON-T met extra blauw en extra verrood licht voor liep op de bloemontwikkeling bij de andere twee lichtbehandelingen. Ook dit was duidelijk zichtbaar bij de eindbeoordeling (zie foto 23).

Naast kortere scheuten waren de bladeren ook iets kleiner onder de HPI belichting. Uit de waarnemingen van het vers- en drooggewicht is echter ook duidelijk gebleken dat er minder vers- en drooggewicht aangemaakt worden onder de HPI belichting.

Tabel 11. Overzicht waarnemingen Lantana

	Scheutlengte (cm)	Scheutlengte (cm)	aantal internodien	internodienlengte	knopstadium
	tot bloem	aangepast			
HPI	26.9	18.8	5.8	3.3	0.4
SON-T	30.0	22.8	4.7	4.9	0.3
SON-T +B+VR	34.8	26.8	5.8	4.6	1.1



SON-T

HPI

SON-T +B+VR

Foto 23. Eindresultaat Lantana. Alleen bij aanvang gesnoeid. Compactere planten en kleiner blad onder HPI.



Foto 24.

*Eindresultaat
Lantana,
gesnoeid onder
SON-T
belichting*



Foto 25.

*Eindresultaat
Lantana,
gesnoeid onder
HPI belichting*



Foto 26.

*Eindresultaat
Lantana,
gesnoeid onder
SON-T
belichting met
extra blauw en
extra verrood
licht. Duidelijk
meer
bloemontwik-
keling.*

5 Conclusies onderzoek klimaatcel

Het onderzoek in klimaatcellen naar sturingsmogelijkheden van de plantopbouw (morfologie) van pot- en kuipplanten door middel van stuurlicht is uitgevoerd bij een drietal pilotgewassen: Lantana, Potchrysan en Anthurium. In het onderzoek is gekeken naar effecten van stuurlicht met diverse R:VR verhoudingen en blauw licht. Enerzijds is uitgegaan van het spectrum van zonlicht waarbij de hoeveelheid blauw licht wordt gevarieerd en anderzijds is uitgegaan van het spectrum van assimilatiebelichting waarbij de R:VR-verhouding is gevarieerd al dan niet in combinatie met blauw licht. Er zijn twee proeven in de klimaatcellen uitgevoerd. De belangrijkste resultaten uit dit onderzoek zijn weergegeven in de tabel. Het toepassen van blauw licht en het aanhouden van een hoge R:VR verhouding aan het einde van de dag/begin van de nacht geven compactere planten. Bij een schaduwgewas als potanthurium heeft een nabehandeling met verrood licht (R:VR < 1) aan het einde van de dag/begin van de nacht gering effect op effect blauw licht. Bij de niet schaduwgewassen als potchrysan en Lantana wordt het effect van blauw licht teniet gedaan door extra VR (R:VR < 1) aan het einde van de dag/begin van de nacht.

Tabel. Overzicht resultaten proef in klimaatcellen

Overzicht reacties proeven klimaatcellen		
Gewas	Blauw licht	Verhouding R:VR
Potchrysan Geen schaduwgewas	Meer blauw licht geeft compacter gewas	Effect blauw licht wordt teniet gedaan door extra VR (R:VR < 1)
	Drempelwaarde voor minimale hoeveelheid blauw licht	
	Periode mei-nov teveel strekking	
Potanthurium Schaduwgewas	Meer blauw licht geeft compacter, minder open gewas	Nabehandeling met verrood licht (R:VR < 1) heeft gering effect op effect blauw licht
	Meer blauw licht geeft kortere bloemstelen	
	Meer blauw licht geeft donkerder blad	
	Meer blauw licht geeft intensere bloemkleur (cultivar afhankelijk)	
Lantana Geen schaduwgewas	Meer blauw licht geeft compactere planten	Effect blauw licht wordt teniet gedaan door extra VR (R:VR < 1)
	Meer blauw licht geeft kleiner donkerde blad	Extra VR (R:VR < 1) stimuleert bloemontwikkeling

Kijkende naar de resultaten wordt verwacht dat de meeste effecten te behalen zijn door het toepassen van blauw licht. Dit is praktisch gezien echter niet de eenvoudigste aanpak. Variëren van de R/VR verhouding is praktischer gezien eenvoudiger. Om een juiste keuze te maken in de aanpak om in de huidige praktijksituatie te sturen met blauw licht is door de projectgroep bestaande uit afgevaardigden van de diverse organisaties (DLV Plant, Grow@Science, Hortilux, Philips en Plant Dynamics) een tweetal bijeenkomsten belegd om de informatie over blauw licht te bespreken en de mogelijkheden op een rij te zetten. Op basis hiervan is een proefplan gemaakt voor de inrichting van de praktijkproef binnen het project stuurlicht. Deze heeft plaats gevonden op een potchrysantenbedrijf en potanthuriumbedrijf met blauw LED verlichting.

6 Materiaal en methode praktijkproef potchryasant

6.1 Doelstelling

De doelstelling van de praktijkproeven bij potchryasant was na gaan in hoeverre de toepassing van blauw licht de strekking van potchrysanten kan tegengaan. Er zijn bij potchryasant drie praktijkproeven volgtijdig uitgevoerd.

6.2 Proefopzetten

In eerste instantie is een proef opgezet met reeds geïnduceerd materiaal 'Orange'. De planten stonden in de korte dag (KD) en de knoppen waren al aangelegd. De proef is gestart in week 6 (2008). De volgende 3 behandelingen zijn gegeven in de KD:

- Controle: Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker.
- Standaard KD met dag 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de dag 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit. In de nacht 13 uur donker.
- Standaard KD met dag 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.

De tweede proef is ook uitgevoerd met net geïnduceerd plantmateriaal in de KD periode. De proef is in week 19 (2008) gestart met het ras 'Covington'. De volgende 3 behandelingen zijn gegeven in de KD:

- Controle: Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 13 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.

In de derde proef is gestart met niet geïnduceerd plantmateriaal. Deze planten kwamen direct uit de LD en hadden nog geen KD gehad. De groeipunten waren nog volledig vegetatief. De proef is in week 29 (2008) gestart met het ras 'Lake Worth'. De volgende 4 behandelingen zijn gegeven in de KD:

- Controle: Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur continu blauw licht aan.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 13 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.

Bij potchryasant wordt KD gegeven door middel van een verduisteringsdoek. Gedurende het onderzoek werd het doek gesloten voor het moment van zon onder (ZON). Overdag is

de rood:verrood verhouding iets meer dan 1. De planten gingen bij alle behandelingen de donkerperiode in met een (theoretische) rood:verrood verhouding van > 1 . De donkerperiode vond steeds plaats na sluiting van het verduisteringsdoek. Vervolgens is de blauw licht behandeling gegeven. Hierdoor zijn de planten in alle behandelingen in dezelfde wijze de nacht/donkerperiode ingegaan. Gedurende de proeven is de nachtperiode ingesteld van 17:30 uur tot 6:30 uur.

Uitgegaan is van planten in een 14 cm pot. Er zijn 5 stekken per pot aangehouden die eenmaal getopt zijn. De plantafstand bedroeg 14 potten/m². Gedurende alle proeven zijn de planten in de proefvelden niet geremd. In alle blauw licht behandelingen is een lichtniveau aangehouden oplopend van 0 naar 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. De blauw LED verlichting is geleverd door Hortilux.

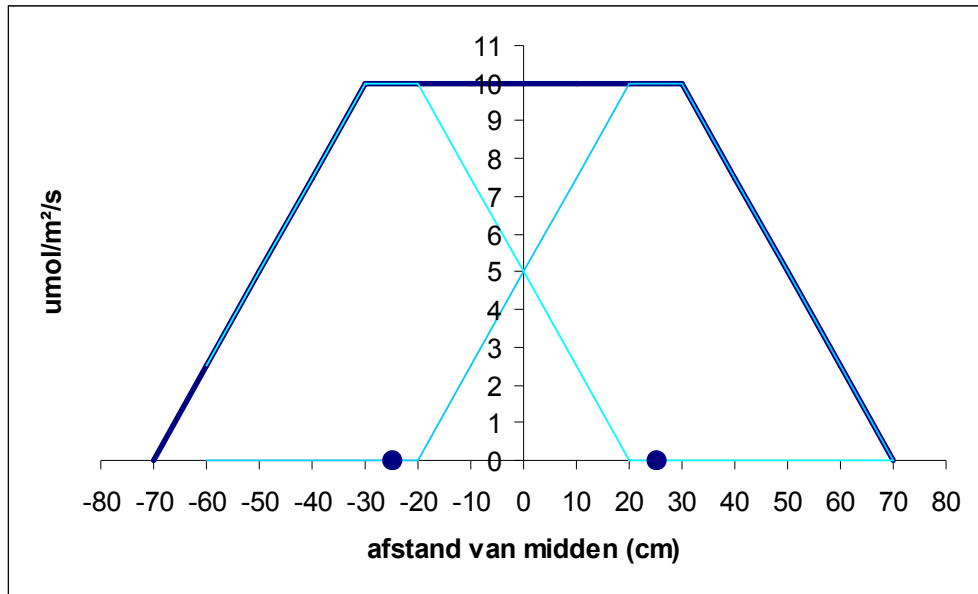


Foto 27. Proefopstelling potchrysanten

6.3 Accommodatie

De proeven zijn uitgevoerd op het potchrysantenbedrijf van de gebr. Nederpel te Wateringen. De planten hebben meegelopen in het productieproces en zijn zo veel mogelijk volgens de praktijk geteeld.

