

Belichtingsmogelijkheden bij éénjarige zomerbloeiërs

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

In opdracht van

Landelijke commissie éénjarige zomerbloeiërs LTO Groeiservice
Postbus 183
2665 ZK Bleiswijk

Gefinancierd door

Productschap Tuinbouw (PT)
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Plantmateriaal is ter beschikking gesteld door Syngenta Seeds BV

Uitgevoerd door

Josien van Spingelen
Martijn Gevers
Helma Verberkt

PT-Projectnummer: 13041

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	6
2 Materiaal en methode klimaatcelproeven	8
2.1 Proefopzet	8
2.2 Lichtbehandelingen klimaatcel	9
2.3 Teeltgegevens klimaatcel	11
2.4 Waarnemingen klimaatcel	13
2.5 Verwerking	13
3 Resultaten Klimaatcelproeven	14
3.1 Fuchsia stek	14
3.1.1 Lengtemeting	14
3.1.2 Gewichtsbepaling	15
3.1.3 Kwaliteitsbeoordeling	17
3.2 Verbena stek	18
3.2.1 Lengtemeting	18
3.2.2 Gewichtsbepaling	20
3.2.3 Kwaliteitsbeoordeling	21
3.3 Petunia zaad en stek	23
3.3.1 Lengtemeting	23
3.3.2 Gewichtsbepaling	25
3.3.3 Kwaliteitsbeoordeling	28
3.4 Lobelia zaad en stek	31
3.4.1 Lengtemeting	31
3.4.2 Gewichtsbepaling	33
3.4.3 Kwaliteitsbeoordeling	35
4 Materiaal en methode kasproef	39
4.1 Proefopzet kassituatie	39
4.2 Teeltgegevens kassituatie	40
4.3 Waarnemingen	41
4.4 Verwerking	41

5	Resultaten kasproef	42
5.1	Lichtmeting	42
5.2	Vers- en drooggewicht totaal	42
5.3	Fuchsia stek	44
5.3.1	Lengtemeting	44
5.3.2	Kwaliteitsbeoordeling	44
5.4	Verbena stek	46
5.4.1	Lengtemeting	46
5.4.2	Kwaliteitsbeoordeling	46
5.5	Petunia zaad en stek	48
5.5.1	Lengtemeting	48
5.5.2	Kwaliteitsbeoordeling	49
5.6	Lobelia zaad en stek	52
5.6.1	Lengtemeting	52
5.6.2	Kwaliteitsbeoordeling	53
5.6.3	Kwaliteitsbeoordeling alle gewassen	55
6	Conclusies	56
6.1	Fuchsia	56
6.2	Verbena	56
6.3	Petunia zaad en stek	57
6.4	Lobelia zaad en stek	58
6.5	Aanbeveling lichtplan	59
Bijlage 1	Overzicht veldindeling klimaatcel	61
Bijlage 2	Overzicht duur lichtbehandelingen in de klimaatcel	62
Bijlage 3	Overzicht veldindeling kas	63
Bijlage 4	Overzicht duur lichtbehandelingen in de kas	64
Bijlage 5	Fototabel lichtbehandeling 1-6	65

Samenvatting

In de tuinbouw worden diverse lamptypen toegepast voor groei (assimilatiebelichting) en dagverlenging (gloeilamp, TL of Compacte fluorescentielamp = CFL). Gloeilampen geven veel verrood licht en zorgen daarmee voor een lage R:VR verhouding. In het algemeen leidt dit tot meer strekking. CFL lampen hebben een heel andere spectrale verdeling (lichtspectrum) dan gloeilampen en geven in het algemeen minder strekking. Spectraal ingrijpen met stuurlicht is dus wezenlijk van belang als het gaat om sturing van de vegetatieve groei (stengel/scheuten) of van de generatieve ontwikkeling en groei (bloemstelen). Groeiregulatie en bloeisturing zijn voor vrijwel alle teelten binnen de eenjarige zomerbloeiers van belang. Het doel van deze proef is de effecten te onderzoeken van het lichtspectrum en verschillende lamptypen op de groei en bloei van eenjarige zomerbloeiers. Het onderzoek is uitgevoerd met zes gewassen, deels stekgoed (Petunia Hybrida Surfinia, Verbena Hybrida Magelana Scarlet, Lobelia erinus, Fuchsia) en deels zaaigoed (Petunia grandiflora Bravo en Lobelia erinus). In eerste instantie is onderzoek uitgevoerd in klimaatcellen gedurende twee maal twee maanden bij diverse gewassen bij verschillende lichtkleuren (voorjaar 2008). Vervolgens zijn de meest perspectiefvolle behandelingen uit het onderzoek in de klimaatcellen bij dezelfde gewassen met natuurlijke lichtomstandigheden in kassen onderzocht (voorjaar 2009).

Fuchsia

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht heeft niet geleid tot verschil in eindlengte. De behandeling met HPI is generatief het verst in ontwikkeling, gevolgd door de behandeling SON-T+blauw licht en het meest rauw waren de planten bij de behandeling met alleen SON-T. Ondergronds viel met name op dat de behandeling SON-T het best doorgeworteld was. Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft bij de behandeling met gloeilampen significant langere planten dan bij de CFL en blauw LED behandeling, dit is ook terug te vinden in de langste scheutlengte. De behandelingen met CFL en blauw LED verschillen onderling niet veel. De dagverlenging in de praktijkproef geeft bij Fuchsia voor de behandeling met dagverlenging door gloeilampen een beduidend langer gewas dan de overige behandelingen. Het bloeistadium geeft bij de dagverlenging met gloeilamp de beste bloei, terwijl deze wat achter blijft bij de dagverlenging met CFL. Voor Fuchsia blijkt uit de praktijkproef de behandeling zonder dagverlenging de mooiste planten te geven. Enige bloeivervroeging is te realiseren door een cyclische dagverlenging met gloeilampen, maar geeft ook strekking van het gewas.

Verbena

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht heeft geen significante verschillen in eindlengte of -breedte aangetoond. Verbena reageert met de plantopbouw ook goed op HPI, terwijl SON-T+blauw licht matig scoort en SON-T slecht. Net als bij Fuchsia is het bloeistadium het verst ontwikkeld bij de HPI behandeling en het minst bij de SON-T behandeling. Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft het meest korte gewas bij de dagverlenging met de blauwe LED, gevolgd door de dagverlenging met CFL. De langste lengte is gemeten bij de dagverlenging met gloeilamp. De dagverlenging in de praktijkproef geeft met gloeilampen de meeste lengtegroei. Bij Verbena geldt nagenoeg hetzelfde als bij de Fuchsia, ook hier is

de behandeling zonder dagverlenging goed te noemen, daarnaast is ook de cyclische dagverlenging met blauw led goed beoordeeld. Enige bloeivervroeging is ook bij dit gewas te realiseren door een cyclische dagverlenging met gloeilampen, maar geeft daarnaast strekking van het gewas.

Petunia zaad en stek

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht heeft bij Petunia zaad de langste scheutlengte bij de HPI behandeling gegeven. Voor het stekgoed van Petunia geldt dat de planten behandeld met alleen SON-T significant korter zijn. Qua bladkleur, plantopbouw en totaalindruk is de HPI- behandeling als minste beoordeeld, hoewel de planten uit deze behandeling de meeste bloei vertoonden. Dit is net tegengesteld aan de conclusie bij Fuchsia en Verbena. Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft significant langere planten bij de dagverlenging met de gloeilampen. Deze heeft bijna de dubbele lengte van de planten die een dagverlenging hebben gehad met blauw LED. De combinatie CFL+blauw LED geeft zowel op de lengte- als op de breedtegroei een compactere groei. Bij Petunia zaad is de vertakking en bloeirijpheid bij de controle als beste beoordeeld. Voor Petunia stek is de behandelingen CFL +blauw LED goed beoordeeld, alleen op het bloeistadium wat minder. Enige bloeivervroeging is ook bij dit gewas te realiseren door een cyclische dagverlenging met gloeilampen, maar geeft daarnaast strekking van het gewas.

Lobelia zaad en stek

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht geeft in het zaaigoed een significant langere scheutlengte voor de planten bij de behandeling SON-T+blauw licht. Bij het stekgoed wordt de behandeling met HPI als beste beoordeeld, met uitzondering op de wortel. Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft geen significant lengteverschil of verschil in gewicht bij het zaaigoed. Bij het stekgoed zijn de planten uit de dagverlenging met CFL gemiddeld wat korter en is het versgewicht wat lager. De dagverlenging in de praktijkproef geeft bij het zaaigoed de beste beoordeling voor CFL+blauw LED en CFL, hoewel CFL op de wortel en in het bloeistadium een lager score heeft. Bij het stekgoed is de beoordeling voor alle behandelingen redelijk goed te noemen. Met name de controle en de behandeling met CFL zijn gemiddeld iets beter dan de andere drie behandelingen. Bij Lobelia is de dagverlenging met CFL het beste te noemen, alleen is deze behandeling qua bloei iets minder dan bij de overige behandelingen. Een snellere bloeireactie door gloeilampen is bij dit gewas niet overduidelijk aanwezig.

Fuchsia, Verbena, Petunia en Lobelia bloeien allen met natuurlijk daglicht rond week 17/18. Het gaat hier om lange dag planten. Bij lange dag planten kan middels een dagverlenging de bloei eerder geïnduceerd worden. Bij deze dagverlenging is de rood/verrood verhouding erg belangrijk. Een lage rood/verrood verhouding (<1) geeft enerzijds eerder meer bloei bij de meeste getoetste lange dag planten. Het geeft echter ook meer strekking. In vervolg onderzoek is het van belang om na te gaan of middels specifieke lichtkleuren (LED's) of andere teeltmogelijkheden de invloed op de strekking en de bloei ontkoppeld kan worden. Daarbij is het ook van belang om na te gaan of deze processen plant fysiologisch al dan niet aan elkaar gekoppeld zijn.

1 Inleiding en doel

Uit eerder onderzoek blijkt dat belichting perspectief biedt voor groeiregulatie en bloeivervroeging in eenjarige zomerbloeiërs. Het is echter in de praktijk niet bekend welke delen van het spectrum van invloed zijn op de vegetatieve en generatieve ontwikkeling van de plant. Voor een meer gerichte sturing van de groei en bloei is het van belang door onderzoek meer kennis te verkrijgen over de invloed van verschillende lichtkleuren (spectrum) en toepassing van diverse vormen van belichting (lamptype) op de groei en bloei van eenjarige zomerbloeiërs.

Uit onderzoek is gebleken dat met assimilatiebelichting een korte teeltduur te bewerkstelligen is dan zonder belichting. Opvallend hierbij was echter dat tussen de verschillende belichtingsbehandelingen en belichtingssterkte geen grote verschillen optraden bij een gelijke (korte) nachtperiode. Het lijkt er daarom op dat de belichtingsduur de teeltduurverkortening bewerkstelligt en de lichtsom hier nagenoeg geen invloed op heeft gehad. Dit komt mede door de grote toename van natuurlijk licht in het voorjaar. Naast bloeiverschillen zijn er ook verschillen in groei. Wanneer belicht wordt met assimilatielampen neemt de groei in zijn algemeenheid toe. Ook onder dagverlengingslampen moet meer rekening gehouden worden met strekking. Door teveel groei of strekking moet de toepassing van remmiddelen vergroot worden. Echter hoe eerder de plant generatief wordt des te minder er veelal geremd hoeft te worden. Veel eenjarige zomerbloeiërs gaan sneller tot knop- en bloemvorming over bij lange dag. Veelal blijkt hierbij dat naast de daglengte de rood:verrood (R:VR) verhouding een belangrijke rol speelt. Uit stuurlichtonderzoek is gebleken dat ook de hoeveelheid blauw licht van invloed is op de strekking van de planten. Meer blauw licht zorgt voor minder strekking. Uit literatuur is verder bekend dat extra rood licht de vertakking stimuleert.

In de tuinbouw worden diverse lamptypen toegepast voor groei (assimilatiebelichting) en dagverlenging (gloeilamp, TL of Compacte fluorescentielamp CFL). Gloeilampen geven veel verrood licht en zorgen daarmee voor een lage R:VR verhouding. In het algemeen leidt dit tot meer strekking. CFL lampen hebben een heel andere spectrale verdeling (lichtspectrum) dan gloeilampen en geven in het algemeen minder strekking. 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 okselknop-uitloop en bloei-initiatie en kan zodanig de vegetatieve (scheutuitgroei) als de generatieve ontwikkeling (knopinitiatie en knopuitgroei) beïnvloeden.

Groeiregulatie en bloeivervroeging/sturing zijn voor vrijwel alle teelten binnen de eenjarige zomerbloeiërs van belang. Het doel van deze proef is de effecten te onderzoeken van het lichtspectrum en verschillende lamptypen op de groei en bloei van eenjarige zomerbloeiërs.

Te bereiken resultaten:

- Inzicht op de effecten van het lichtspectrum en verschillende lamptypes op de groei en bloei van eenjarige zomerbloei.
- Meer gerichte sturingsmogelijkheden van de groei en bloei van eenjarige zomerbloei waardoor een betere planning mogelijk is en betere mogelijkheden tot marktconform produceren.
- Minder toepassing van remmiddelen en daarmee ook arbeidsbesparing.

Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen. In eerste instantie is onderzoek uitgevoerd in klimaatcellen gedurende twee maal twee maanden bij diverse gewassen bij verschillende lichtkleuren (voorjaar 2008). Onder natuurlijke lichtomstandigheden kunnen gewassen soms anders reageren. Om deze reden zijn vervolgens de meest perspectievolle behandelingen uit het onderzoek in de klimaatcellen bij dezelfde gewassen gecombineerd met natuurlijke lichtomstandigheden in kassen onderzocht (voorjaar 2009).

2 Materiaal en methode klimaatcelproeven

2.1 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd met 6 gewassen, waarbij 4 gewassen uit stek en 2 gewassen uit zaad. Het plantmateriaal is geleverd door Syngenta Seeds B.V.

Stekgoed:

- Petunia Hybrida Surfinia 'Blue Sunblu'
- Verbena Hybrida Magelana Scarlet 'Carsca'
- Lobelia erinus Laguna Trailing Dark Blue 'Lobeto'
- Fuchsia Hybrid 'Beacon'

Zaaigoed:

- Petunia grandiflora Bravo 'Purple Star'
- Lobelia erinus 'Paper Moon'

Er zijn 2 proeven uitgevoerd met verschillende oppotweken:

- Week 6-2008
- Week 15-2008

Voor het onderzoek waren 3 klimaatcellen beschikbaar. Er zijn 6 lichtbehandelingen getoetst. Hiervoor zijn twee proeven achter elkaar uitgevoerd (bijlage 1). Gedurende 2 proeven zijn de gewassen bij drie verschillende lichtkleur samenstellingen geteeld.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de proeffactoren, de bijbehorende niveaus en de startweek van de behandelingen. Per behandeling zijn 3 herhalingen aangehouden.

Tabel 1: Overzicht proeffactoren en niveaus.