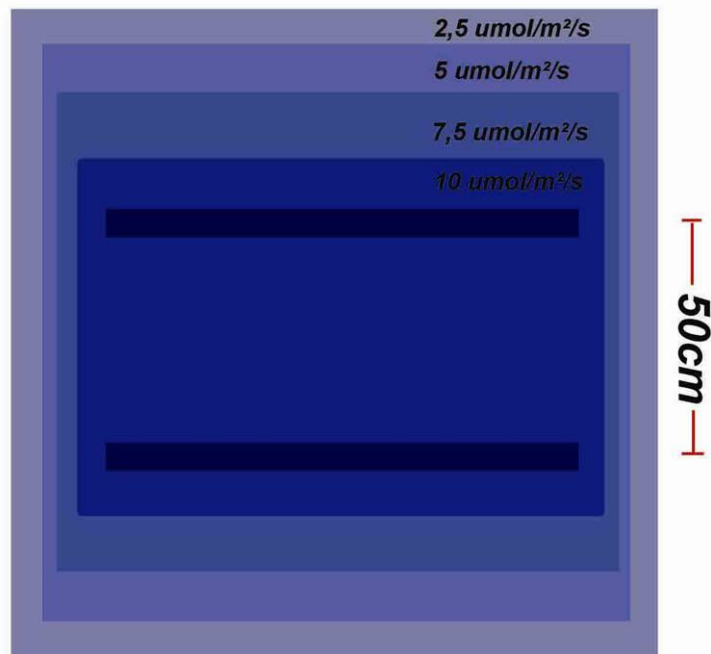
Per belichtingsproefvak is in een uniform teeltvak twee in serie geschakelde armaturen van 110 cm lang met blauwe LED verlichting opgehangen. Onder en tussen de armaturen is de lichtintensiteit het hoogst (10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ op gewasniveau). Verder af van de buizen nam de lichtintensiteit duidelijk af naar 0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. Het PAR-licht op gewasniveau is gemeten met een PAR-sensor. Uit de metingen bleek dat de maximaal gewenste lichtintensiteit van 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ op gewasniveau, gerealiseerd is. De waarnemingen zijn verricht aan de planten uit het gedeelte van het proefvak met een belichtingsniveau van 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ op gewashoogte.



Figuur 17. Lichtverdeling blauw licht in het proefvak Potchrysant

Armatuur

Armatuur



Figuur 18. Bovenaanzicht lichtverdeling blauw licht in het proefvak Potchrysant



Foto 28. Opstelling blauw LED verlichting overdag

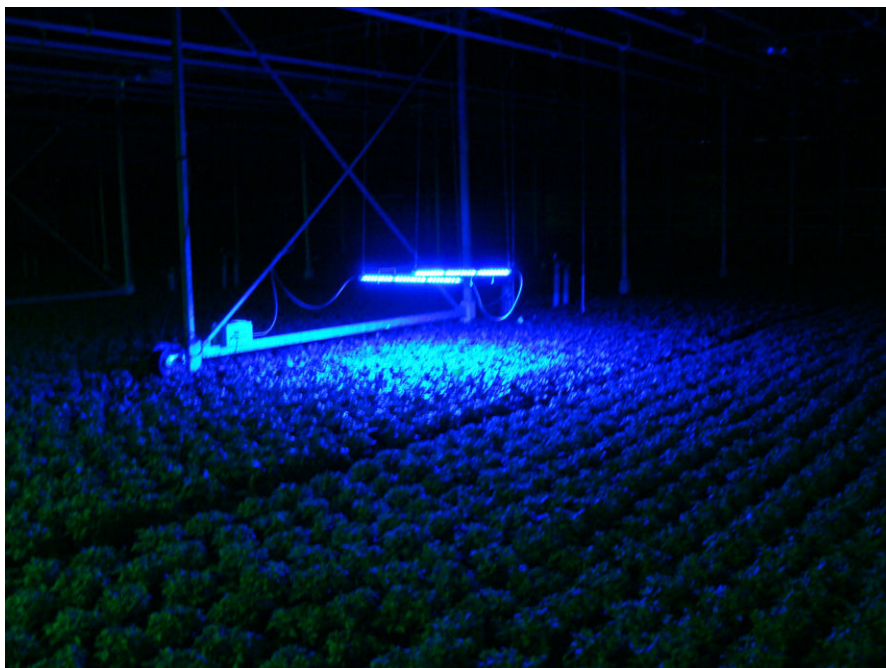


Foto 29. Opstelling blauw LED verlichting in de nacht



Foto 30. Planten onder $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ op gewasniveau

7 Resultaten praktijkproef potchrysant

7.1 Resultaten proef 1

In de eerste proef zijn de volgende 3 behandelingen gedurende de KD gegeven.

- Controle: Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker.
- Standaard KD met dag 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de dag 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit. In de nacht 13 uur donker.
- Standaard KD met dag 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.

Er is, bij de eindbeoordeling, geen significant effect op de lengte geconstateerd, wel waren de bladeren iets kleiner bij de blauw licht behandeling (zie foto 31)



Foto 31. Resultaten proef 1 Links: Blauw licht overdag, Midden: Controle, Rechts: Blauw licht in de nacht

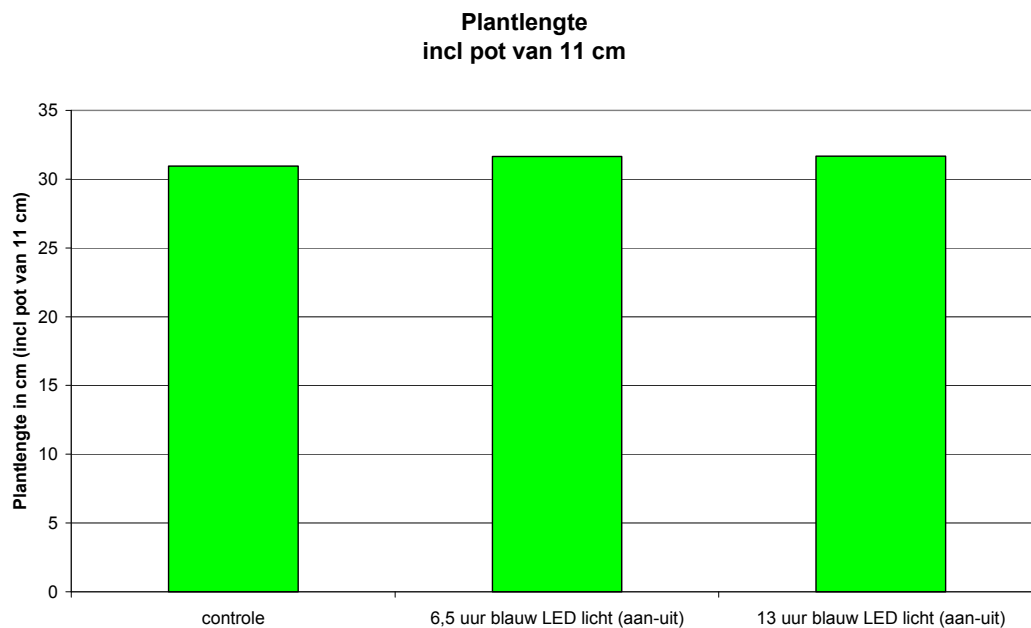
7.2 Resultaten proef 2

In hogedruknatriumlampen (SON-T) zit ca. 6% blauw licht (400-500 nm). In natuurlijk daglicht ziet relatief veel blauw licht (ca. 21% 400-500 nm). Aangezien het effect gering was in de eerste proef en er overdag al relatief veel blauw licht wordt gegeven is besloten de nacht behandelingen met blauw licht verder op te voeren en de dagbehandeling eruit te laten.

De volgende 3 behandelingen zijn in de tweede proef gegeven gedurende de KD:

- Controle: Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.
- Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 13 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.

In figuur 19 zijn de resultaten van de eindbeoordeling van de planten in proef 2 weergegeven. Ook in deze proef waren de verschillen erg gering en niet significant.



Figuur 19. Eindlengte proef 2 Potchrysant



Foto 32. Resultaten proef 2 Links: Controle, Midden: 6,5 uur (aan-uit) blauw licht in de nacht, Rechts: 13 uur (aan-uit) blauw licht in de nacht

Opgemerkt moet worden dat in de praktijk al met diverse teeltmaatregelen gewerkt wordt om compacte planten te verkrijgen zoals raskeuze, DIF, kouval, fosfaat beperking, etc.

7.3 Resultaten proef 3

In de derde proef is bewust gekozen voor een ras 'Lake Worth' dat veel strekking laat zien en in de praktijk veel geremd dient te worden. Daarnaast is het van belang om na te gaan of de blauw LED belichting al dan niet effect heeft op de bloeminductie van potchrysant. Om deze reden is de derde proef gestart met niet geïnduceerd plantmateriaal. Na 2 weken lange dag (LD) zijn de planten direct bij aanvang van de KD ingezet in dit onderzoek. De groeipunten waren nog volledig vegetatief. De plantlengte bedroeg op dat moment gemiddeld 6,6 cm (excl. pot). De proef is in week 29 (2008) gestart met het ras 'Lake Worth'. De volgende 4 behandelingen zijn gegeven vanaf start KD:

- A. Controle: Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker.
- B. Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.
- C. Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 6,5 uur continu blauw licht aan.
- D. Standaard KD met 11 uur licht en 13 uur donker. Gedurende de nacht 13 uur steeds 30 min blauw licht aan, 30 min blauw licht uit.

In week 29 (begin), week 33 (tussen) en week 36 (eind) zijn waarnemingen verricht aan de planthoogte. Aan het einde van de proef zijn extra metingen verricht aan diameter en ontwikkelingsstadium van de knoppen.

Bij de tussenbeoordeling bleek al duidelijk dat de knopvorming in de controle behandeling (zonder blauw LED licht) duidelijk het verst gevorderd was. De knopvorming in de behandeling C met continu 6,5 uur blauw LED licht in de donkerperiode vertoonde de minste knopvorming. Door een achterblijvende knopontwikkeling in alle blauw LED licht behandelingen is er duidelijk meer blad afgesplitst, waardoor het aantal internodiën groter was en de planten langer waren. Een achterblijvende knopvorming en meer opstaand blad zijn kenmerken van een matige of onvolledige verduistering. Deze matige verduistering is het gevolg van het geven van (blauw) licht gedurende de donkerperiode. Duidelijk was namelijk in de blauw LED licht vakken te zien dat de knopvorming bij de planten, verder gelegen van de armaturen, beter verliep.

Dit bleek nog duidelijker bij de eindbeoordeling. Over het algemeen was de bloei het beste geïnduceerd in de controle behandeling A, gevolgd door respectievelijk behandeling B, D en C. Dit is ook duidelijk zichtbaar op foto 33 en 34. Deze planten hebben de lichtintensiteit van $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ontvangen in behandeling B, C en D.

In figuur 20 is de gemiddelde lengte van de planten in cm weergegeven per behandeling, per lichtniveau. Lichtniveau 1, 2, 3, 4 en 5 komen overeen met een lichtintensiteit van respectievelijk 0,5 - 2,5 - 5 - 7,5 en $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ bij de blauw LED licht behandelingen. In tabel 12 is de bijbehorende mate van knopontwikkeling weergegeven. Duidelijk blijkt dat naarmate de lichtintensiteit van het blauw LED licht hoger was de knopontwikkeling verder achter bleef, de bladafplitsing nam toe en daardoor ontstond een langer gewas.

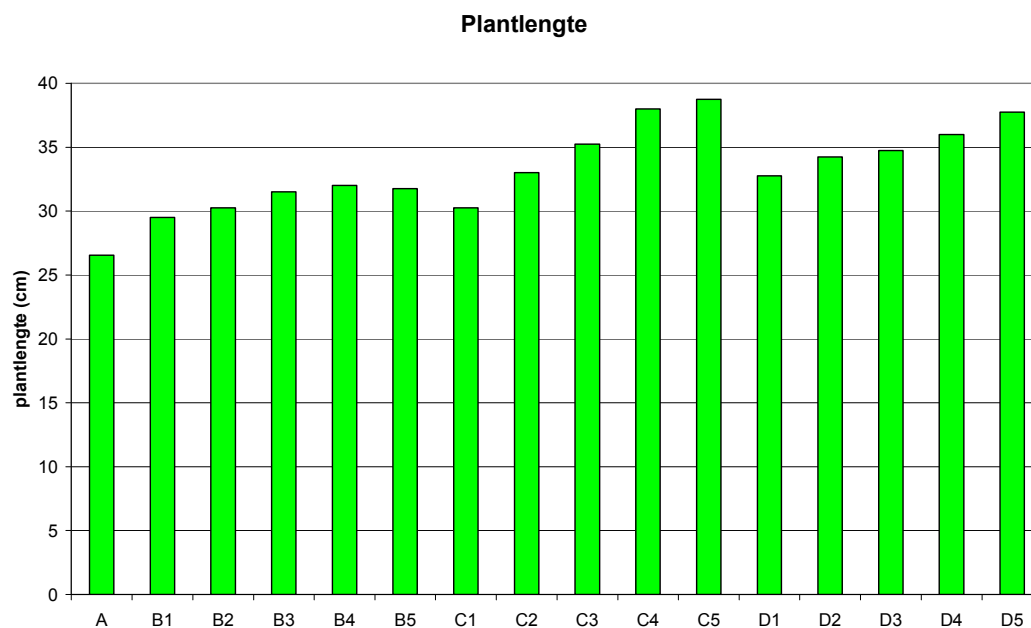
Daarnaast bleek duidelijk dat bij behandeling C de knopinductie het meest verstoord was, vervolgens bij behandeling D. Bij behandeling B was de knopontwikkeling het minst verstoord door de blauw LED verlichting.



Foto 33. Resultaten proef 3 van links naar rechts: A = Controle, behandeling B, behandeling C en behandeling D



Foto 34. Resultaten proef 3 van links naar rechts: A = Controle, behandeling B, behandeling C en behandeling D



Lichtniveau 1, 2, 3, 4 en 5 komen overeen met een lichtintensiteit van respectievelijk 0,5 - 2,5 - 5 - 7,5 en 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$.

Figuur 20. Eindlengte proef 3 Potchrysant

Tabel 12. Knopontwikkeling aan het einde van de proef

Behandeling	Lichtniveau	Knopstadium
A	1	Kleur tonend, gesprongen eerste bloem
B	1	Kleur tonend tot gesprongen knop
B	2	Groen tot enkele eerste kleur tonende knoppen
B	3	Groen ca 1,0 cm
B	4	Groen ca 0,8 cm
B	5	Groen ca 0,6 cm
C	1	Groen tot kleur tonend
C	2	Groen ca 1,0 cm
C	3	Groen ca 0,7 cm
C	4	Groen ca 0,4 cm
C	5	Groen ca 0,2 cm
D	1	Kleur tonend
D	2	Enkele kleur tonend, groen
D	3	Groen ca 1,0 cm
D	4	Groen ca 0,6 cm
D	5	Groen ca 0,4 cm

Na afloop van de teelt is de knopaanleg van een deel van de planten gevolgd. In tabel 13 is een overzicht weergegeven van het verloop van de knopontwikkeling. Tabel 13 geeft het percentage weer van de scheuten die knoppen vertonen. 100% knopaanleg betekent dat alle scheuten knopaanleg vertoonden. Hieruit blijkt nogmaals dat het blauw LED licht de knopontwikkeling verstoort. De verstoring neemt toe naarmate de lichtintensiteit toeneemt van de blauw LED verlichting. Bij behandeling C wordt de knopaanleg het meest verstoord, vervolgens bij behandeling D. Bij behandeling B was de knopontwikkeling het minst verstoord. Op foto 35 is ook duidelijk te zien dat zijscheuten die blootgesteld zijn aan blauw licht met een hogere lichtintensiteit minder ver ontwikkeld zijn.

Tabel 13. *Knopontwikkeling aan het einde van de proef*

Proefveld	Lichtniveau	4 september '08	8 september '08	12 september '08
A	1	100	100	100
B	1	100	100	100
B	2	100	100	100
B	3	100	100	100
B	4	100	100	100
B	5	100	100	100
C	1	100	100	100
C	2	100	100	100
C	3	80	90	100
C	4	50	60	80
C	5	0	10	10
D	1	100	100	100
D	2	100	100	100
D	3	90	100	100
D	4	80	100	100
D	5	70	80	90



Foto 35. *Van links naar rechts: zijscheuten van behandeling A (= controle) en C van planten met oplopende lichtintensiteit (0,5 - 2,5 - 5 - 7,5 en 10 $\mu\text{mol/m}^2\text{.s.}$)*

Uit het behandelingsplan blijkt dat planten met behandeling C en D netto 2 keer zo veel blauw licht ontvangen hebben dan planten met behandeling B. Hoewel de chrysanten in behandeling C en D even veel blauw licht hebben ontvangen, vertoonden de scheuten in behandeling D een voorsprong in ontwikkeling. Het lijkt dat een behandeling van 6,5 uur continu blauw licht in de nacht een grotere verstoring van de knopaanleg en –ontwikkeling veroorzaakt dan een behandeling van 13 uur in de nacht, waarbij om het halve uur blauw LED licht wordt toegediend.

7.4 Conclusies

- Blauw licht $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ heeft, in combinatie met natuurlijk licht, geen significant effect op de strekking bij potchrysant.
- Blauw licht $10 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ in de nachtperiode verstoort c.q. vertraagt de bloeminductie bij potchrysant.
- Blauw licht toepassing bij potchrysant in de nacht is geen praktische toepassing om planten compact te houden.

8 Materiaal en methode praktijkproef potanthurium

8.1 Doelstelling

De doelstelling van de praktijkproef bij Potanthurium was na gaan in hoeverre toepassing van blauw licht de strekking van de bloemen bij potanthurium kan tegengaan.

8.2 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd met potanthurium met twee cultivars 'Feska' en 'Leni'. Er is uitgegaan van halfwasmateriaal in een 14 cm container, vergelijkbaar met het materiaal zoals mee gestart is in de klimaatcellen. De planten zijn in de praktijk onder standaard teeltomstandigheden opgekweekt. De halfwas planten (circa 16 weken voor afleveren bij aanvang onderzoek) hebben deels aangelegde bloemknoppen en deels nog aan te leggen bloemknoppen. Bij start van het onderzoek zijn alle aanwezige bloemknoppen verwijderd. De proef is gestart in week 44 (2008) en beëindigd in week 6 (2009).

In de controle behandeling wordt conform praktijk belicht met hogedruknatrium lampen (ca. $4000 \text{ lux} = \text{ca } 52 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$). In deze behandeling is geen blauw licht middels LED toegepast. Naast de standaard controle behandeling (C) zijn twee blauw LED behandelingen aangehouden gecombineerd met assimilatiebelichting. Dit zijn:

- A. Blauw licht continu vanaf start assimilatie belichting. In totaal 12 uur blauw licht per dag. In week 49 is deze verhoogd naar 15,5 uur per dag gelijktijdig met de duur assimilatiebelichting.
- B. Blauw licht continu vanaf 4 uur voor start assimilatie belichting. In totaal 16 uur blauw licht per dag. In week 49 is deze verhoogd naar 19,5 uur per dag.

Voor de exacte belichtingsschema's wordt verwezen naar bijlage 8.

Per blauw licht LED proefvak hingen 3 in serie geschakelde armaturen van 110 cm lang met blauwe LED verlichting. De LED lampen hingen op 111 cm hoogte, of wel op ca 0,60 m boven het gewas bij aanvang van het onderzoek. Onder de armaturen is de lichtintensiteit het hoogst ($20 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$). Verder af van de armaturen neemt de lichtintensiteit duidelijk af naar 0. Per ras zijn 3 x 25 planten gevolgd en gemeten. De standdichtheid betrof 16 planten/ m^2 . Elk proefvak bestond uit $2.00 \times 1.50 \text{ m}$. Elk proefvak bevatte 25 planten van beide cultivars 'Feska' en 'Leni'. Het PAR op gewasniveau is gemeten met een PAR-sensor. Uit deze metingen bleek dat de gewenste lichtintensiteit van $20 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$ op gewasniveau, gerealiseerd is.