Proeffactor	Aantal niveaus		Beschrijving
Gewassen	6		Petunia / Surfinia (stek)
			Lobelia (stek)
			Verbena (stek)
			Fuchsia (stek)
			Petunia (zaad)
			Lobelia (zaad)
Lichtkwaliteit (kleur)	6	Proef 1 Startweek 6	1: Lichtbehandeling met HPI (zie § 2.2, tabel 2)
			2: Lichtbehandeling met SON-T (zie § 2.2, tabel 2)
			3: Lichtbehandeling met SON-T/blauw licht (zie § 2.2, tabel 2)
		Proef 2 Startweek 15	4: SON-T + dagverlenging gloeilamp (zie § 2.2, tabel 3)
			5: SON-T + dagverlenging compacte fluorescentielamp (zie § 2.2, tabel 3)
			6: SON-T + dagverlenging blauw LED (zie § 2.2, tabel 3)
Herhaling	3		

2.2 Lichtbehandelingen klimaatcel

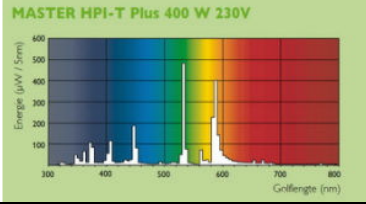
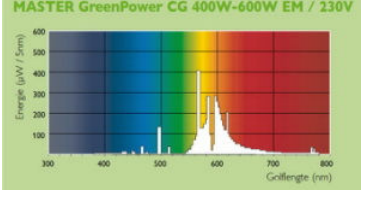
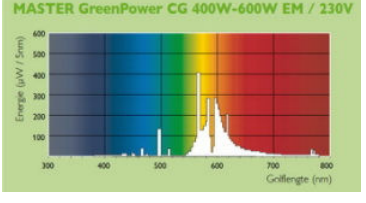
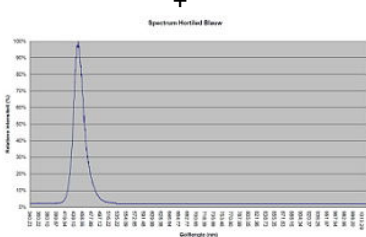
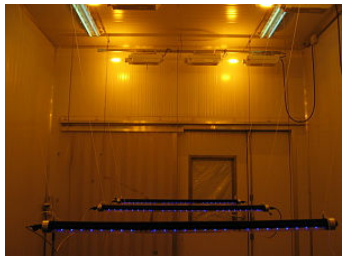
Het onderzoek is uitgevoerd in klimaatcellen, waarbij gericht de effecten van de belangrijkste lichtspectra op de groei en bloei bij eenjarige zomerbloeiërs getoetst is.

In de klimaatcellen zijn verschillende rood (600 - 700 nm) : verrood (700 - 800 nm) verhoudingen gecombineerd met verschillende hoeveelheden blauw licht (tabel 2). In totaal zijn er drie klimaatcellen beschikbaar met een teeltoppervlakte van 140 X 450 cm = 6.3 m². De mate van groei en strekking is per proef vastgelegd, evenals specifieke effecten op vertakking, uitloopsnelheid, bloeivorming en hoeveelheid bloei. Hierdoor wordt duidelijk welk lichtspectrum en lamptype het meeste perspectief biedt.

In de eerste proef is met name gekeken naar de invloed van blauw licht. Behandeling 1 is voorzien van HPI lampen, waarbij het aandeel rood en blauw licht ongeveer gelijk is (resp. 23 en 22%) en de rood/verrood verhouding ca. 3,2 is. Bij behandeling 2 is de dag gecreëerd door SON-T lampen. In dit spectrum zit beduidend meer rood licht en minder blauw licht (resp. 41 en 6%), de rood/verrood verhouding ligt bij deze lampen rond de 6,1. Aan de derde behandeling is extra blauw licht toegevoegd naast SON-T lampen. Het blauwe licht wordt enerzijds verkregen met TL-lampen gecombineerd met speciale filters en anderzijds door lichtbalken voorzien van blauw LED's. Het aandeel blauw is 15% en rood 36%, ook hier ligt de rood/verrood verhouding rond de 6,1. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de behandelingen. Er is de eerste drie weken een korte dag aangehouden met een belichtingsduur van 11 uur en vervolgens een lange dag van 16 uur. In proef 1 is in week 13 de daglengte in overleg met de begeleidingscommissie eenjarige

zomerbloeiers verlengd van 16 uur naar een daglengte van 20 uur. De eerste proef is in week 14 beëindigd.

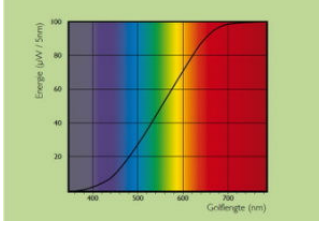
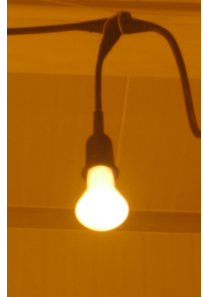
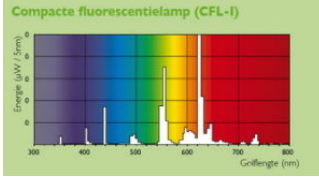
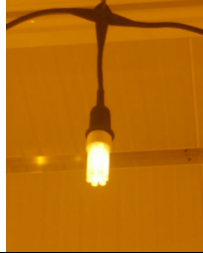
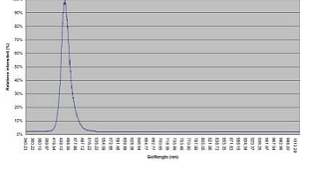
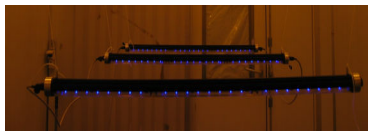
Tabel 2: Overzicht proefbehandelingen proef 1.

Beh	Naam	Aantal lampen*	Gerealiseerd PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		
1	HPI	8 HPI	168 ± 2.0		
2	SON-T	8 SON-T GP	172 ± 7.0		
3	SON-T + blauw licht	8 SON-T GP + 24 TLD-R (58W/865) +3 Hortiled (3*8)HL001 OR8BC1	165 ± 8.9	 + 	

*Aantal lampen per tafel (140*450 cm)

In de tweede proef is gezien de resultaten van de eerste proef in overleg met de begeleidingscommissie eenjarige zomerbloeiers besloten om door nachtonderbreking de invloed van het lichtspectrum te versterken. Er is de eerste drie weken een korte dag aangehouden met een belichtingsduur van 11 uur. Vervolgens is gekozen voor een opzet waarbij na een daglengte van 10 uur bij SON-T een dagverlenging van 12 minuten is gegeven met een gloeilamp (GLS), een compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED licht. Na 12 minuten volgt 60 minuten onbelicht, waarna opnieuw 12 minuten belicht is, dit gedurende maximaal 8 uur. De resterende nachturen (5h12) is geen belichting gegeven. De proef is in week 22 beëindigd. Bij de gloeilampen licht het accent op verrood licht, waarbij het aandeel rood en verrood beduidend hoger ligt dan het aandeel blauw. De rood/verrood verhouding ligt rond de 0,7-0,8. Bij CFL is een breed lichtspectrum aangeboden, met meerdere pieken en met een hoge rood/verrood verhouding. Tot slot bij blauw LED is alleen licht uit het blauwe spectrum (piek tussen 440 en 460 nm) toegevoegd. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de behandelingen. In bijlage 2 zijn de aangehouden belichtingsduren in de klimaatcel weergegeven.

Tabel 3: Overzicht proefbehandelingen proef 2

Beh	Naam	Aantal lampen*	Gerealiseerd PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		
4	SON-T GP + Dagverl. met GLS	8 SON-T GP + 4 150W GLS	172 $\pm$ 6.1		
5	SON-T GP + Dagverl. met CFL	8 SON-T GP + 4 20W CFL	169 $\pm$ 7.8		
6	SON-T GP + Dagverl. met blauw LED	8 SON-T GP + 3 Hortiled (3x8) HL001 OR8BC1	169 $\pm$ 6.3		

*Aantal lampen per tafel (140*450 cm)

2.3 Teeltgegevens klimaatcel

In de cellen is de ingestelde temperatuur 15°C bij een RV van 75-80%. CO₂ wordt op buitenluchtniveau gehouden. Vanwege de strekkingsgroei is de temperatuur in week 11-13 iets verlaagd naar 14°C.

Het uitgangsmateriaal is per gewas zo uniform mogelijk gehouden. Voor beide proeven geldt dat het stekgoed van Verbena en Fuchsia voor aanvang van de proef getopt is op 2 bladparen en Lobelia op 3 bladeren. Het stek is opgepot in een 10,5 cm pot en de zaailingen in clayettes-P9 (6,5x6,5x5 cm).

De volgende fototabel geeft het plantmateriaal weer bij de start van de proeven.



Fototabel 1. Uitgangsmateriaal

Bij aanvang zijn de planten pot aan pot uitgezet zodat voor het stekgoed 28 planten per veldje stonden en het zaadgoed met 40 planten per veldje. Om te zorgen dat alle proefplanten een vergelijkbare lichtbehandeling kregen zijn de veldjes onder de blauw licht behandeling gehalveerd tot 14 planten per veld voor het stekgoed en 20 planten per veld voor het zaadgoed. In week 11 is het stekgoed ruimer gezet van 90 planten/m² naar 45 planten/m² (Petunia en Lobelia) en 55 planten/m² (Fuchsia en Verbena). De clayettes zijn op beginstand blijven staan (128 planten/m²). In de tweede proef is in overleg niet uitgezet, omdat dit teveel gewasschade zou geven. De planten zijn op tafels geteeld en kregen na het doorwortelen water en voeding naar behoefte onderdoor via eb en vloed. De EC waarde van de gift was 1,6 mS/cm, waarbij in de 1^e proef vanaf week 11 de gift verhoogd is naar 2,2 mS/cm. De samenstelling van voedingsoplossing staat weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Overzicht meststoffen éénjarigen generatief

Hoofdelementen (mmol/l)	Kalium	Calcium	Magne- sium	N- totaal	N-NH ₄	N-NO ₃	Sulfaat	Fosfaat
	6.5	2.5	0.75	10.0	1.0	9.0	1.75	1.5
Spoorelementen (μmol/l)	IJzer	Mangaan	Zink	Borium	Koper	Molybdeen		
	20	5	3	15	1	1		

De potgrondsamenstelling was in beide proeven:

- 40 kg Horti klei/m³
- 50% Baltisch veenmosveen
- 50% Tuinturf normaal
- 4 kg Dolokal/m³ (pH 5,6)
- 2 kg LP Mix 14-5-28 / m³

Er zijn geen bestrijdingsmaatregelen uitgevoerd. Lobelia is in week 11 (1^e proef) in alle drie de klimaatcellen éénmaal geremd met 2 g/l Dazide 85%. Alle overige planten zijn niet geremd om het effect van de belichting zo goed mogelijk te kunnen vastleggen.

2.4 Waarnemingen klimaatcel

Bij opzet van de proef:

- Belichtingsniveau en de lichtverdeling is op planthoogte in de klimaatcellen doorgemeten.
- Lichtkwaliteit is in de cellen gemeten middels een spectrofotometer.
- Proefplanten zijn vooraf geselecteerd op uniformiteit (marge maximaal 10%).
- Uitvoeren van lengtemetingen aan 5 planten per proefveld, zaaigoed is per clayette gemeten.
- Uitvoeren van vers- en drooggewichtbepalingen per proefveld.

Tijdens de proef:

- Bij de overgang van korte dag naar lange dag zijn van 5 planten per proefveld de lengte gemeten, zaaigoed is per clayette gemeten.
- Bij de overgang van korte dag naar lange dag zijn van 5 planten per proefveld het verschil in ontwikkeling vastgelegd.

Bij de eindmeting:

- Uitvoeren van lengtemetingen aan 5 planten per proefveld, zaaigoed is per clayette gemeten.
- Uitvoeren van vers- en drooggewichtbepalingen per proefveld, zaaigoed is per clayette gemeten.
- Kwalitatieve beoordeling per gewas, per behandeling uitgevoerd.

Gedurende het onderzoek zijn regelmatig foto's gemaakt.

2.5 Verwerking

De behandelingseffecten zijn met behulp van getoetst. Hierbij is gebruik gemaakt van het statistische programma GENSTAT. Er is getoetst met een onbetrouwbaarheid van 5% ($P < 0,05$).

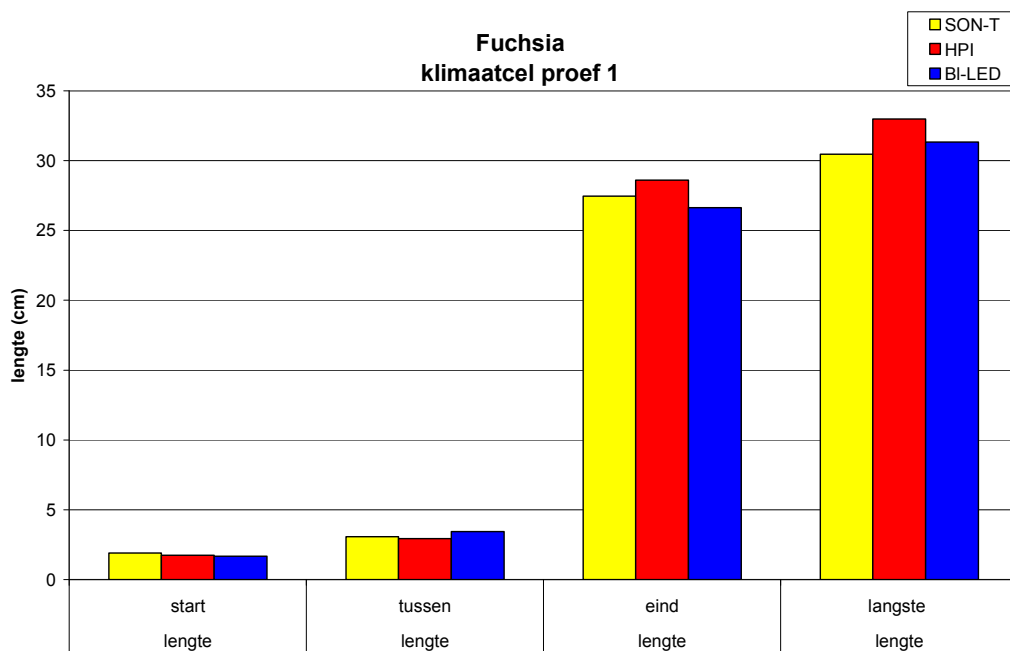
3 Resultaten Klimaatcelproeven

3.1 Fuchsia stek

3.1.1 Lengtemeting

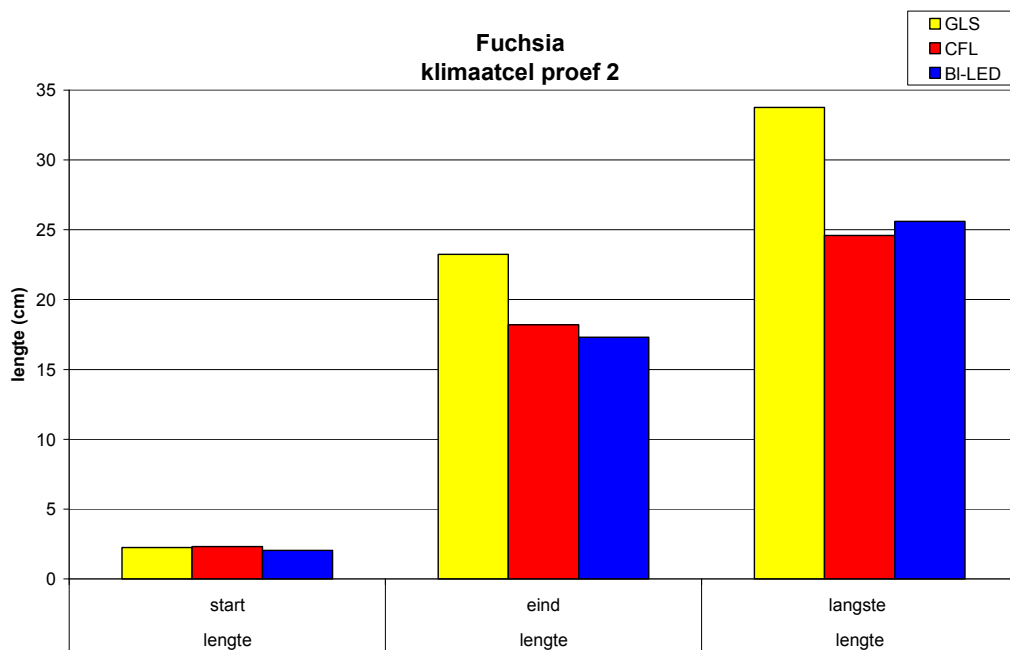
Aan het einde van de klimaatcelproeven is de lengte van het gewas gemeten van 3 x 5 planten per behandeling. In figuur 1 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef en in figuur 2 van de tweede proef. In de eerste proef is nog een tussenmeting gedaan op het moment dat de planten de lange dag in gingen.