Het onderzoek vond plaats op het potanthuriumbedrijf van DC van Geest te 's-Gravenzande. De planten zijn, behoudens de proefbehandelingen, zoveel mogelijk conform praktijk geteeld.



Foto 36. Kasafdeling met potanthurium

9 Resultaten praktijkproef potanthurium

9.1 Resultaten

In foto 37 en 38 is een impressie weergegeven van de inrichting van de proefvelden met blauw LED verlichting.

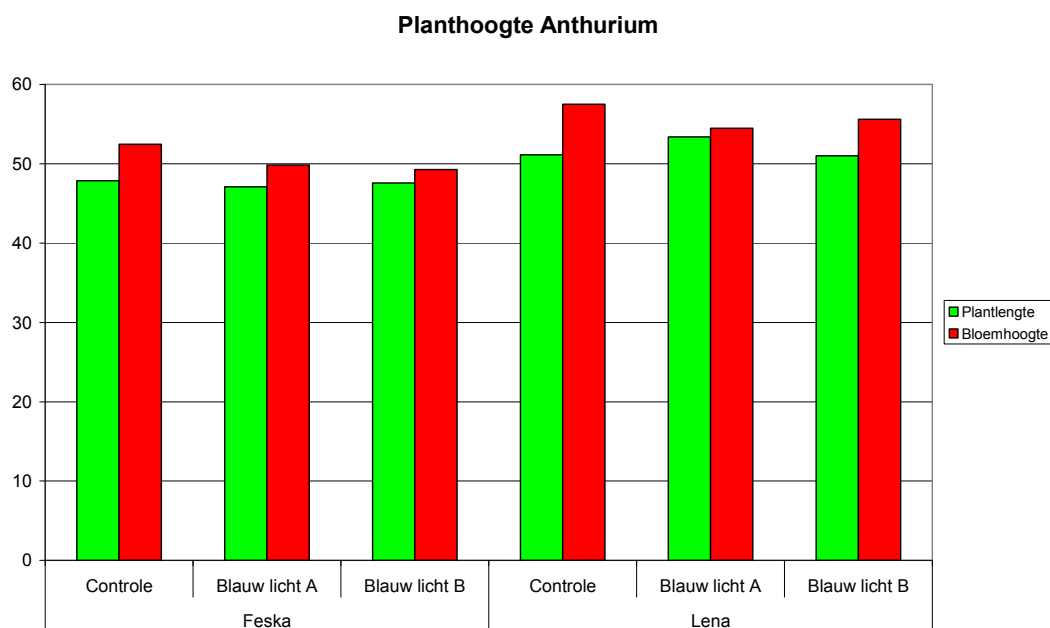


Foto 37. *Inrichting proefveld bij aanvang van de proef*



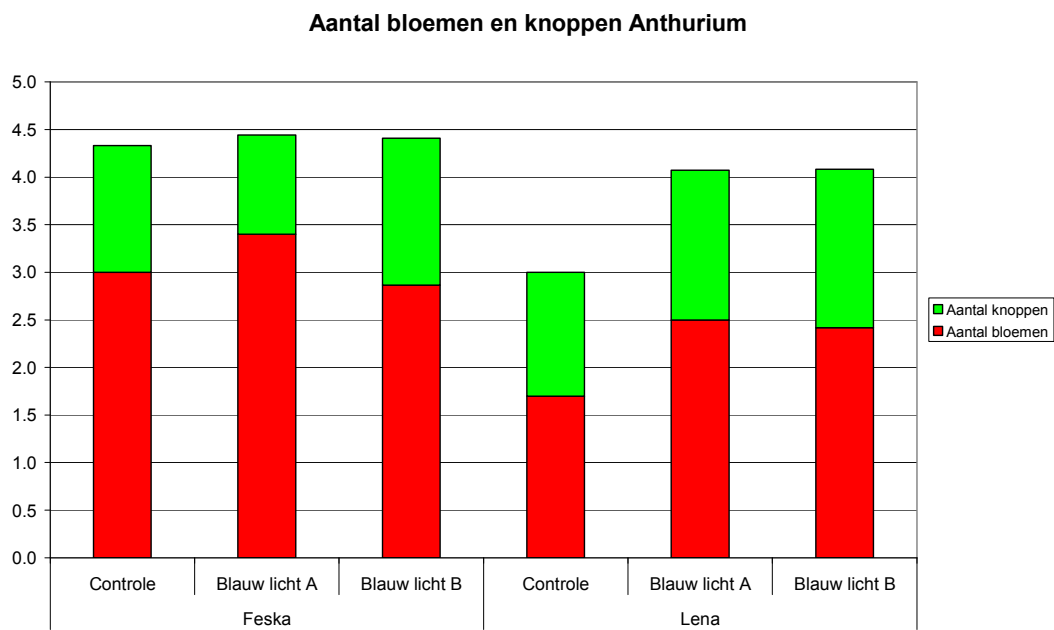
Foto 38. *Inrichting proefveld aan het einde van de proef*

Gedurende en aan het einde van de proef is de plantlengte, het aantal bloemen en knoppen en de bloemhoogte gemeten van de uitgegroeide bloemen. In figuur 20 en 21 zijn de eindwaarnemingen hiervan weergegeven. De planthoogte bij 'Feska' was duidelijk kleiner dan bij 'Lena'. De bloemhoogte is zowel bij blauw licht A als bij blauw licht B iets kleiner dan bij de controle. Ondanks dat er sprake is van significantie is dit verschil te klein om echte praktische waarde te hebben.



Figuur 20. Planthoogte en bloemhoogte (incl pot)

Het aantal bloemen en knoppen verschilde niet tussen de behandelingen bij 'Feska'. Bij 'Lena' bleken de controle planten significant iets minder bloemen te hebben. Bij de visuele eindbeoordeling leek het echter dat de controle juist meer bloem liet zien. Doordat de stelen iets korter waren met blauw licht, maar ook het schutblad van de bloem iets kleiner was dit alleen optisch zo en bleek dit niet uit de tellingen.



Figuur 21. Aantal bloemen en knoppen aan het einde van de proef



Foto 39. Van links naar rechts: Behandeling LED A – Behandeling LED B – Controle (Feska)

9.2 Conclusies

- Blauw licht $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ heeft, in combinatie met assimilatiebelichting en natuurlijk licht, een gering significant effect op de planthoogte en de strekking van de bloemstelen bij potanthurium.
- Blauw LED licht geeft iets kortere planten en kortere bloemstelen. De schutbladen van de bloemen lijken echter ook iets kleiner te worden.
- Blauw licht toepassing bij potanthurium met een niveau van $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ is, volgens de telers een optie die om verdere toepassing en verfijning vraagt.
- Wellicht speelt hierbij de kas- en planttemperatuur mede een rol. Middels een DIF blijven de bloemstelen en de planten namelijk ook compacter. Om deze reden zijn aanvullende planttemperatuurmetingen verricht onder SON-T en LED verlichting ten opzichte van een controle partij. Hierbij is de blad- en bloemtemperatuur apart gemeten. Het verslag van deze metingen is verwerkt in bijlage 9.

Bijlage 1 Waarnemingen klimaatcel Potchrysant proef 1

Verloop plantlengte in cm

	Hutch				
	wk 22	wk 24	wk 26	wk 28	wk 30
HPI	11.4	13.5	20.3	22.6	23.1
SONT -B	11.4	14.1	21.5	24.4	25.0
SONT +B	11.4	13.8	21.2	25.6	26.5

	Yellow Virunga				
	wk 22	wk 24	wk 26	wk 28	wk 30
HPI	11.4	13.3	19.4	23.9	24.4
SONT -B	11.5	14.1	22.8	28.4	29.1
SONT +B	11.7	13.8	20.8	27.0	27.6

Gewicht blad plus stelen in grammen per 3 planten = per pot

Behandeling	Hutch			Yellow Virunga		
	vers blad	droog blad	dr.st.% blad	vers blad	droog blad	dr.st.% blad
HPI	57.1	6.4	11.3	49.9	5.5	11.1
SONT -B	56.4	6.9	12.2	61.6	7.4	12.0
SONT +B	88.4	11.5	13.0	67.7	8.1	11.9

Gewicht bloemen in grammen per 3 planten = per pot

Behandeling	Hutch			Yellow Virunga		
	vers bloem	droog bloem	dr.st.% bloem	vers bloem	droog bloem	dr.st.% bloem
HPI	40.0	5.2	12.9	45.5	5.2	11.4
SONT -B	44.7	5.6	12.5	51.6	5.7	11.0
SONT +B	35.9	5.1	14.1	47.2	5.6	11.9

Gemiddeld gewicht in grammen per cm gewashoogte

	Hutch		Yellow Virunga	
	vers gew/cm	droog gew/cm	vers gew/cm	droog gew/cm
HPI	4.36	0.49	3.47	0.38
SONT -B	3.76	0.46	3.23	0.39
SONT +B	5.36	0.70	3.85	0.46

Bijlage 2 Waarnemingen klimaatcel potanthurium proef 1

Verloop plantlengte in cm Potanthurium 'Feska'

	wk 22	wk 24	wk 26	wk 28	wk 30	wk 32	wk 34	wk 36
HPI	31.8	32.1	32.4	33.6	34.4	34.8	34.7	34.9
SONT -B	31.7	34.5	35.4	35.9	37.0	37.5	37.7	38.1
SONT +B	31.8	33.6	34.5	34.9	35.6	36.8	36.9	37.0

Verloop plantlengte in cm Potanthurium 'Red Love'

	wk 22	wk 24	wk 26	wk 28	wk 30	wk 32	wk 34	wk 36
HPI	32.1	32.5	33.1	33.4	34.0	35.1	35.5	36.2
SONT -B	31.2	33.6	35.7	35.8	36.9	38.2	38.3	38.8
SONT +B	30.4	30.9	33.0	34.9	35.8	36.2	36.8	37.5

Toename in plantlengte (cm) gedurende de proefperiode van wk 22 tot wk 36

	Feska	Red Love
HPI	3.2	4.1
SONT -B	6.4	7.5
SONT +B	5.2	7.1

Bloemsteellengte in cm

	Feska	Red Love
HPI	32.0	32.0
SONT -B	38.6	33.5
SONT +B	34.1	32.4

Bloemdiameter in cm

	Feska	Red Love
HPI	8.2	7.3
SONT -B	8.9	7.3
SONT +B	8.3	7.4

Aantal bloemen per plant

	Feska	Red Love
HPI	4.9	10.8
SONT -B	5.4	9.8
SONT +B	5.4	8.8

Totaal bloemgewicht in grammen per plant

	Feska			Red Love		
	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem
HPI	15.9	2.4	15.3	19.4	3.1	16.2
SONT -B	18.6	2.5	13.5	17.7	2.7	14.9
SONT +B	16.8	2.5	14.8	15.5	2.5	16.1

Totaal gewicht aan bloemstelen in grammen per plant

	Feska			Red Love		
	vers steel	droog steel	dr. st. % steel	vers steel	droog steel	dr. st. % steel
HPI	15.3	1.9	12.6	22.2	2.9	12.9
SONT -B	20.3	2.4	12.0	24.2	3.0	12.4
SONT +B	18.9	2.4	12.7	19.1	2.4	12.7

Gemiddeld gewicht in grammen per bloem

	Feska			Red Love		
	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem
HPI	3.3	0.5	15.3	1.8	0.3	16.2
SONT -B	3.5	0.5	13.5	1.8	0.3	14.9
SONT +B	3.1	0.5	14.8	1.8	0.3	16.1

Gemiddeld gewicht in grammen per bloemsteel

	Feska			Red Love		
	vers steel	droog steel	dr. st. % steel	vers steel	droog steel	dr. st. % steel
HPI	3.2	0.4	12.6	2.1	0.3	12.9
SONT -B	3.7	0.4	12	2.5	0.3	12.4
SONT +B	3.5	0.4	12.7	2.2	0.3	12.7

Bijlage 3 Waarnemingen klimaatcel Lantana proef 1

Eindwaarnemingen

	Scheutlengte (cm)	Scheutlengte (cm)	aantal internodien	internodienlengte	knopstadium
	Totaal tot aan bloem	aangepast			
HPI	20.5	13.1	3.5	3.8	2.5
SONT -B	27.3	18.0	3.5	5.0	1.8
SONT +B	23.7	14.1	2.9	4.9	3.4

Vers- en drooggewicht scheuten in grammen per plant

	vers scheut	droog scheut	dr. st. % scheut
HPI	92.8	17.1	17.7
SONT -B	130.1	20.9	16.1
SONT +B	104.7	17.2	16.5

Bijlage 4 Waarnemingen klimaatcel Potchrysan proef 2 teelt 1

Verloop plantlengte in cm

	Day Dream				
	wk 45	wk 47	wk 49	wk 51	wk 1
HPI	13.1	14.8	19.2	24.2	26.0
SONT	13.0	15.7	20.6	25.6	27.5
SONT +B+VR	13.0	15.8	22.1	27.6	29.3

	Purple				
	wk 45	wk 47	wk 49	wk 51	wk 1
HPI	12.6	15.7	21.4	26.4	28.0
SONT	12.4	15.8	22.3	28.3	30.2
SONT +B+VR	12.5	16.2	23.1	29.3	31.3

Gewicht blad plus stelen in grammen per 3 planten = per pot

Behandeling	Day Dream			Purple		
	vers blad	droog blad	dr.st.% blad	vers blad	droog blad	dr.st.% blad
HPI	43.7	4.0	9.1	47.8	4.6	9.7
SONT	49.4	4.7	9.4	52.6	5.1	9.7
SONT +B+VR	47.2	4.7	10.0	44.6	4.7	10.5

Gewicht bloemen in grammen per 3 planten = per pot

Behandeling	Day Dream			Purple		
	vers bloem	droog bloem	dr.st.% bloem	vers bloem	droog bloem	dr.st.% bloem
HPI	28.6	3.0	10.5	21.8	2.8	13.0
SONT	32.0	3.4	10.6	26.3	3.2	12.0
SONT +B+VR	38.8	4.0	10.3	24.9	3.1	12.6

Gemiddeld gewicht in grammen per cm gewashoogte

	Day Dream		Purple	
	vers gew/cm	droog gew/cm	vers gew/cm	droog gew/cm
HPI	2.73	0.25	2.66	0.26
SONT	2.82	0.27	2.60	0.25
SONT +B+VR	2.45	0.24	2.09	0.22

Bijlage 5 Waarnemingen klimaatcel Potchrysan proef 2 teelt 2

Verloop plantlengte in cm

	Hutch				
	wk 47	wk 49	wk 51	wk 1	wk 3
HPI	12.5	13.7	19.5	25.8	26.3
SONT	12.4	14.3	20.5	27.7	29.1
SONT +B+VR	12.6	14.8	23.6	31.8	32.7

	Yellow Virunga				
	wk 47	wk 49	wk 51	wk 1	wk 3
HPI	12.0	13.6	19.4	29.0	31.8
SONT	11.9	13.5	20.2	31.6	35.7
SONT +B+VR	11.8	13.5	21.1	33.2	36.0

Gewicht blad plus stelen in grammen per 3 planten = per pot

Behandeling	Hutch			Yellow Virunga		
	vers blad	droog blad	dr.st.% blad	vers blad	droog blad	dr.st.% blad
HPI	48.9	4.6	9.4	70.7	7.3	10.4
SONT	56.9	5.3	9.4	81.4	8.2	10.1
SONT +B+VR	51.6	5.8	11.3	66.8	7.1	10.7

Gewicht bloemen in grammen per 3 planten = per pot

Behandeling	Hutch			Yellow Virunga		
	vers bloem	droog bloem	dr.st.% bloem	vers bloem	droog bloem	dr.st.% bloem
HPI	20.8	2.3	11.0	18.1	2.0	11.3
SONT	22.6	2.3	10.2	17.9	1.9	10.1
SONT +B+VR	25.2	2.8	11.2	19.4	2.0	10.0

Gemiddeld gewicht in grammen per cm gewashoogte

	Hutch		Yellow Virunga	
	vers gew/cm	droog gew/cm	vers gew/cm	droog gew/cm
HPI	3.00	0.28	3.24	0.33
SONT	2.97	0.28	3.16	0.32
SONT +B+VR	2.27	0.26	2.57	0.27

Bijlage 6 Waarnemingen klimaatcel potanthurium proef 2

Verloop plantlengte in cm Potanthurium 'Feska'

	wk 39	wk 41	wk 43	wk 45	wk 47	wk 49	wk 51	wk 1
HPI	26.2	26.7	27.0	27.3	28.2	29.0	29.7	30.2
SONT	25.7	26.4	27.2	29.0	29.6	30.4	31.6	31.9
SONT+B+VR	26.4	27.3	27.9	29.0	29.3	30.0	30.6	31.9

Verloop plantlengte in cm Potanthurium 'Red Love'

	wk 39	wk 41	wk 43	wk 45	wk 47	wk 49	wk 51	wk 1
HPI	34.1	35.1	35.5	35.6	36.0	36.1	36.8	37.8
SONT	34.5	35.6	37.2	37.5	38.4	38.9	39.2	39.4
SONT+B+VR	33.9	34.5	34.7	34.7	35.0	35.3	36.0	37.3

Toename in plantlengte (cm) gedurende de proefperiode van wk 39 tot wk 1

	Feska	Red Love
HPI	4.0	3.8
SONT	6.2	4.8
SONT+B+VR	5.4	3.4

Bloemsteellengte in cm

	Feska	Red Love
HPI	35.4	40.2
SONT	38.3	43.5
SONT+B+VR	36.0	38.8

Bloemdiameter in cm

	Feska	Red Love
HPI	8.1	7.7
SONT	8.2	7.4
SONT+B+VR	7.8	7.5

Aantal bloemen per plant

	Feska	Red Love
HPI	3.3	9.9
SONT	3.6	8.5
SONT+B+VR	3.6	10.2

Totaal bloemgewicht in grammen per plant

	Feska			Red Love		
	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem
HPI	9.3	1.4	14.6	19.8	2.7	13.8
SONT	9.6	1.3	13.8	14.9	2.2	14.4
SONT+B+VR	10.1	1.4	14.1	22.3	3.2	14.3

Totaal gewicht aan bloemstelen in grammen per plant

	Feska			Red Love		
	vers steel	droog steel	dr. st. % steel	vers steel	droog steel	dr. st. % steel
HPI	7.3	0.9	11.8	20.8	2.4	11.6
SONT	8.6	1	11.1	20.4	2.4	11.8
SONT+B+VR	8.1	0.9	11.2	19.8	2.3	11.9

Gemiddeld gewicht in grammen per bloem

	Feska			Red Love		
	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem	vers bloem	droog bloem	dr. st. % bloem
HPI	2.8	0.4	14.6	2.0	0.3	13.8
SONT	2.7	0.4	13.8	1.8	0.3	14.4
SONT+B+VR	2.8	0.4	14.1	2.2	0.3	14.3

Gemiddeld gewicht in grammen per bloemsteel

	Feska			Red Love		
	vers steel	droog steel	dr. st. % steel	vers steel	droog steel	dr. st. % steel
HPI	2.2	0.3	11.8	2.1	0.2	11.6
SONT	2.4	0.3	11.1	2.5	0.3	11.8
SONT+B+VR	2.3	0.3	11.2	2.0	0.2	11.9

Bijlage 7 Waarnemingen klimaatcel Lantana proef 2

Eindwaarnemingen

	Scheutlengte (cm)	Scheutlengte (cm)	aantal internodien	internodienlengte	knopstadium
	Totaal tot aan bloem	aangepast			
HPI	26.9	18.8	5.8	3.3	0.4
SON-T	30.0	22.8	4.7	4.9	0.3
SON-T +B+VR	34.8	26.8	5.8	4.6	1.1

Vers- en drooggewicht scheuten in grammen per plant

	vers scheut	droog scheut	dr. st. % scheut
HPI	95.8	15.3	15.9
SON-T	119.5	21.0	17.7
SON-T +B+VR	121.5	22.3	18.3