In proef 1 is er geen significant verschil in lengte tussen de behandelingen bij de gemiddelde eindlengte. Indien echter de langste scheuten gemeten worden, dan valt op dat bij de SON-T behandeling de scheuten het kortst zijn en van de HPI behandeling het langste. De behandeling SON-T+blauw licht ligt er tussen in.



Figuur 1: Gewaslengte Fuchsia geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

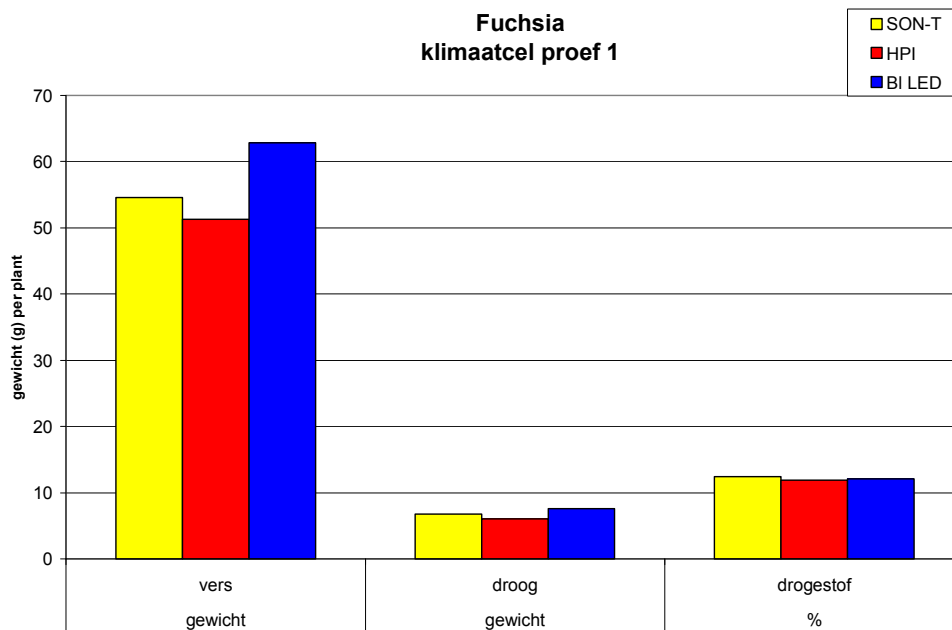
In proef 2 valt op dat de behandeling met gloeilampen significant langer is dan de CFL en blauw LED behandeling. Dit is ook terug te vinden in de langste scheutlengte. De behandelingen met CFL en blauw LED verschillen onderling niet veel.



Figuur 2: Gewaslengte Fuchsia geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

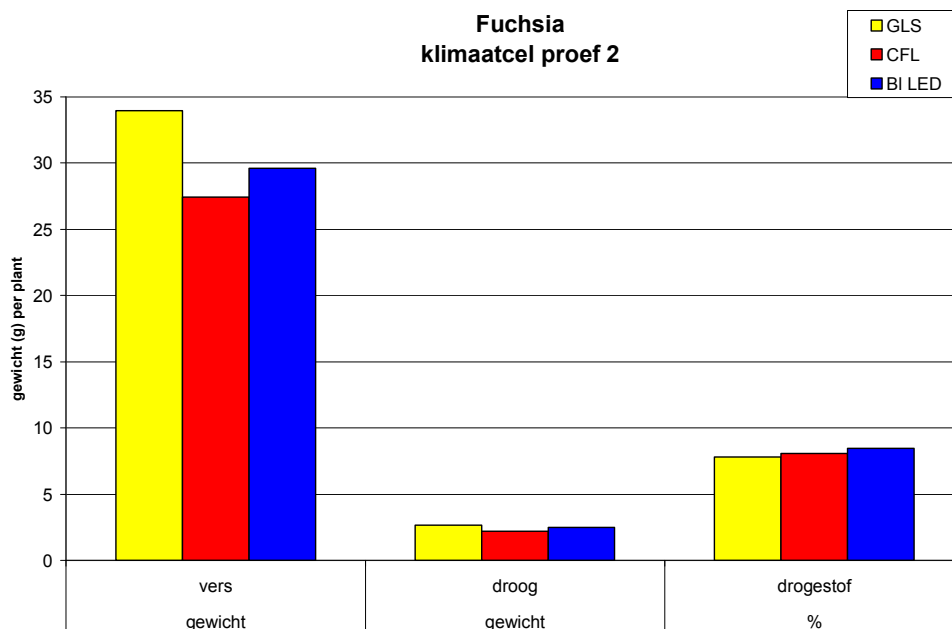
3.1.2 Gewichtsbepaling

Aan het einde van de klimaatcelproeven is per behandeling het vers- en drooggewicht gemeten. In figuur 3 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef en in figuur 4 van de tweede proef. Zowel voor het vers- als voor het drooggewicht is de behandeling met SON-T+blauw licht significant zwaarder dan de behandeling met HPI en SON-T. Voor het percentage droge stof per plant geldt dit verschil echter niet meer. De behandelingen SON-T en HPI verschillen onderling niet veel.



Figuur 3: Gewicht per plant van Fuchsia geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

In proef 2 valt op dat het totaalgewicht per plant beduidend lager ligt dan in de eerste proef. Tussen de behandelingen worden geen significante verschillen waargenomen, hoewel het versgewicht bij de behandeling GLS wel hoger is.



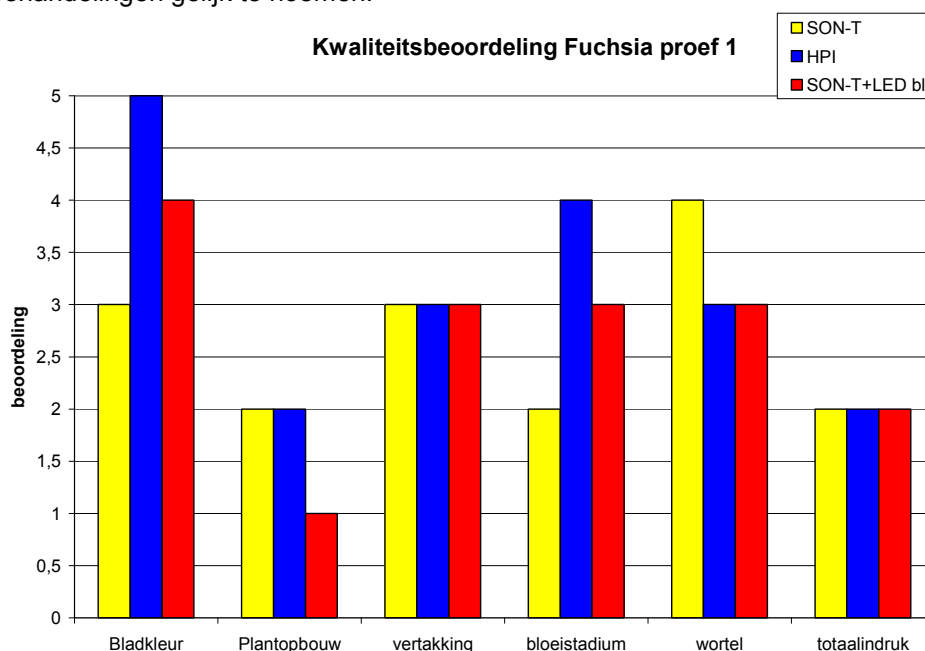
Figuur 4: Gewicht per plant van Fuchsia geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

3.1.3 Kwaliteitsbeoordeling

De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op:

- bladkleur (1=licht; 5=donker),
- de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten),
- de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop),
- het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei),
- de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en
- de totaalindruk (1=slecht; 5=goed).

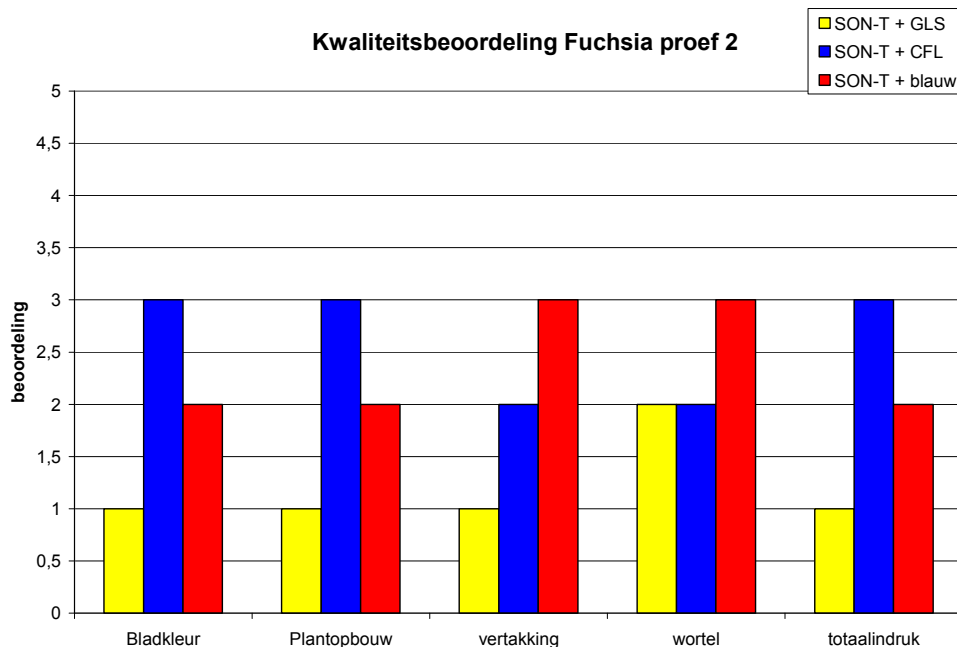
In figuur 5 is dit weergegeven voor proef 1 en in figuur 6 voor proef 2. In figuur 5 is te zien dat de bladkleur erg goed is bij de HPI behandeling en aan de lichte kant bij de SON-T behandeling. Qua vertakking is er weinig onderscheid, maar bij de plantopbouw zijn de planten aan de lange kant en is met name de behandeling SON-T+blauw licht erg gestrekt. Hoewel er nog niet echt sprake is van bloei, maar van de mate van ontwikkeling van bloemknoppen, kan gezegd worden dat de behandeling met HPI het verst is in ontwikkeling, gevolgd door de behandeling SON-T+blauw licht en het meest rauw waren de planten bij de behandeling met alleen SON-T. Ondergronds viel met name op dat de behandeling SON-T het best doorworteld was. De totaalindruk was bij alle drie de behandelingen gelijk te noemen.



Figuur 5: Kwalitatieve beoordeling van Fuchsia geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

In de tweede proef is duidelijk te zien dat de planten onder klimaatcelomstandigheden zijn opgegroeid en niet zijn geremd. Verschillen tussen de behandelingen zijn echter wel goed waar te nemen (figuur 6). Qua bladkleur is in het algemeen de kleur vrij licht te noemen, waarbij de dagverlenging met gloeilampen erg laag scoort. Ook de plantopbouw is voor de dagverlenging met gloeilampen als laag beoordeeld. In beide beoordelingen scoort de dagverlenging met CFL het best, de dagverlenging met blauw LED ligt er tussen in. De

meeste vertakking en wortelgroei is waargenomen bij de dagverlenging met blauw LED, maar de totaalindruk is het beste beoordeeld bij de dagverlenging met CFL.



Figuur 6: Kwalitatieve beoordeling van Fuchsia geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

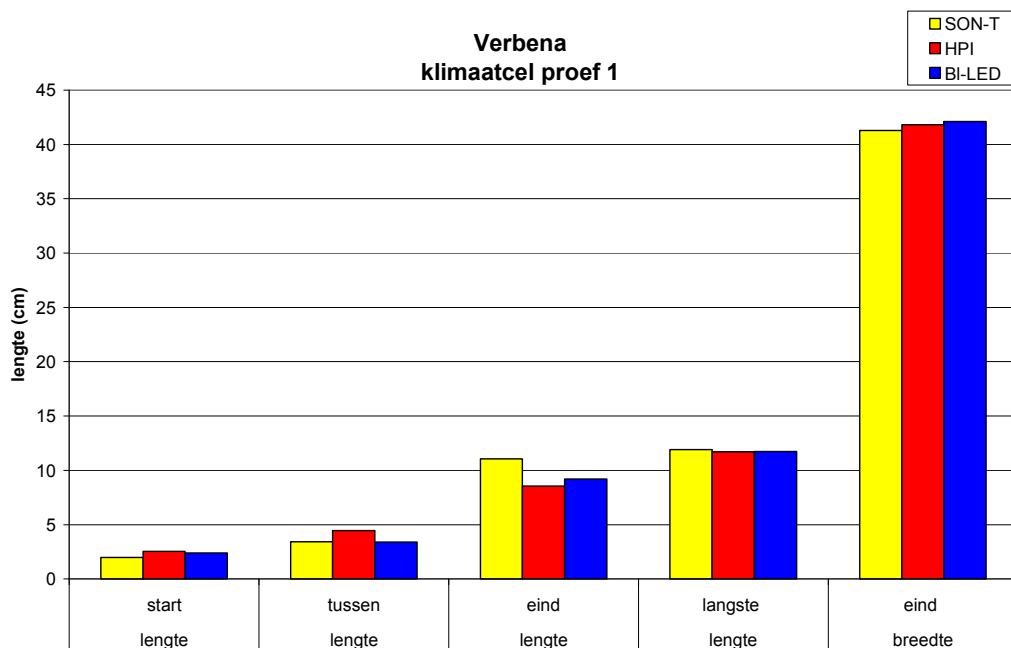
Een foto-overzicht van bovengenoemde behandelingen is weergegeven in bijlage 5. Zowel het gewas als de wortelkultuur is gefotografeerd.

3.2 Verbena stek

3.2.1 Lengtemeting

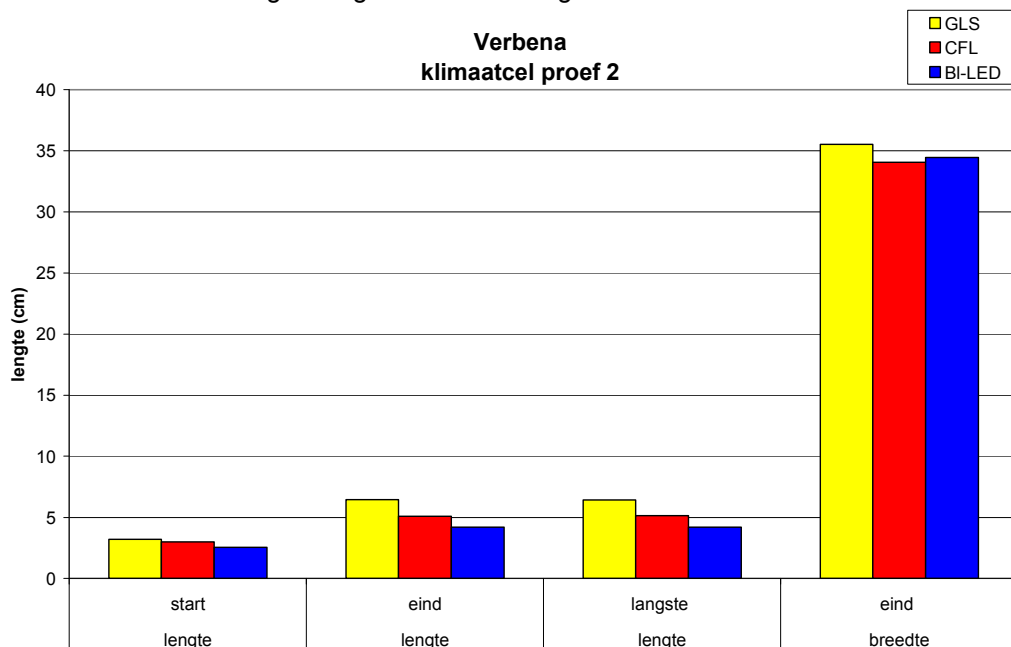
Aan het einde van de klimaatcelproef is de lengte van het gewas gemeten van 3x5 planten per behandeling. In figuur 7 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef en in figuur 8 van de tweede proef. In de eerste proef is nog een tussenmeting gedaan op het moment dat de planten de lange dag ingingen.