Bijlage 8 Belichtingsschema praktijkproef Potanthurium

Hogedruknatrium				Blauw licht A				Blauw licht B			
Week	Lampen aan (tijd)	Lampen uit (tijd)	Tijdsduur lampen aan (uur)	Blauw led aan (tijd)	Blauw led uit (tijd)	Tijdsduur blauw led aan (uur)	Blauw led aan (tijd)	Blauw led uit (tijd)	Tijdsduur blauw led aan (uur)	Blauw led aan (tijd)	Blauw led uit (tijd)
44	4:00	11:00	7:00	4:00	16:00	12:00	0:00	16:00	16:00	0:00	16:00
45	3:30	12:00	8:30	3:30	15:30	12:00	23:30	15:30	15:30	23:30	16:00
46	2:45	12:00	9:15	2:45	14:45	12:00	22:45	14:45	16:00	22:45	16:00
47	2:00	12:00	10:00	2:00	14:00	12:00	22:00	14:00	16:00	22:00	16:00
48	1:15	16:00	14:45	1:15	16:00	14:45	21:15	16:00	18:45	21:15	18:45
49	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
50	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
51	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
52	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
1	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
2	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
3	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
4	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
5	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
6	0:30	16:00	15:30	0:30	16:00	15:30	20:30	16:00	19:30	20:30	19:30
In het weekend wordt tot 16h belicht en op stralingssom gaat assimilatie belichting uit				Blauw licht continu vanaf start assimilatiebelichting. Totale belichtingsduur blauw led 12 uur, vanaf wk 49 15.5 uur.				Blauw licht start 4 uur voor start assimilatiebelichting. Totale belichtingsduur blauw led 16 uur, vanaf wk 49 19,5 uur.			

Bijlage 9 Aanvullende planttemperatuurmetingen

Temperatuur meting middels infrarood maakt gebruik van het principe dat alle voorwerpen boven het absolute nulpunt infrarode straling uitzenden. De infrarode straling varieert aan de hand van de temperatuur van het voorwerp. Door de infrarode straling te meten kan de temperatuur van het voorwerp dus contactloos worden bepaald. De IR-camera's die tot heden toegepast worden in de tuinbouwpraktijk registreren echter een gemiddelde temperatuur van het gehele (gewas)oppervlak dat gemeten wordt. Bij thermografie wordt echter de temperatuur per pixel geregistreerd als ware bij een digitale foto. De camera registreert namelijk per pixel de infrarode straling en zet deze om in een temperatuur. Op deze manier ontstaat een warmtebeeld dat inzicht geeft in de verschillende temperaturen in het meetgebied. Een dergelijke meting is vergelijkbaar met 76.800 ir metingen (aantal afhankelijk van de kwaliteit van de thermografische camera).

Gelijktijdig met de infrarode meting wordt ook een zichtbaar licht foto gemaakt. Door deze beelden middels software over elkaar te leggen is herkenning van gewassen en onderdelen ervan eenvoudig. Bovendien is van elke pixel in de foto de temperatuur bekend. Hierdoor kan in de zichtbaar licht foto de plantendelen worden herkend en tegelijkertijd de gemiddelde, hoogste, laagste of spreiding van de temperatuur worden bepalen.



Figuur 1 Thermografische foto, gecombineerd met zichtbaar licht foto. Daarnaast de bijbehorende kleurschaal

In dit aanvullend onderzoek is, ter oriëntatie, nagegaan wat het effect is van Son-T verlichting, blauw LED licht en de combinatie Son-T en blauw LED licht op de planttemperatuur bij potanthurium. De metingen zijn uitgevoerd in twee kasafdelingen (met en zonder Son-T verlichting) in juni 2010 op een potanthuriumbedrijf.

Tabel Proeffactoren met bijbehorende niveaus

Proeffactor	Aantal niveaus	Beschrijving
Gewas	1	Potanthurium
Ras	2	'True Love Red'
		'Alexia White'
Belichting	4	Controle = zonder belichting ($0 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$)
		Blauw LED verlichting ($20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$)
		Son-T verlichting ($40 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$)
		Blauw LED ($20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$)
		Son-T verlichting met ($40 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$)

Blauw licht behandeling

Per belichtingsproefvak is in een uniform teeltvak 3 buizen met blauwlicht LED verlichting opgehangen. Onder de buizen is de lichtintensiteit tot maximaal $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. De metingen aan het gewas hebben bij $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ verlichting en zon opkomst plaats gevonden.

Son-T licht behandeling

De Son-T verlichting, welke aanwezig was op het praktijk bedrijf, is hiervoor gebruikt. De intensiteit van deze installatie is $40 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. De metingen aan het gewas hebben bij $40 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ verlichting en zon opkomst plaats gevonden.

Belichtingsduur

In de proefvakken met belichting is de belichting vanaf ca. 4:30 uur aangeschakeld. Om de metingen ten opzichte van belichting aan, gelijk te houden zijn per behandeling de belichting volgtijdig aangeschakeld. Met tussenperiode van 5 minuten.

De proefvakken zijn zodanig groot gekozen dat er voldoende proefplanten (10) binnen de gewenste lichtbehandeling vielen.

De metingen zijn uitgevoerd met de twee cultivars 'True Love Red' en 'Alexia White'. De standdichtheid was $16 \text{ planten}/\text{m}^2$. Deze planten waren bijna afleverklaar. Hierdoor zijn er voldoende bladeren, knoppen en bloeiwijzen (open schutblad) aanwezig. De planten zijn zoveel mogelijk conform praktijk geteeld.

Waarnemingen

- Buitenklimaat (temperatuur en instraling) middels de klimaatcomputer anthuriumbedrijf.
- Kasklimaat (Kastemperatuur, planttemperatuur, RV, en PAR-licht) middels dataloggers die per minuut de gegevens registreren. De vaste planttemperatuurmetingen zijn verricht aan het rode ras.
- Thermografische foto's per ras, per behandeling. Er zijn een aantal metingen uitgevoerd zonder licht en vervolgens met verlichting. Daaropvolgend is er

gemeten met verlichting en oplopende natuurlijke straling. De eerste meting heeft in het donker plaats gevonden, ca. 20 min voor het aanschakelen van de belichting. Vlak na het aanschakelen is nogmaals gemeten. Vervolgens is een meetinterval van ca 20-30 minuten aangehouden vanaf start belichting. Rondom het tijdstip dat de schermen (energiedoek, zonweringsdoek) dichtlopen en openlopen zijn er extra meting uitgevoerd.

- Visuele foto's per ras, per behandeling. Deze zijn tegelijk genomen met de thermografische foto's.

De thermografische metingen zijn verwerkt middels bijbehorende software. Hierbij worden de foto's gecontroleerd, corrigeert en gestandaardiseerd. Alle thermografie foto's van de planten hebben een schaal van 20°C tot 30°C. Hierdoor is het mogelijk alle foto's en planten te vergelijken met elkaar. Bij het beoordelen van thermografische foto's is het te allen tijde van belang de bijbehorende kleurschaal in acht te nemen. Er is op diverse dagen gemeten. In deze rapportage zijn de waarnemingen van 11 juni weergegeven. Deze geven een goed algemeen beeld van de waarnemingen.

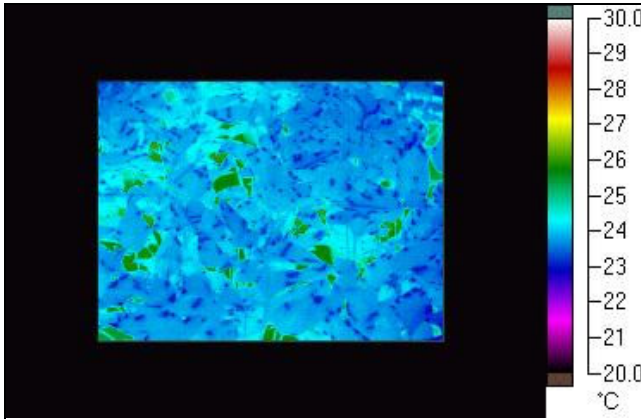
Vanaf ca. 4:30 uur is begonnen met het aanschakelen van de verschillende verlichtingsbronnen. Dit heeft direct invloed op de gemeten planttemperatuur. Zon opkomst op deze dag was om 5:20 uur. Vanaf 6:00 uur wordt de eerste natuurlijke instraling gemeten. Rond 6:30 uur wordt het scherm geopend. Hierbij wordt er een duidelijke kouval geregistreerd. Om 9:20 uur is gestart met het uitschakelen van de diverse soorten verlichting. De verschillen in planttemperaturen worden vanaf dit moment ook kleiner. De Son-T behandeling laat de grootste terugval zien. Vanaf 11:00 uur is de instraling en planttemperatuur nagenoeg gelijk tussen de behandelingen.

Aan de hand van de eerste meetresultaten kunnen de volgende conclusie worden getrokken:

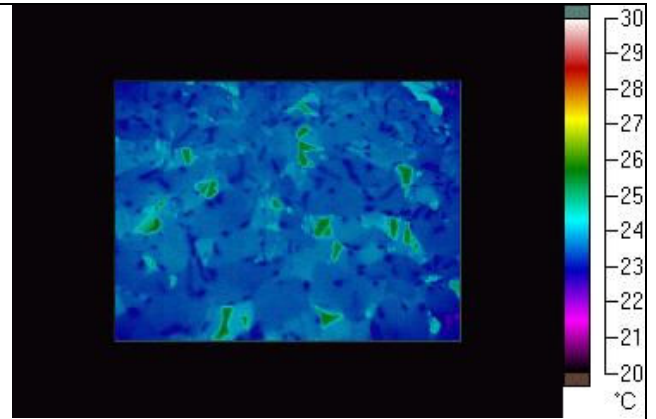
- Thermografie geeft een duidelijk beeld van de temperatuur verdeling over het gewas.
- De verschillen in planttemperatuur over het gewas zijn klein. Dit komt mede door geringe instraling en veel gebruik van scherm.
- Bij hogere instraling worden de bloemen enigszins iets warmer dan het blad
- De Son-T behandeling ontvangt de meeste instraling en laat dan ook de hoogste planttemperaturen zien.
- Na afschakelen van de belichting zijn de verschillen in planttemperatuur tussen de behandelingen gering.