In proef 1 is er alleen een significant verschil in lengte geconstateerd op het moment dat de planten de lange dag ingaan. De planten bij de behandeling HPI zijn daarbij significant langer dan bij de andere twee behandelingen. Bij de eindmeting zijn geen significante verschillen meer aangetoond. Ook bij het meten van de langste scheuten en de breedte zijn geen verschillen aangetoond.



Figuur 7: Gewaslengte Verbena geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

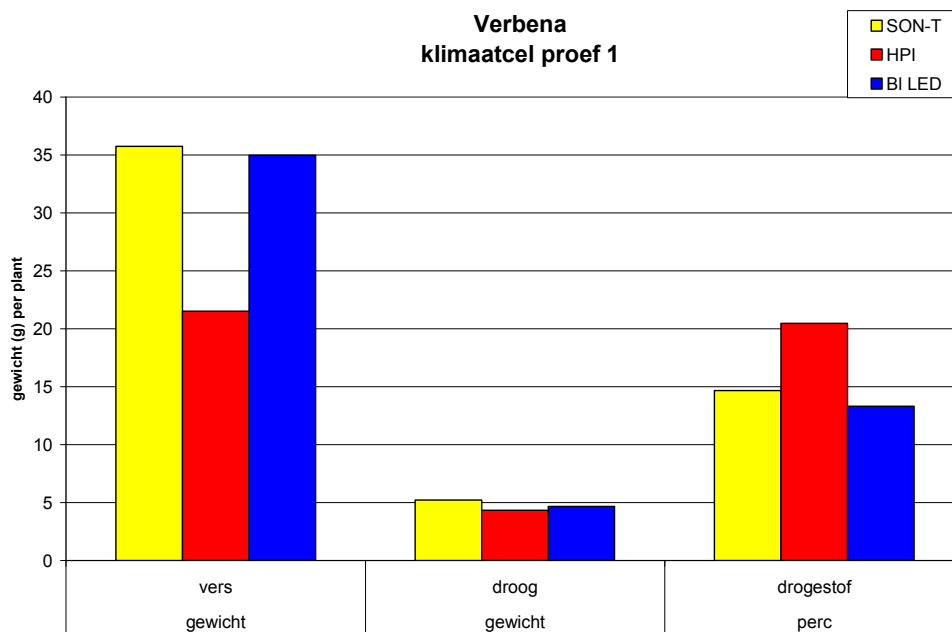
In proef 2 zijn er wel significante verschillen aangetoond bij de eindmeting. De dagverlenging met de blauwe LED is het kortst, gevolgd door de dagverlenging met CFL. De langste lengte en breedte is gemeten bij de dagverlenging met gloeilamp. Qua gewasbreedte is echter geen significant verschil geconstateerd.



Figuur 8: Gewaslengte Verbena geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

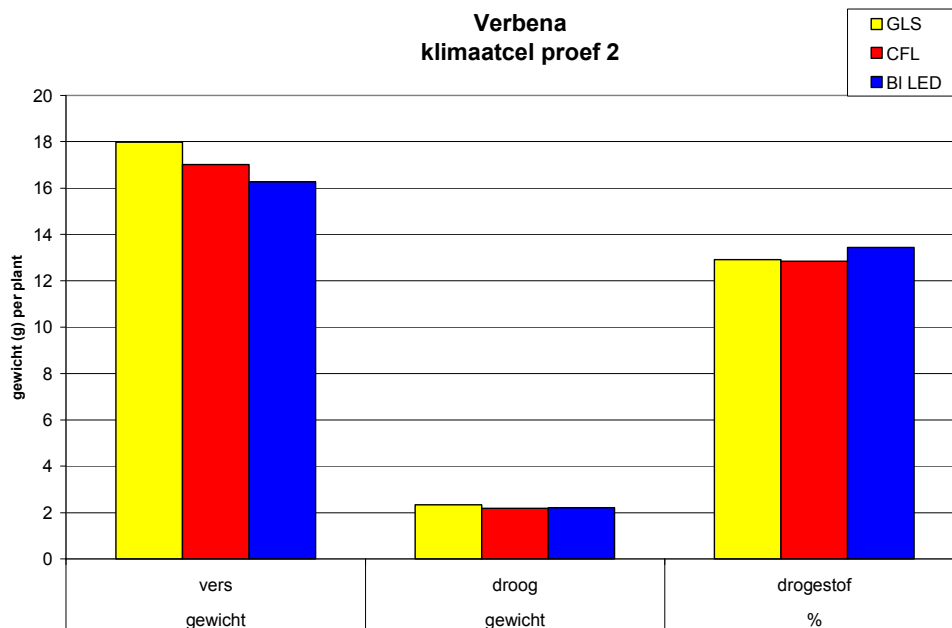
3.2.2 Gewichtsbepaling

Aan het einde van de klimaatcelproef is per behandeling het vers- en drooggewicht gemeten. In figuur 9 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef en in figuur 10 van de tweede proef. Zowel voor het versgewicht als het droge stof percentage is de behandeling met HPI significant verschillend ten opzichte van de twee andere behandelingen. Qua versgewicht zijn deze planten lichter dan de behandeling met SON-T en SON-T+blauw licht en voor het percentage droge stof zwaarder. Qua drooggewicht is geen significant verschil aangetoond tussen de behandelingen.



Figuur 9: Gewicht per plant van Verbena geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

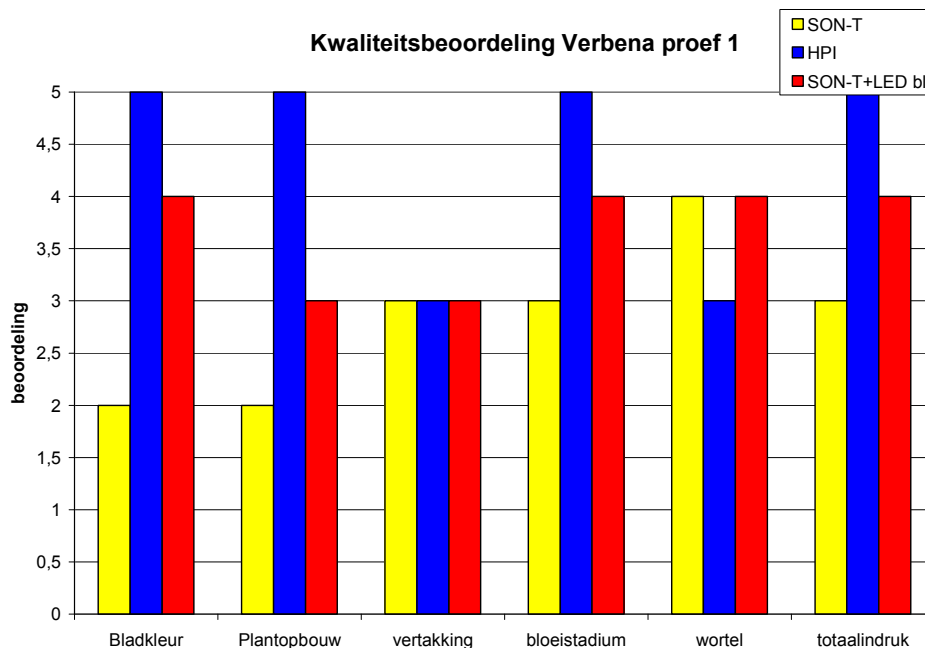
In proef 2 valt ook hier weer op dat het totaalgewicht per plant beduidend lager ligt dan in de eerste proef. Tussen de behandelingen zijn geen significante verschillen waargenomen.



Figuur 10: Gewicht per plant van Verbena geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

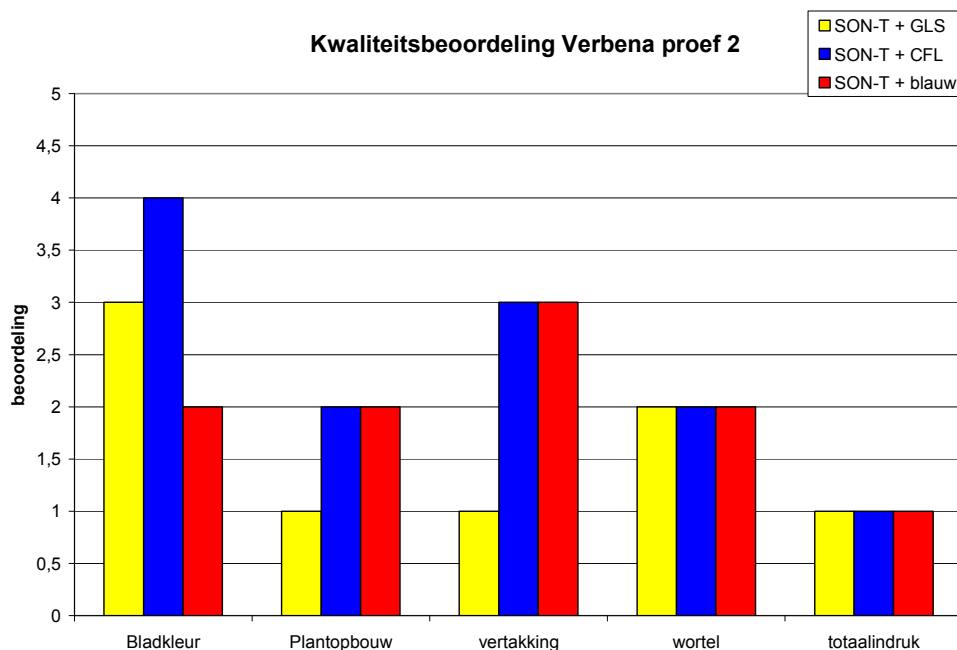
3.2.3 Kwaliteitsbeoordeling

De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 11 is dit weergegeven voor proef 1 en in figuur 12 voor proef 2. In proef 1 is de bladkleur verschillend tussen de behandelingen. Ook hier geldt weer dat de bladkleur bij de behandeling met HPI goed is en de behandeling met SON-T de lichtste bladkleur geeft. Verbena reageert met de plantopbouw ook goed op HPI, terwijl SON-T+blauw licht matig scoort en alleen SON-T slecht. De vertakking is bij de drie behandelingen gelijk beoordeeld. Net als bij Fuchsia is het bloeistadium het meest ver ontwikkeld bij de HPI behandeling en het minst bij de SON-T behandeling, de SON-T+blauw licht ligt er qua bloeistadium tussen in. Ondergronds doet de HPI behandeling het wat minder, de beoordeling voor de wortelontwikkeling is lager dan bij de ander twee behandelingen. De totaalindruk is voor de behandeling met HPI goed te noemen, redelijk voor de SON-T+blauw licht en matig voor SON-T.



Figuur 11: Kwalitatieve beoordeling van Verbena geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

In de tweede proef zijn de verschillen wat kleiner. Op de bladkleur is met name de dagverlenging met blauw LED licht te noemen, de dagverlenging met gloeilampen scoort iets beter en de dagverlenging met CFL scoort het best. Qua plantopbouw en vertakking zijn de planten uit de dagverlenging met gloeilampen als minste beoordeeld en is er weinig onderscheid tussen de andere twee behandelingen. De wortelgroei en de totaalindruk verschillen onderling niet.



Figuur 12: Kwalitatieve beoordeling per plant van Verbena geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

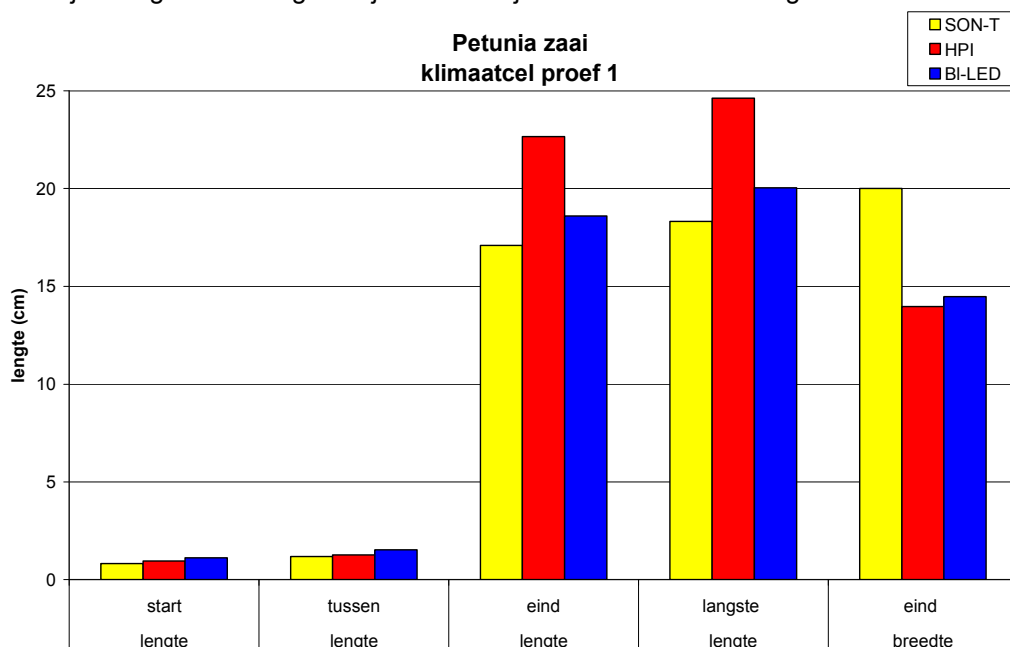
Een foto-overzicht van bovengenoemde behandelingen is weergegeven in bijlage 5. Zowel het gewas als de wortelkluit is gefotografeerd.

3.3 Petunia zaad en stek

3.3.1 Lengtemeting

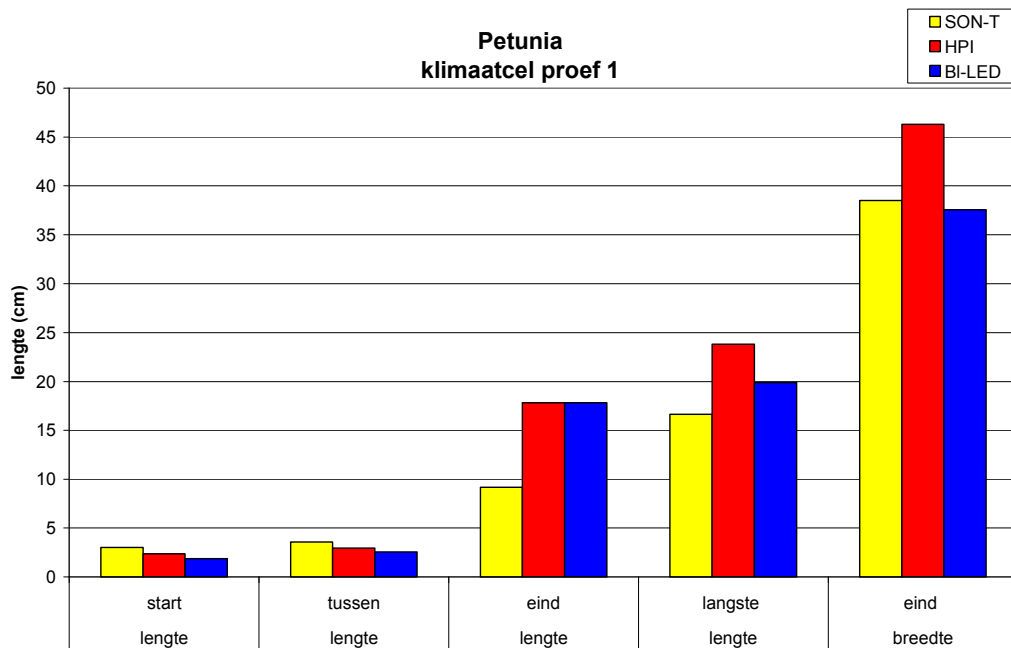
Aan het einde van de klimaatcelproef is de lengte van het gewas gemeten van 3x5 planten per behandeling bij het stekgoed en per clayette van het zaaigoed. In figuur 13 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef voor het zaaigoed en in figuur 14 voor het stekgoed. In de eerste proef is nog een tussenmeting gedaan op het moment dat de planten de lange dag ingingen.

Bij de eindmeting is de scheutlengte het langst voor de planten bij de HPI behandeling, maar zijn er significant langere zijscheuten bij de SON-T behandeling.



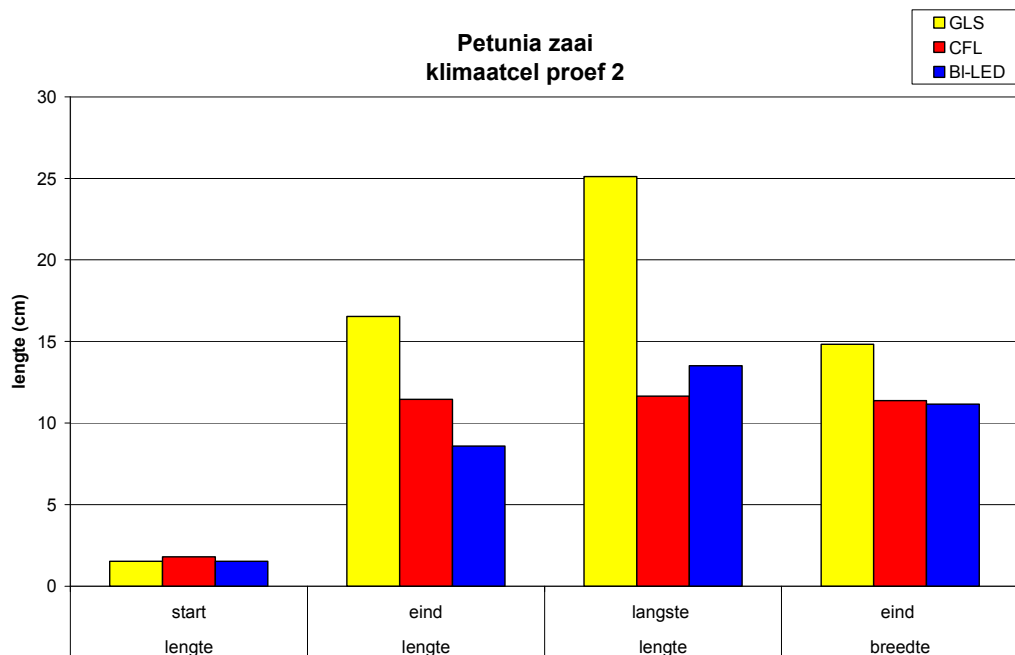
Figuur 13: Gewaslengte *Petunia* zaad geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Voor het stekgoed van *Petunia* (figuur 14) geldt dat aan het einde van de teelt de gemiddelde eindlengte van de planten behandeld met alleen SON-T significant korter zijn, waarbij de planten met name in de breedte zijn gegroeid. De planten geteeld bij HPI zijn het langst en het breedst.



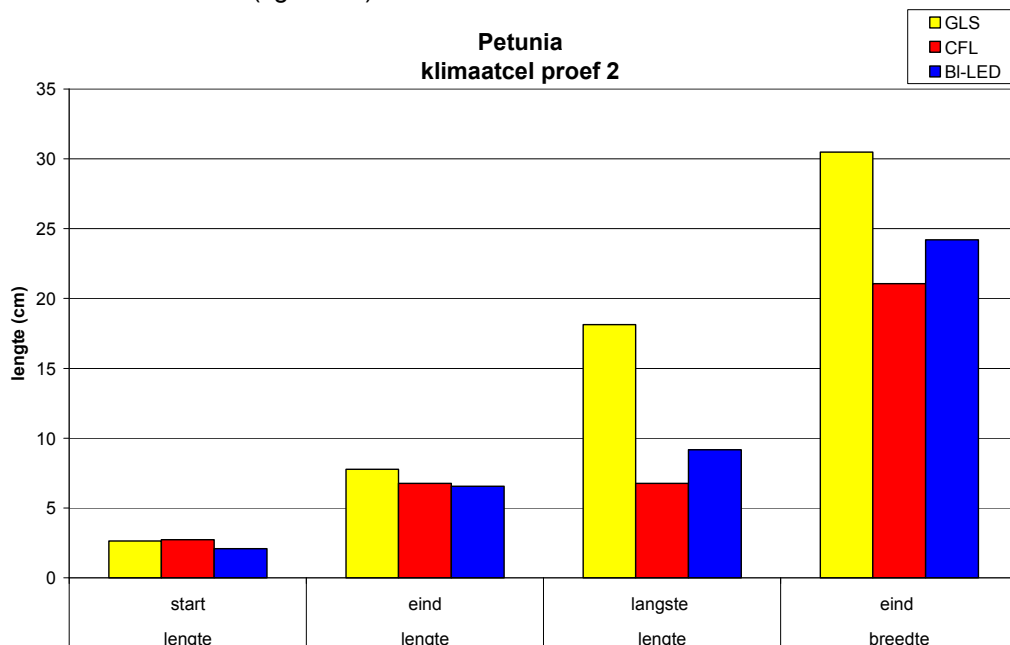
Figuur 14: Gewaslengte Petunia stek geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

In figuur 15 is de gewaslengte weergegeven per behandeling van de tweede proef voor het zaaigoed en in figuur 16 voor het stekgoed. Bij de eindmeting is de dagverlenging met de gloeilampen significant langer. Deze heeft bijna de dubbele lengte van de planten die een dagverlenging hebben gehad met blauw LED. De dagverlenging met CFL ligt er qua gewaslengte tussenin. Ook bij de langste lengte en de eindbreedte heeft het gewas uit de dagverlenging met gloeilamp de grootste omvang.



Figuur 15: Gewaslengte Petunia zaai geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

Dezelfde resultaten zijn verkregen bij het stekgoed, alleen zijn daar de onderlinge verschillen iets kleiner (figuur 16).

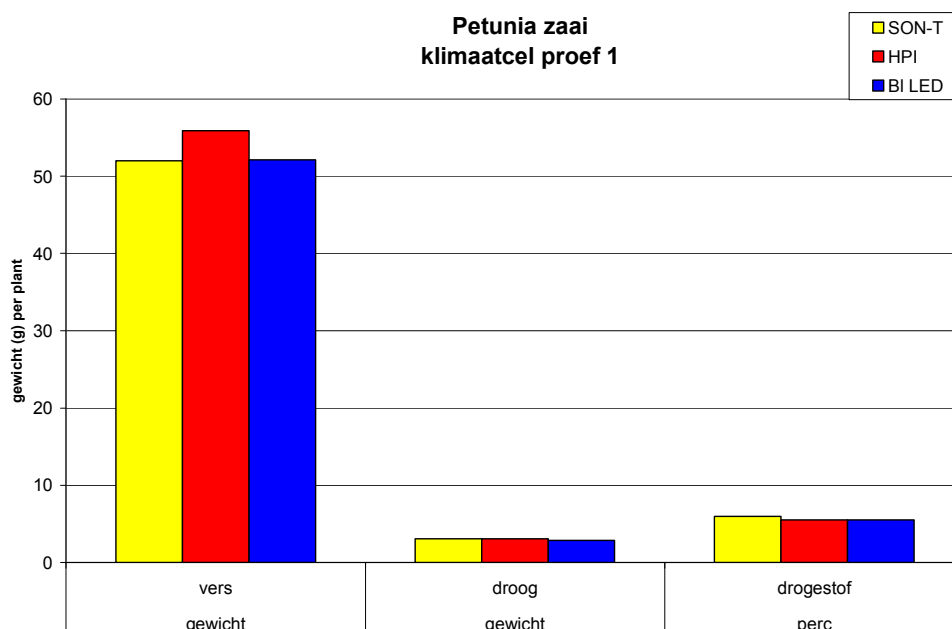


Figuur 16: Gewaslengte Petunia stek geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

3.3.2 Gewichtsbepaling

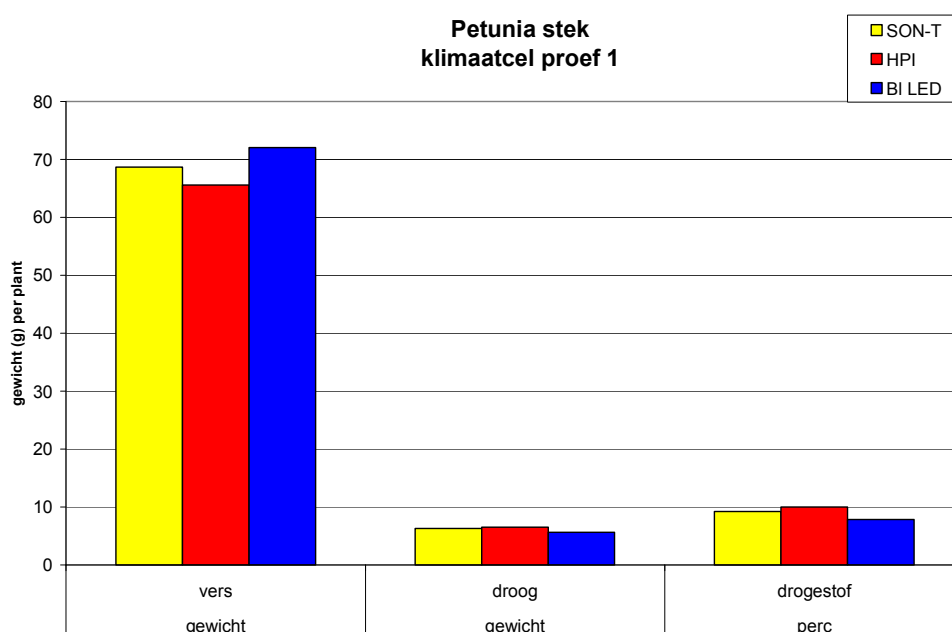
Aan het einde van de klimaatcelproef is per behandeling het vers- en drooggewicht gemeten. In figuur 17 en 18 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef voor respectievelijk zaai- en stekgoed. In figuur 19 en 20 zijn de resultaten van de tweede proef

weergegeven. Bij het zaaigoed is geen significant verschil ontstaan in versgewicht, drooggewicht en het droge stof percentage.



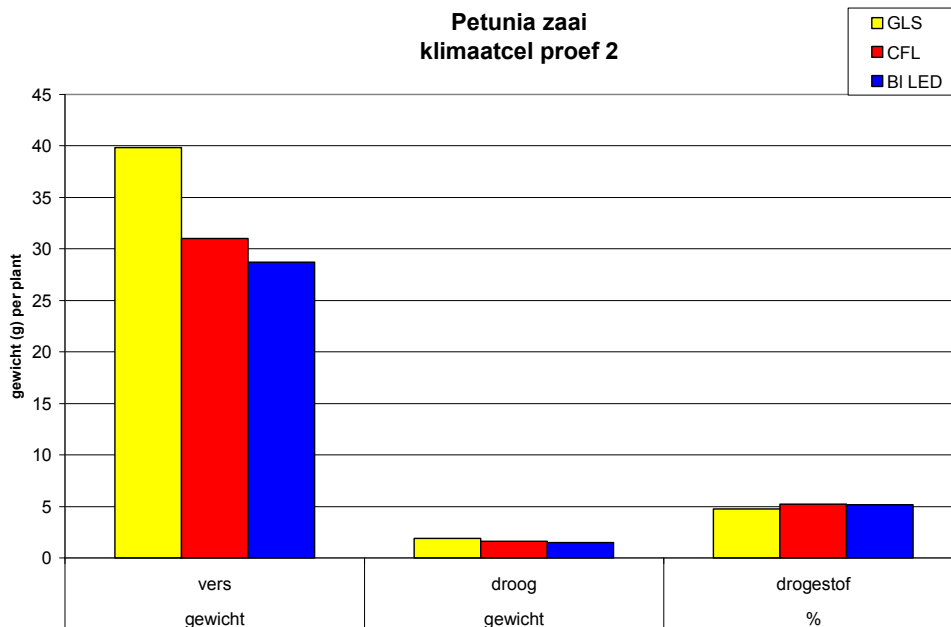
Figuur 17: Gewicht per plant van Petunia zaai geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Het vers- en drooggewicht is ook voor het stekgoed niet significant verschillend. Bij het droge stof percentage is echter wel een verschil waarneembaar. Het droge stof percentage voor de behandeling SON-T+blauw licht is significant het laagst en voor de behandeling met HPI het hoogst (figuur 18).



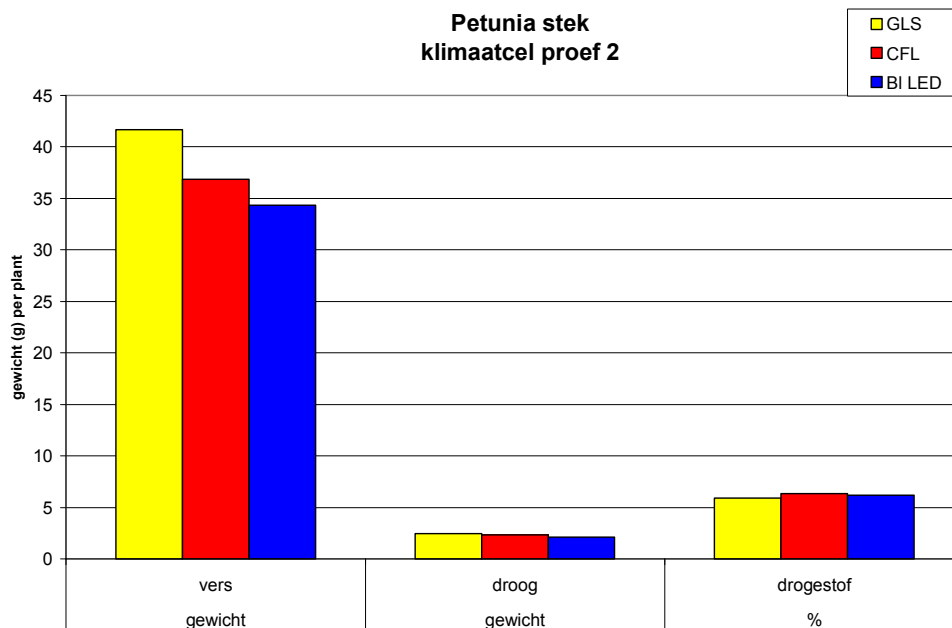
Figuur 18: Gewicht per plant van Petunia stek geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Aan het einde van de tweede proef is het versgewicht van de planten in de behandeling met gloeilampen significant hoger en in de behandeling SON-T+blauw licht het laagst. Het drooggewicht en het percentage droge stof verschillen echter niet (figuur 19).



Figuur 19: Gewicht per plant van Petunia zaai geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

Net als bij het zaaigoed is het versgewicht van de planten in de behandeling met gloeilampen significant het hoogst en in de behandeling SON-T+blauw licht het laagst. Ook hier is geen verschil in drooggewicht en het percentage droge stof aangetoond (figuur 20).