04:20 True love Red, Scherm gesloten, geen instraling, verlichting uit

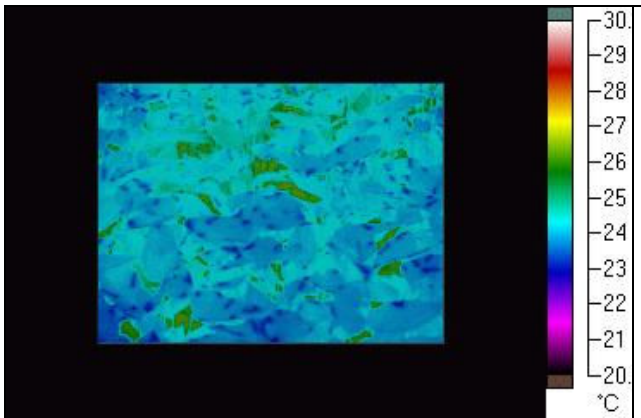
Onbehandeld



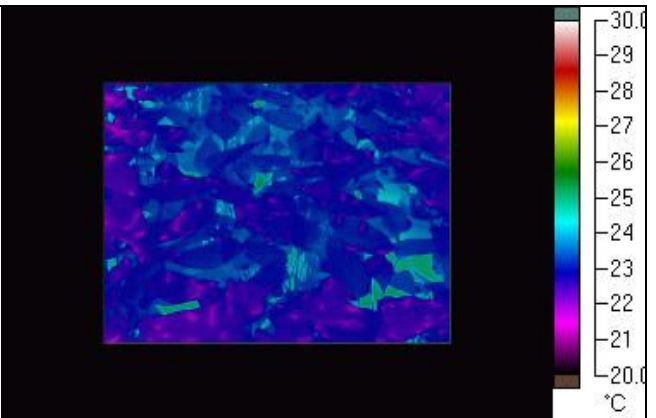
LED



Son-T



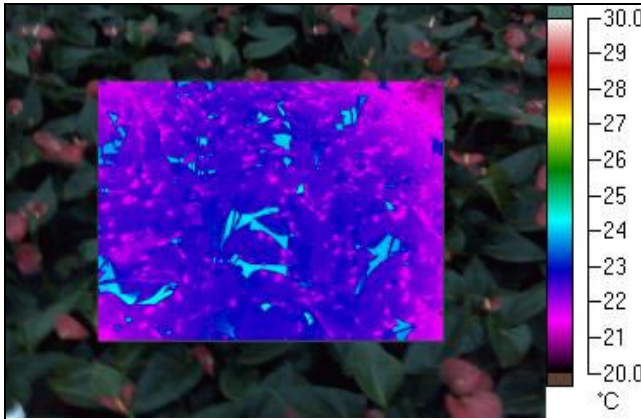
Son-T + LED



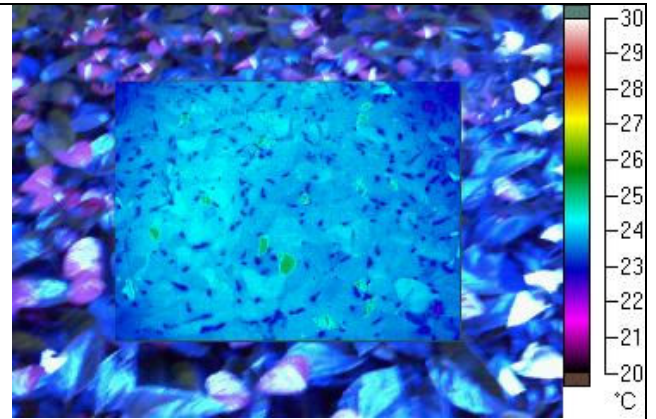
Alle behandelingen vertonen een egale temperatuur binnen het proefvlak. De onbehandelde en Son-T behandeling lijken op dit moment iets warmer te zijn. Dit wordt echter veroorzaakt door een wat hogere (lokale) kasttemperatuur. De donkere vlekken (blauw, of lila) zijn koeler. Dit wordt veroorzaakt door vocht wat op de bladeren staat ten gevolge van guttatie. De groene vlekken betreft de betonvloer welke zichtbaar is tussen het bladerpakket. Deze is iets warmer dan het gewas.

06:00 True love Red, schermen dicht, lampen aan

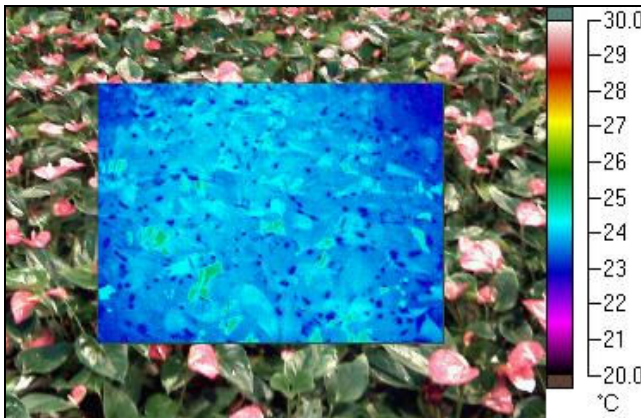
Onbehandeld



LED



Son-T



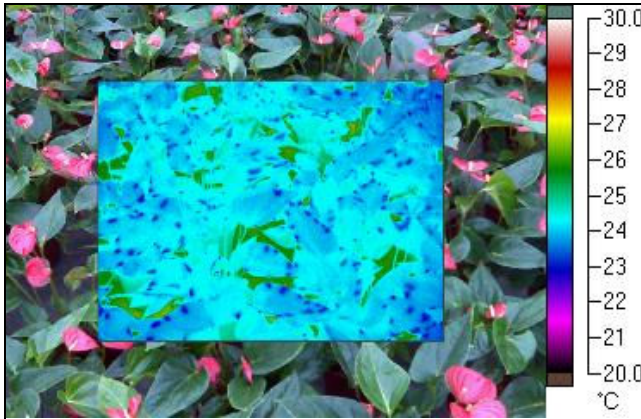
Son-T LED



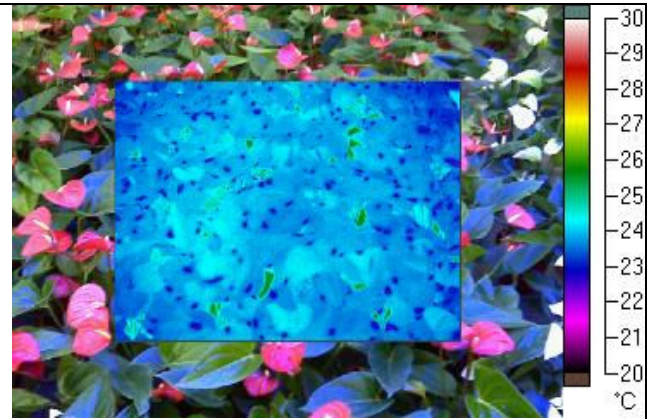
De Son-T LED behandeling is duidelijk het warmst op dit moment. Bij deze behandeling is de luchttemperatuur ook iets hoger. Onbehandeld is zeer egaal qua temperatuur verdeling en relatief koud te noemen. Het vocht van guttatie is ook duidelijk zichtbaar (lila vlekken). De delta T tussen ruimte- en planttemperatuur is bij deze controle behandeling klein. Dit komt door vrijwel geen natuurlijke instraling op dit moment. De bloemen zijn herkenbaar bij de metingen. De bloemen zijn iets warmer dan de bladeren, al is dit verschil minimaal.

08:10 True love Red, Scherm open, zon op en verlichting aan

Onbehandeld



LED



Son-T



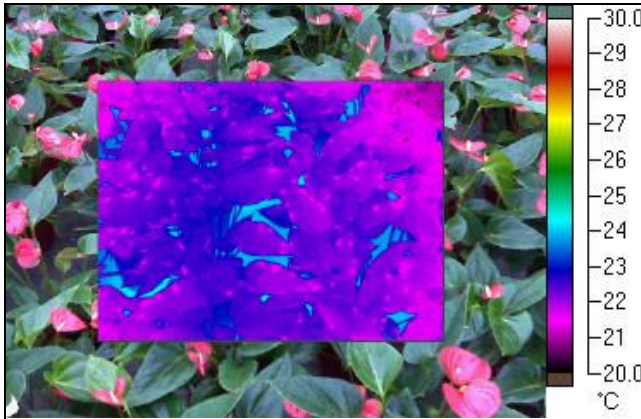
Son-T LED



De Son-T behandelingen hebben duidelijk een hogere planttemperatuur. Terwijl de onbehandelde en LED behandeling een kleiner verschil laten zien met de luchttemperatuur. Bij de Son-T LED behandeling zijn de bloemen zichtbaar. De donker groene objecten zijn de bloemen. Door het gewas heen is de betonvloer ook nog zichtbaar, dit zijn de geel kleurige vlekken. Het vermoeden is dat bij meer instraling het verschil tussen bloem en blad groter wordt.