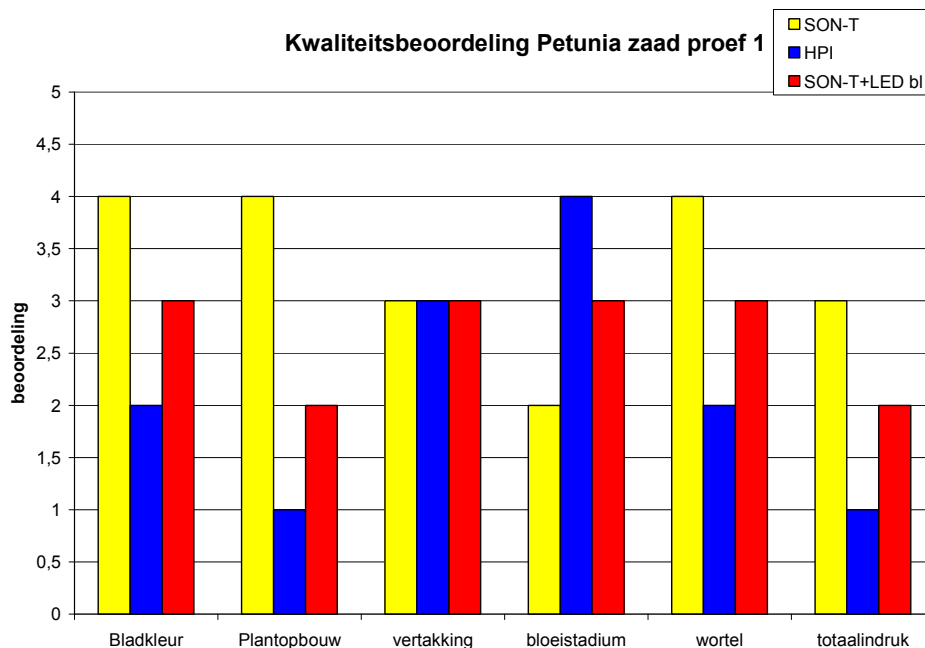


Figuur 20: Gewicht per plant van Petunia stek geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

3.3.3 Kwaliteitsbeoordeling

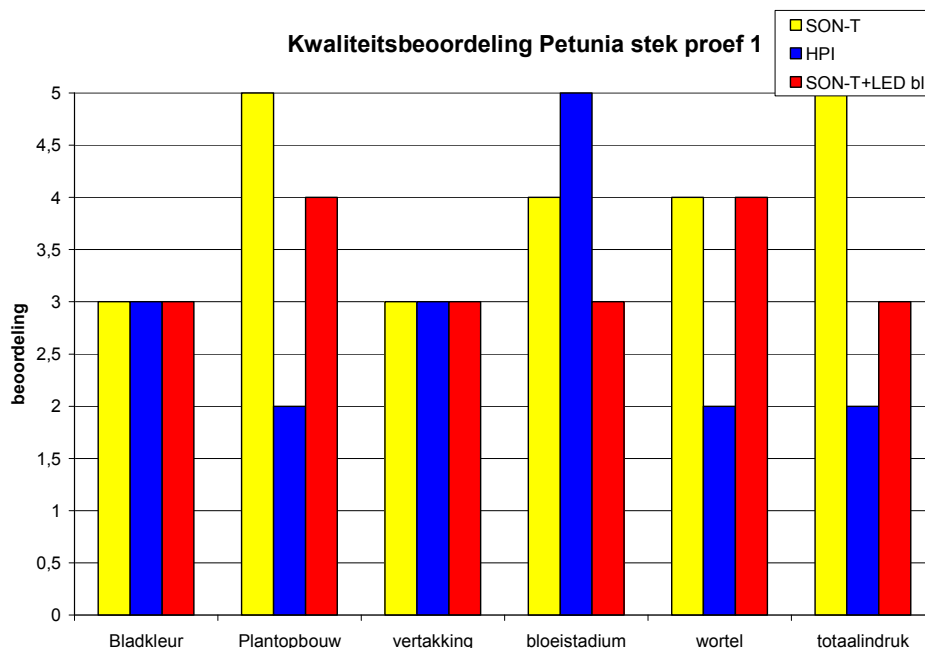
De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 21 en 22 is dit weergegeven voor proef 1 respectievelijk voor het zaad- en stekgoed. In figuur 23 en 24 geldt dit voor proef 2.

De behandeling met SON-T heeft gemiddeld genomen de beste beoordeling. Alleen het bloeistadium blijft achter bij de andere twee behandelingen. Qua bladkleur, plantopbouw en totaalindruk is de HPI- behandeling als minste beoordeeld, hoewel de planten uit deze behandeling de meeste bloei vertoonden. De behandeling SON-T+blauw licht ligt qua beoordeling tussen beide behandelingen in.



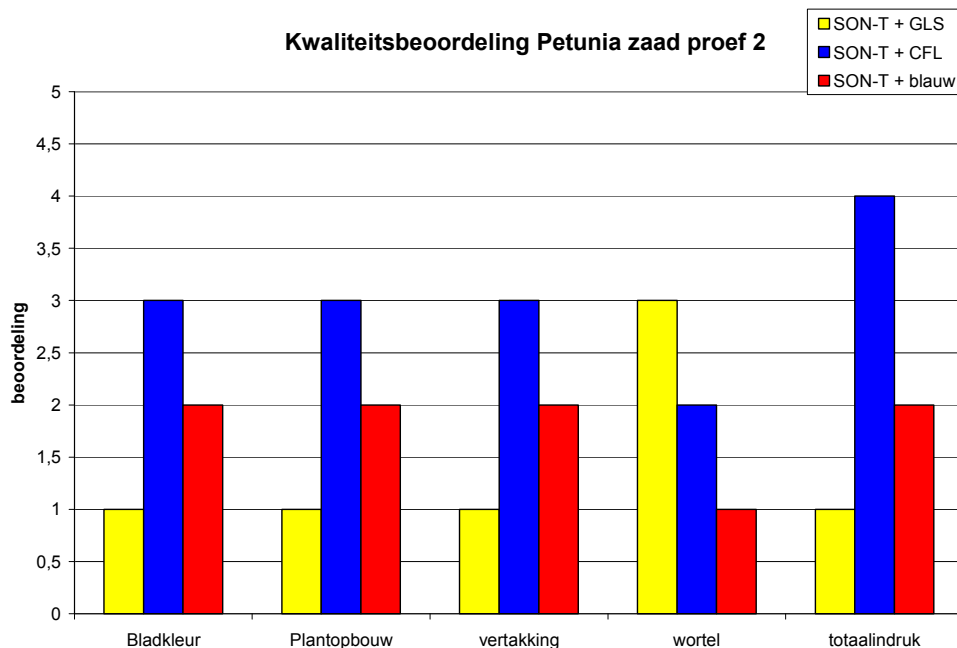
Figuur 21: Kwalitatieve beoordeling van Petunia zaad geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Bij het stekgoed zijn de verschillen iets kleiner, maar qua plantopbouw, wortel en totaalindruk is de behandeling met SON-T ook hier weer als beste beoordeeld. De behandeling met HPI is nu ook weer slecht beoordeeld op de plantopbouw, wortel en totaalindruk en qua bloei het snelst.

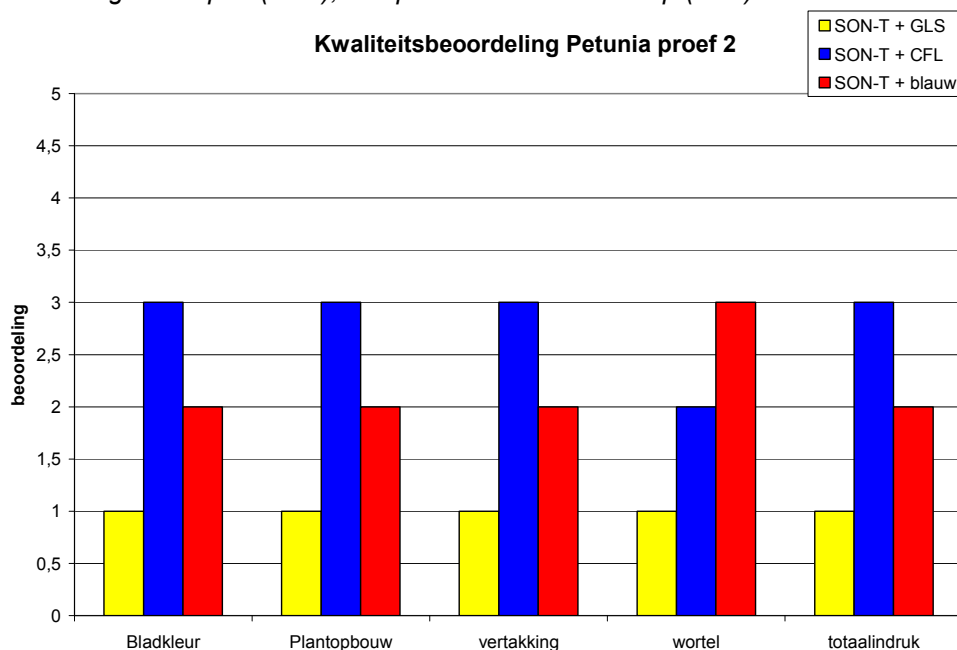


Figuur 22: Kwalitatieve beoordeling van Petunia stek geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

In proef 2 is de kwalitatieve beoordeling voor het zaad- en stekgoed nagenoeg gelijk. Bij het zaaigoed is de dagverlenging met gloeilampen zeer slecht (score 1), alleen de wortelvorming is bij deze behandeling het best beoordeeld (score 3). De dagverlenging met blauw LED is iets beter (score 2), maar qua wortelvorming slecht (score 1). De dagverlenging met CFL heeft de hoogste beoordeling (score 3), alleen de wortelvorming is wat matig (score 2). Bij het stekgoed is de wortelvorming iets beter beoordeeld voor de dagverlenging met blauw LED en slechter voor de dagverlenging met gloeilampen.



Figuur 23: Kwalitatieve beoordeling van Petunia zaad geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.



Figuur 24: Kwalitatieve beoordeling van Petunia stek geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

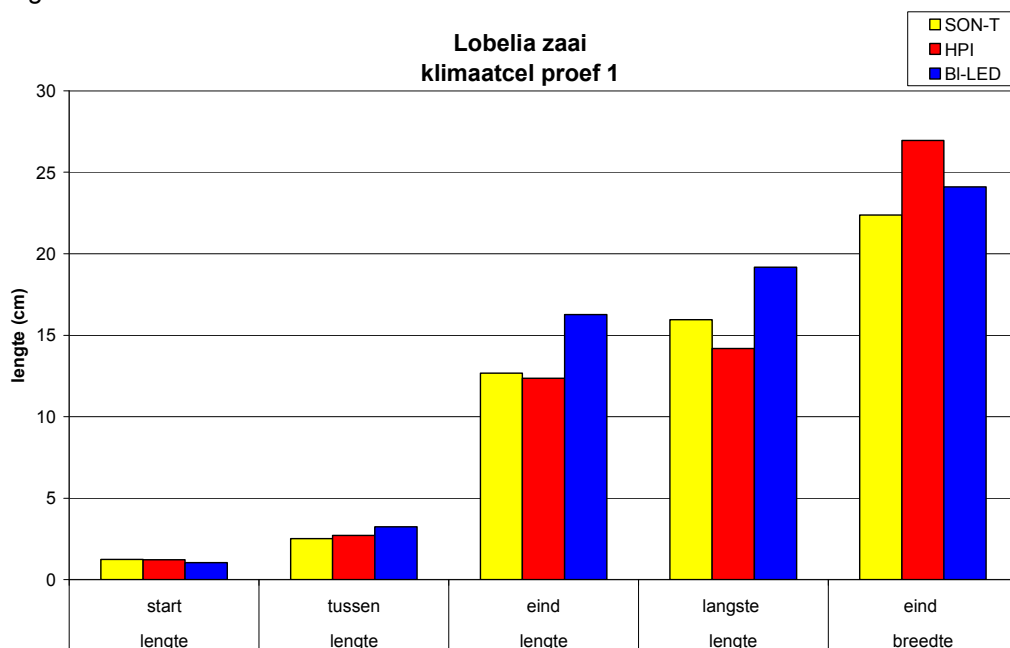
Een foto-overzicht van bovengenoemde behandelingen is weergegeven in bijlage 5. Zowel het gewas als de wortelkluit is gefotografeerd.

3.4 Lobelia zaad en stek

3.4.1 Lengemeting

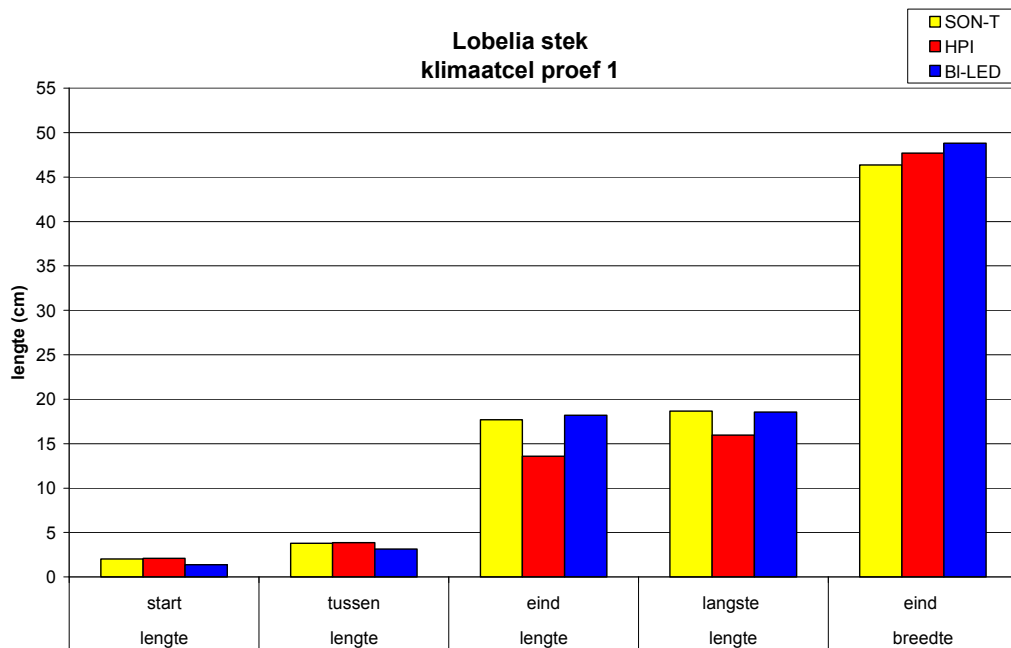
Aan het einde van de klimaatcelproef is de lengte van het gewas gemeten van 3x5 planten per behandeling bij het stekgoed en per clayette van het zaaigoed. In figuur 25 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef voor het zaaigoed en in figuur 26 voor het stekgoed. In de eerste proef is nog een tussenmeting gedaan op het moment dat de planten de lange dag ingingen.

Bij Lobelia zaad is de scheutlengte significant het langst voor de planten bij de behandeling SON-T+blauw licht, dit is ook bij de langste lengte het geval. Hoewel het gewas bij de behandeling HPI de meeste breedte heeft, is hier geen significant verschil aangetoond.