09:35 True love Red, scherm open, zon op, verlichting uit

Onbehandeld



LED



Son-T



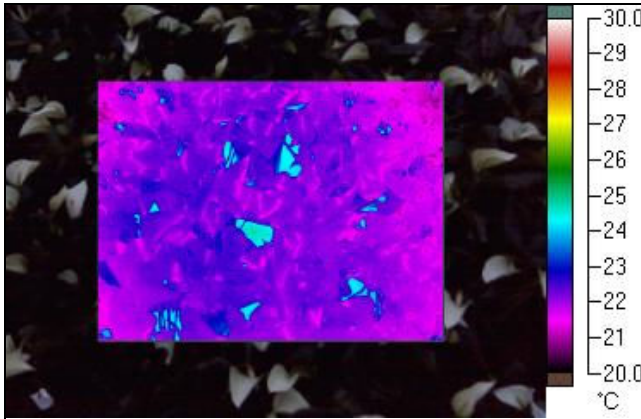
Son-T LED



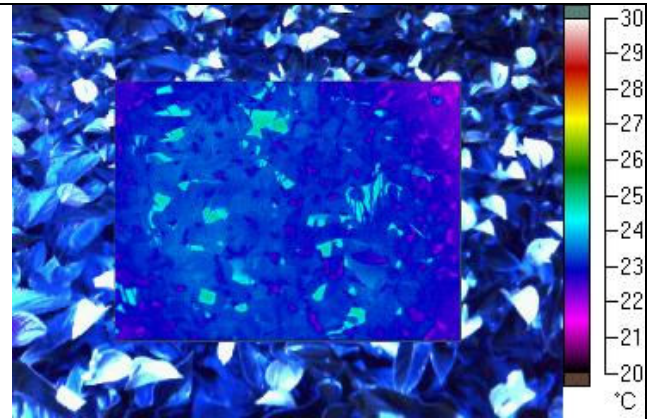
Na het uitschakelen van de belichting dalen alle behandelingen duidelijk in temperatuur. Op dit moment is de planttemperatuur bij alle behandelingen gelijk aan elkaar. Er is alleen sprake van natuurlijke instraling. Bij de onbehandelde en LED behandeling zijn nog guttatie plekken zichtbaar, dit is bij de Son-T behandeling niet zo. Dit kan veroorzaakt zijn door de extra instraling en dus verdamping van het guttatie vocht bij deze behandelingen. Bloemen zijn in deze metingen niet meer herkenbaar, de blad- en bloemtemperatuur is vergelijkbaar.

05:40 Alexia White, schermen dicht, vrijwel geen instraling, verlichting aan

Onbehandeld



LED



Son-T

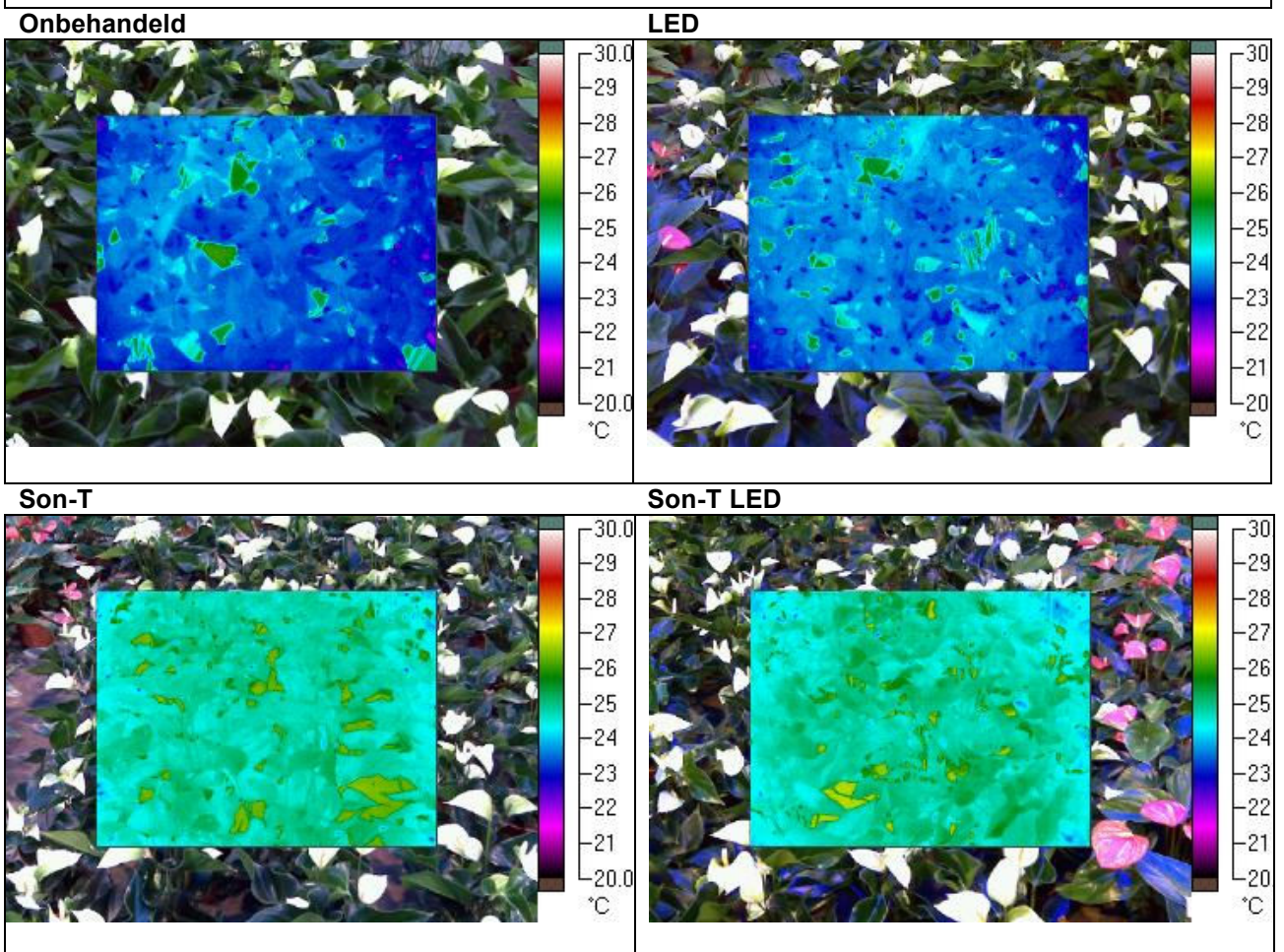


Son-T LED



Onbehandeld laat op dit moment de laagste temperatuur zien. Deze behandeling ontvangt nagenoeg geen instraling en zal dus voornamelijk worden verwarmd door de lucht of vloer. LED en de Son-T behandeling hebben beide dezelfde temperaturen. De combinatie van Son-T en LED ontvangt de meeste instraling en dit resulteert in de hoogste planttemperatuur.

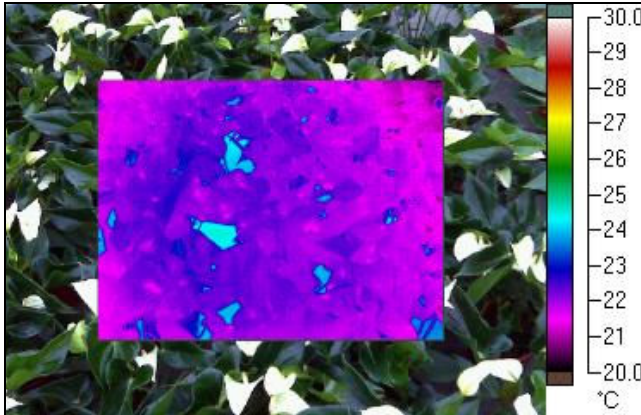
08:10 Alexia White, scherm open, zon op, verlichting aan



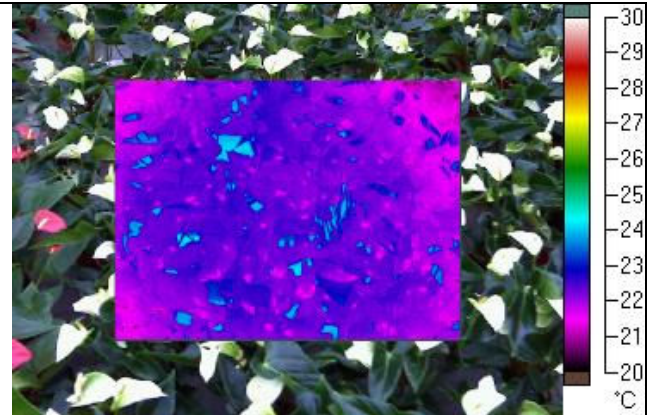
Son-T LED en de Son-T behandeling zijn inmiddels behoorlijk opgewarmd. De onbehandeld en LED behandelingen zijn duidelijk kouder. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de verschillende niveaus van instraling. Het opwarmende effect van de Son-T lamp is hierin duidelijk zichtbaar. Het opwarmen door de straling van de Son-T lamp is mogelijk ook verantwoordelijk voor het laten verdampen van de guttatie. De druppels zijn wel zichtbaar bij de onbehandelde en LED behandeling. Er is nauwelijks een verschil tussen blad en bloemtemperatuur bij de behandelingen.

09:35 Alexia White, scherm open, zon op, verlichting uit

Onbehandeld



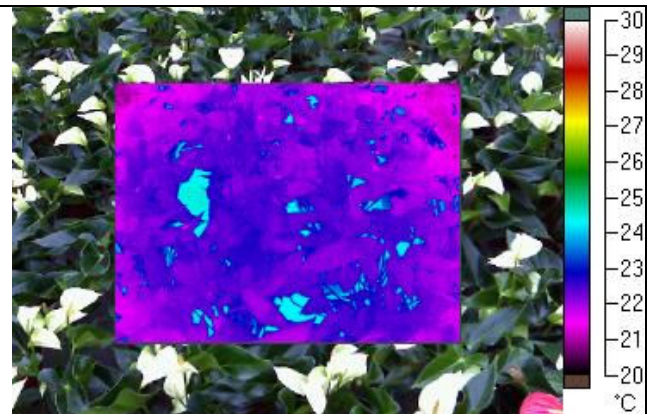
LED



Son-T



Son-T LED



De bladtemperatuur neemt snel af, als de belichting uit gaat. De onbehandelde laat nog wel een lagere temperatuur zien. Hier is ook duidelijk te zien dat de onbehandelde en de LED behandeling nog altijd guttatievocht op het blad hebben, de Son-T behandelingen hebben dit niet. De bloem en blad temperatuur is bij deze meting vergelijkbaar.