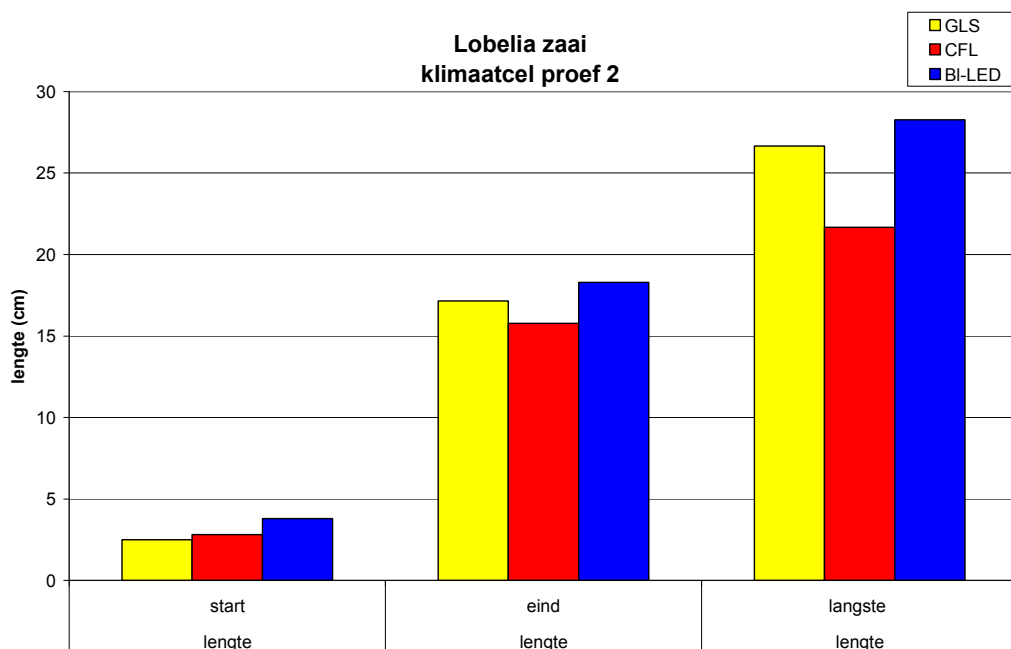
Figuur 25: Gewaslengte Lobelia zaad geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Voor het stekgoed van Lobelia geldt (figuur 26) dat bij de eindmeting de gemiddelde lengte van de planten behandeld met HPI significant korter is. In de breedte verschillen de planten niet veel.



Figuur 26: Gewaslengte Lobelia stek geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

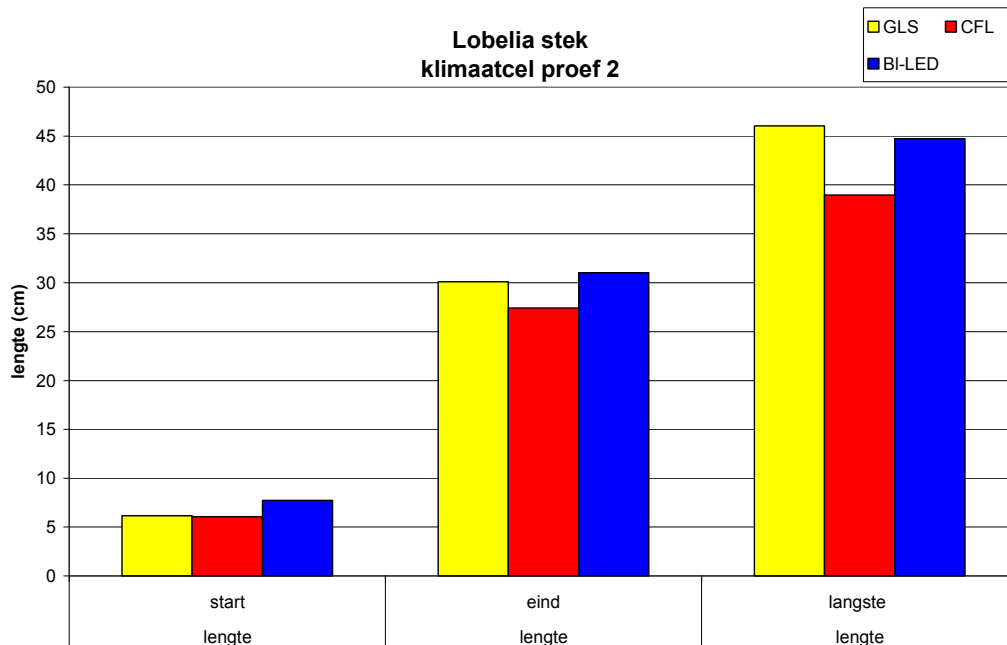
In figuur 27 is de gewaslengte weergegeven per behandeling van de tweede proef voor het zaaigoed en in figuur 28 voor het stekgoed. Hoewel er iets variatie is in lengte, is bij het zaaigoed geen significant verschil gemeten



Figuur 27: Gewaslengte Lobelia zaai geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

Bij het stekgoed is de figuur nagenoeg gelijk, alleen nu zijn er wel significante verschillen aangetoond. Bij de eindmeting zijn de planten met een dagverlenging met CFL gemiddeld

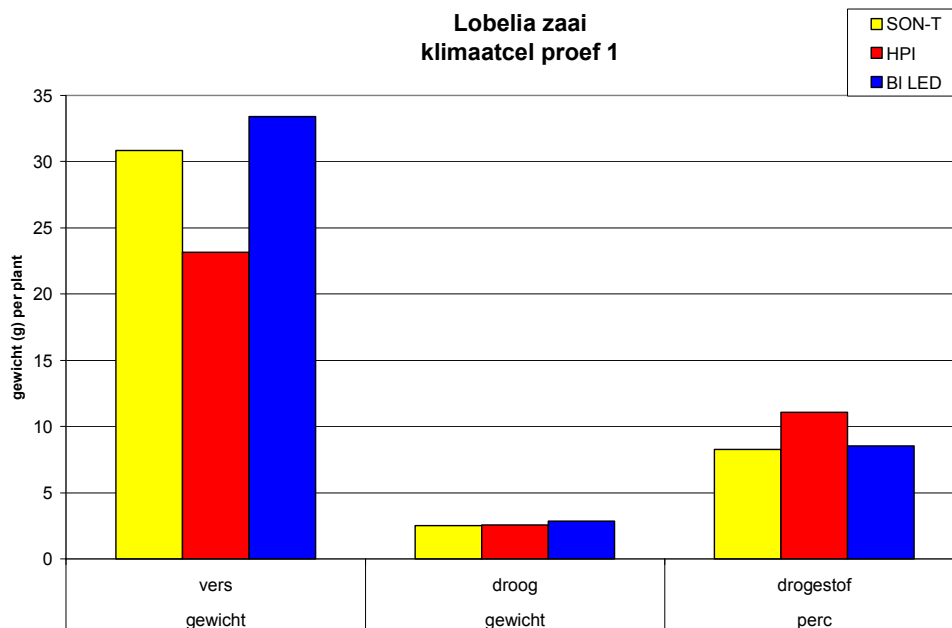
korter. De langste scheutlengte is significant langer bij de dagverlenging met gloeilampen en met blauw LED (figuur 28).



Figuur 28: Gewaslengte Lobelia stek geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

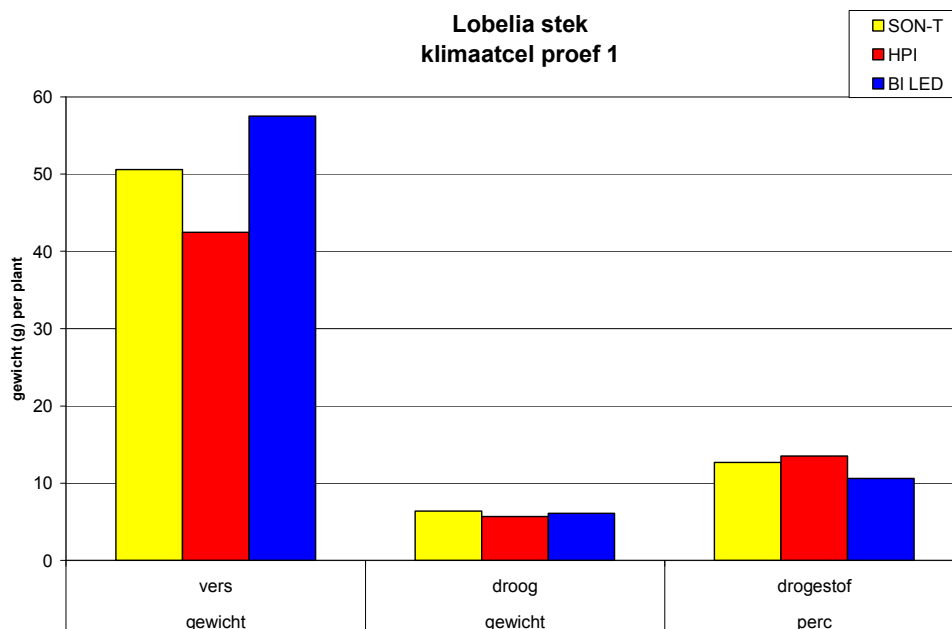
3.4.2 Gewichtsbepaling

Aan het einde van de klimaatcelproef is per behandeling het vers- en drooggewicht gemeten. In figuur 29 en 30 is dit weergegeven per behandeling van de eerste proef voor respectievelijk zaai- en stekgoed. In figuur 31 en 32 zijn de resultaten van de tweede proef weergegeven. Bij het zaaigoed is een significant verschil in versgewicht en het droge stof percentage bij de behandeling met HPI. Het versgewicht is lager, maar het droge stof percentage hoger. Qua drooggewicht is de behandeling SON-T+blauw licht significant zwaarder dan de andere twee behandelingen.



Figuur 29: Gewicht per plant van Lobelia zaai geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

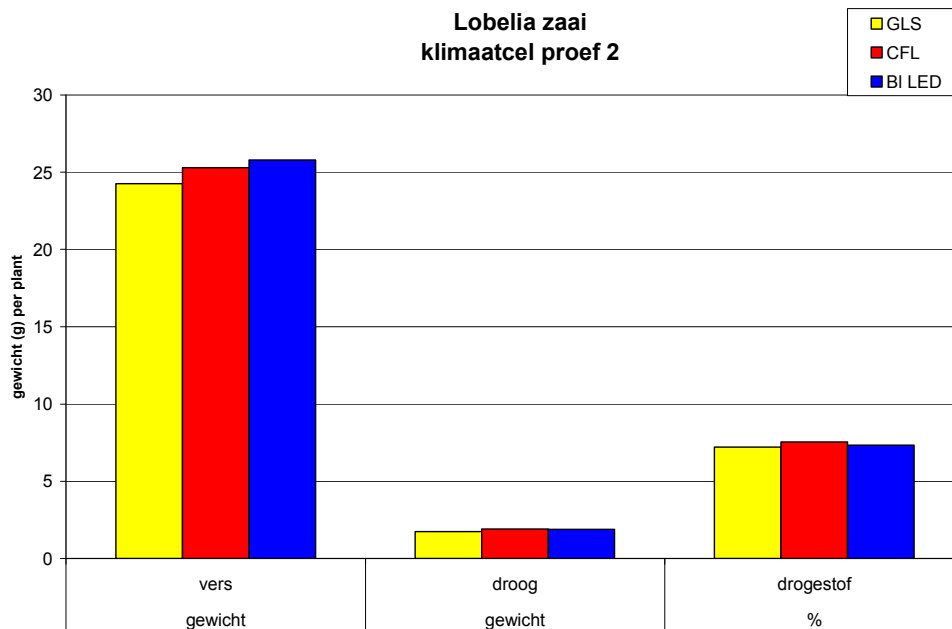
Bij het stekgoed is alleen het droge stof percentage verschillend. Het droge stof percentage voor de behandeling SON-T+blauw licht is significant het laagst en voor de behandeling met HPI het hoogst (figuur 30). Dit was ook waarneembaar in het stekgoed van Petunia (figuur 18).



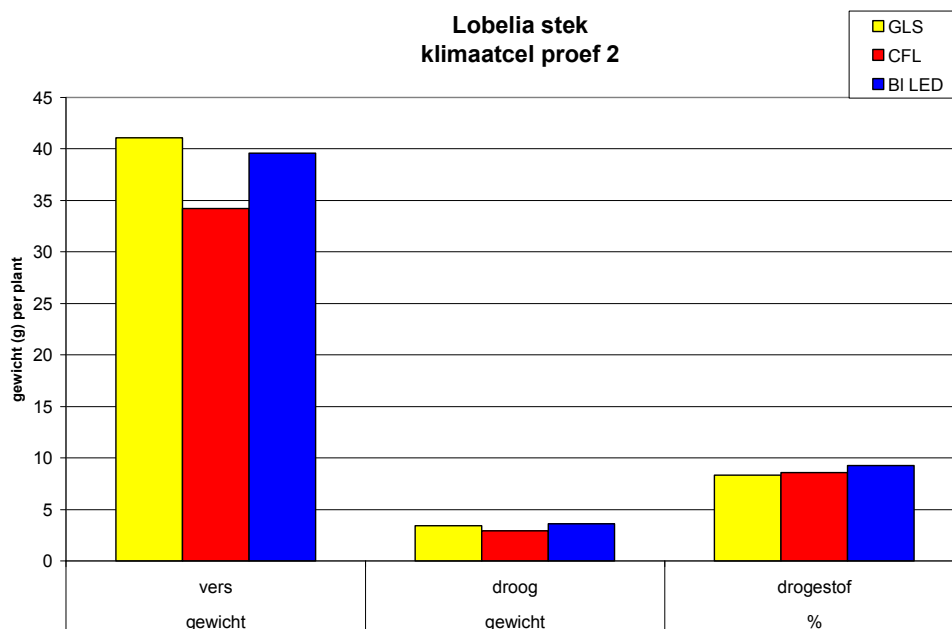
Figuur 30: Gewicht per plant van Lobelia stek geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Aan het einde van de tweede proef is met betrekking tot het versgewicht, het drooggewicht en het droge stofpercentage geen significante verschillen aangetoond tussen de

behandelingen. Dit geldt zowel voor het zaaigoed (figuur 31) als het stekgoed (figuur 32), hoewel bij de dagverlenging met CFL het versgewicht wel duidelijk lager ligt.



Figuur 31: Gewicht per plant van Lobelia zaai geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.



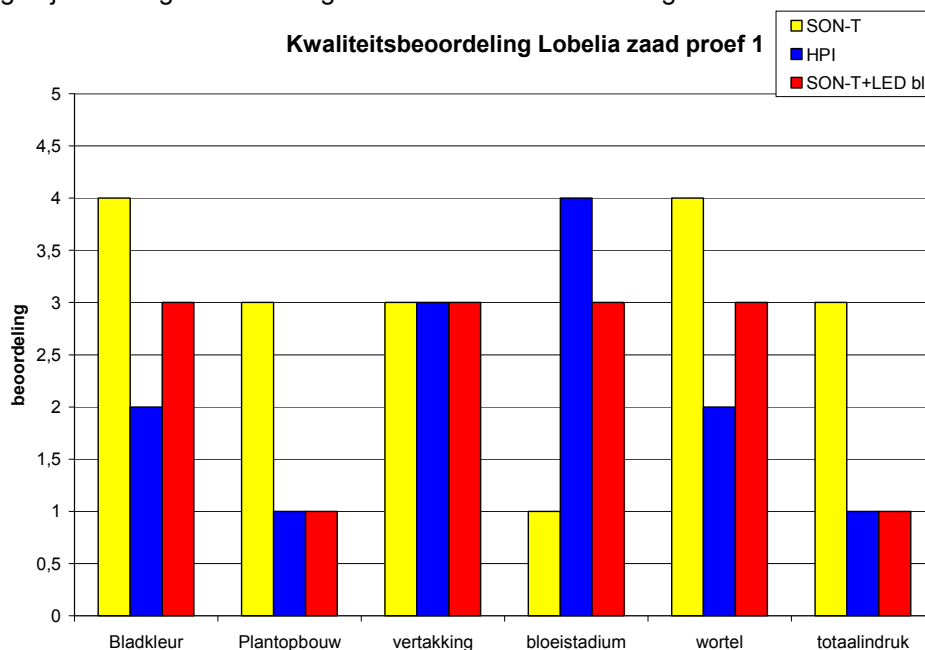
Figuur 32: Gewicht per plant van Lobelia stek geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

3.4.3 Kwaliteitsbeoordeling

De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking

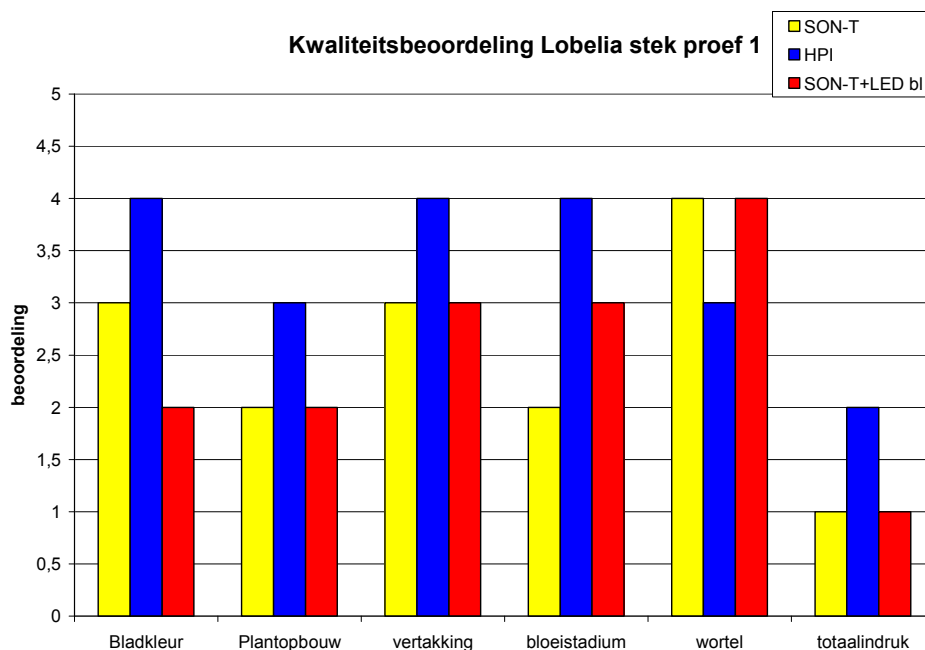
(1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5=veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 33 en 34 is dit weergegeven voor proef 1 respectievelijk voor het zaad- en stekgoed. In figuur 35 en 36 geldt dit voor proef 2.

De behandeling met SON-T heeft net als bij Petunia gemiddeld genomen de beste beoordeling. Alleen het bloeistadium blijft achter bij de andere twee behandelingen. Qua bladkleur en op de wortel is de HPI- behandeling als minste beoordeeld, hoewel de planten uit deze behandeling de meeste bloei vertoonden. De behandeling SON-T+blauw licht is qua plantopbouw en totaalindruk erg laag, maar gelijk aan de HPI behandeling en ligt bij de overige beoordelingen tussen beide behandelingen in.



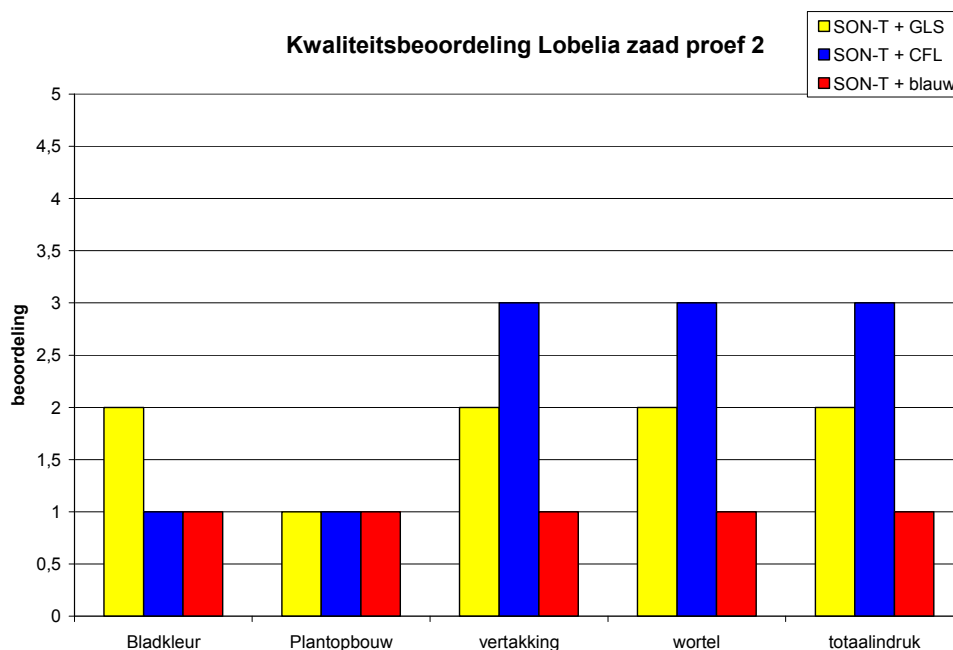
Figuur 33: Kwalitatieve beoordeling van Lobelia zaad geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

Bij het stekgoed is de beoordeling duidelijk anders. De behandeling met HPI scoort nu goed, met uitzondering op de wortel. De behandeling SON-T+blauw licht is matig, maar heeft nog wel een goede wortelvorming. De behandeling alleen SON-T doet het qua bladkleur beter dan de behandeling SON-T+blauw licht, maar qua bloeirijkheid minder.



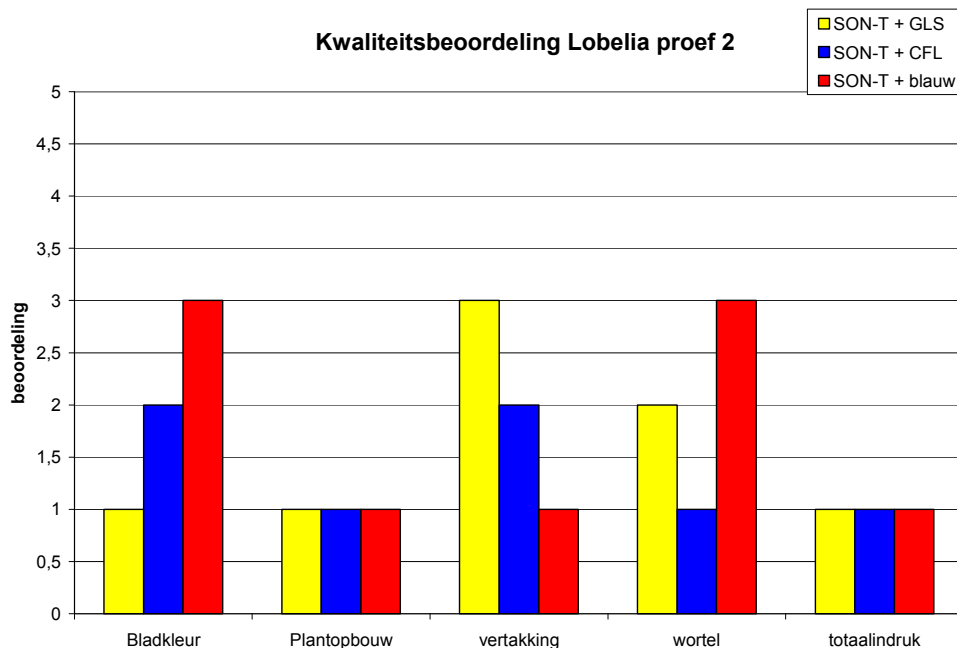
Figuur 34: Kwalitatieve beoordeling van Lobelia stek geteeld bij een lichtbehandeling gedurende de dag met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht.

In proef 2 is de kwalitatieve beoordeling voor het zaaigoed matig voor de dagverlenging met gloeilampen, waarbij de plantopbouw minimaal is (score 1). De dagverlenging met blauw LED is het minst (score 2) en de dagverlenging met CFL redelijk met betrekking tot vertakking, wortel en totaalindruk (score 3) en slecht met betrekking tot de bladkleur en plantopbouw.



Figuur 35: Kwalitatieve beoordeling van Lobelia zaad geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

De beoordeling bij het stekgoed is ook minimaal. Bij de bladkleur is dagverlenging met gloeilampen minimaal beoordeeld, vervolgens dagverlenging met CFL en daarna dagverlenging met blauw LED. Qua plantopbouw en totaalindruk zijn de drie behandelingen allen als slecht beoordeeld (score 1). Qua vertakking reageert de dagverlenging met gloeilamp het best, gevolgd door dagverlenging met CFL en tot slot dagverlenging met blauw LED. Op de wortel is de dagverlenging met blauw LED het best beoordeeld, gevolgd door de dagverlenging met gloeilampen en tot slot de dagverlenging met CFL.



Figuur 36: Kwalitatieve beoordeling van Lobelia stek geteeld bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), compacte fluorescentielamp (CFL) of blauw LED.

Een foto-overzicht van bovengenoemde behandelingen is weergegeven in bijlage 5. Zowel het gewas als de wortelkluif is gefotografeerd.

4 Materiaal en methode kasproef

4.1 Proefopzet kassituatie

Naar aanleiding van de resultaten van de klimaatcellenproeven is een proef op een praktijkbedrijf in de kas opgesteld. Er is nagenoeg hetzelfde sortiment gebruikt, welke wederom geleverd is door Syngenta Seeds B.V.

Stekgoed:

- Petunia Hybrida Surfinia 'Blue Sunblu'
- Verbena Hybrida Magelana Scarlet 'Carsca'
- Lobelia erinus 'Sky Blue'
- Fuchsia Hybrid 'Mini Roos'

Zaaigoed:

- Petunia grandiflora Bravo 'Purple Star'
- Lobelia erinus 'Paper Moon'

In week 7 (2009) zijn de planten opgepot, met uitzondering van Petunia 'Blue Sunblu' welke door leveringsproblemen in week 8 opgepot is. Na een korte doorwortelingsfase is de lichtbehandeling in week 8 gestart. Per behandeling zijn 3 herhalingen aangehouden. In tabel 5 zijn de proeffactoren met de bijbehorende niveaus weergegeven.

Tabel 5: Overzicht proeffactoren en niveaus.

Proeffactor	Aantal niveaus	Beschrijving	Behandeling
Gewassen	6	Petunia / Surfinia (stek)	
		Lobelia (stek)	
		Verbena (stek)	
		Fuchsia (stek)	
		Petunia (zaad)	
		Lobelia (zaad)	
Lichtkwaliteit (kleur)	5	Onbelicht	Controle
		10 uur onbelicht + dagverlenging met gloeilamp	GLS
		10 uur onbelicht + dagverlenging met compacte fluorescentielamp (CFL)	CFL
		10 uur onbelicht + dagverlenging met blauw LED	blauw LED
		10 uur onbelicht + dagverlenging met combinatie van CFL en blauw LED	CFL+blauw LED
Herhaling	3		

Per gewas en belichtingsbehandeling is 3 m² teeltoppervlak aangehouden. Voor de LED-belichting is uitgegaan van kleinere velden (1,5 m²). Per behandeling zijn 3 herhalingen

aangehouden (1 herhaling per m²). Een overzicht is weergegeven in bijlage 3. De behandelingen zijn zodanig neergelegd dat er geen stuurlichteffect aanwezig was van de ene behandeling op de andere behandelingen. Dit is nagemeten met een spectrofotometer.

De cyclische dagverlenging volgde na zon onder. In week 8 betekende dit rond 18.00 uur. Na de dag branden de lampen bij de diverse behandelingen 12 minuten, vervolgens gaat alles 60 minuten uit, voordat de volgende lichtbehandeling van 12 minuten weer aan gaat. De lampen gaan in totaal 7x aan, waardoor er een dagverlenging ontstaat van 7 uur en 24 minuten. Vervolgens kregen de planten een minimale aaneengesloten donkertijd van 4.00 uur (bijlage 4). Elke week valt het moment van zon onder $\pm$ 12 minuten later.

4.2 Teeltgegevens kassituatie

Het stek is in week 7 opgepot in een 10,5 cm pot en de zaailingen in clayettes. Er is geteeld op gronddoek, waarbij de planten overlans beregend werden met een gietboom.

Het stek is voor aanvang van de proef getopt en vervolgens opgepot. Fuchsia is vanwege de geringe lengte niet bij het oppotten getopt in week 7, maar in week 8. Verbena en Fuchsia zijn op 2 bladparen getopt en Lobelia is getopt op drie bladparen. De planten zijn na het oppotten pot aan pot uitgezet en in week 14 wijder gezet op een eindafstand van 45 planten / m². De clayettes zijn niet uitgezet.

De groeiregulatie door middel van remmiddelen is minimaal toegepast om het effect van het lichtspectrum niet teveel te beïnvloeden. Met name Petunia en Lobelia bleken teveel lengtegroei te creëren en daarom zijn deze gewassen geremd volgens onderstaande tabel. Bij deze gewassen zijn alle lichtbehandeling op dezelfde wijze geremd.

Tabel 6: Overzicht rembehandelingen in Petunia en Lobelia.

Week	Dosering per 100 l
10	90 ml CCC en 250 g Alar 64
11	-
12	80 ml CCC en 200 g Alar 64 en 100 ml Bonzi
13	80 ml CCC en 200 g Alar 64 en 100 ml Bonzi
14	80 ml CCC en 200 g Alar 64 en 100 ml Bonzi
15	80 ml CCC en 200 g Alar 64
16	80 ml CCC en 200 g Alar 64

De EC waarde van de voedingsgift was 2,0 mS/cm. De samenstelling van voedingsoplossing staat weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Overzicht meststoffen éénjarige zomerbloeiërs

Hoofdelementen (mmol/l)	Kalium	Calcium	Magnesium	N- totaal	N-NH ₄	N-NO ₃	Sulfaat	Fosfaat
	10.4	3.5	1.0	17.4	0.6	16.9	1.0	1.1
Spoorelementen (μmol/l)	IJzer	Mangaan	Zink	Borium	Koper	Molybdeen		
	15.6	5.3	1.8	21.9	0.8	0.9		

De potgrondsamenstelling bestond uit een mengsel op basis van tuinturf, veenmosveen, klei en bark. Qua meststoffen is 1 kg mengmest toegevoegd en de pH was rond de 5,8.

In de kas is de ingestelde ruimtetemperatuur 15°C bij een RV van 75-80%. CO₂ is niet gedoseerd. Gezien de tijd van het jaar en de ingestelde stooktemperatuur is de luchting minimaal geweest. De proef is in week 17 beëindigd.

Er zijn geen bestrijdingsmaatregelen uitgevoerd.

4.3 Waarnemingen

Bij opzet van de proef:

- Belichtingsniveau en de lichtverdeling zijn op planthoogte in de kassituatie doorgemeten.
- Lichtkwaliteit lampen zijn gemeten middels een spectrofotometer.
- Planten zijn geselecteerd op uniformiteit (marge maximaal 10%).
- Uitvoeren van lengtemetingen aan 5 planten per proefveld, zaaigoed is per clayette gemeten.
- Uitvoeren van vers- en drooggewichtbepalingen per proefveld.

Bij de eindmeting:

- Uitvoeren van lengtemetingen aan 5 planten per proefveld, zaaigoed is per clayette gemeten.
- Uitvoeren van vers- en drooggewichtbepalingen.
- Kwalitatieve beoordeling per gewas per behandeling uitgevoerd.

Gedurende het onderzoek zijn regelmatig foto's gemaakt.

4.4 Verwerking

De behandelingseffecten zijn met behulp van variantie-analyse getoetst. Hierbij is gebruik gemaakt van het statistische programma GENSTAT. Er is getoetst met een onbetrouwbaarheid van 5% ($P < 0,05$).

5 Resultaten kasproef

5.1 Lichtmeting

Aangezien de proefvelden in één kap zijn neergelegd, was een lichtmeting noodzakelijk om effect van het naastliggende proefveld uit te sluiten. Metingen met de spectrofotometer wezen uit dat enkele meters buiten de lichtbron er nog weinig van het lichtspectrum te meten was. Daarnaast branden de diverse lampen tijdens de proef gelijktijd, waardoor het effect van eventuele overlap nog verder gereduceerd is. Tevens zijn na zon onder metingen uitgevoerd met een PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) en Watt (W/m^2) meter om het gerealiseerde lichtniveau van de verschillende behandelingen te registreren. Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze waarden.

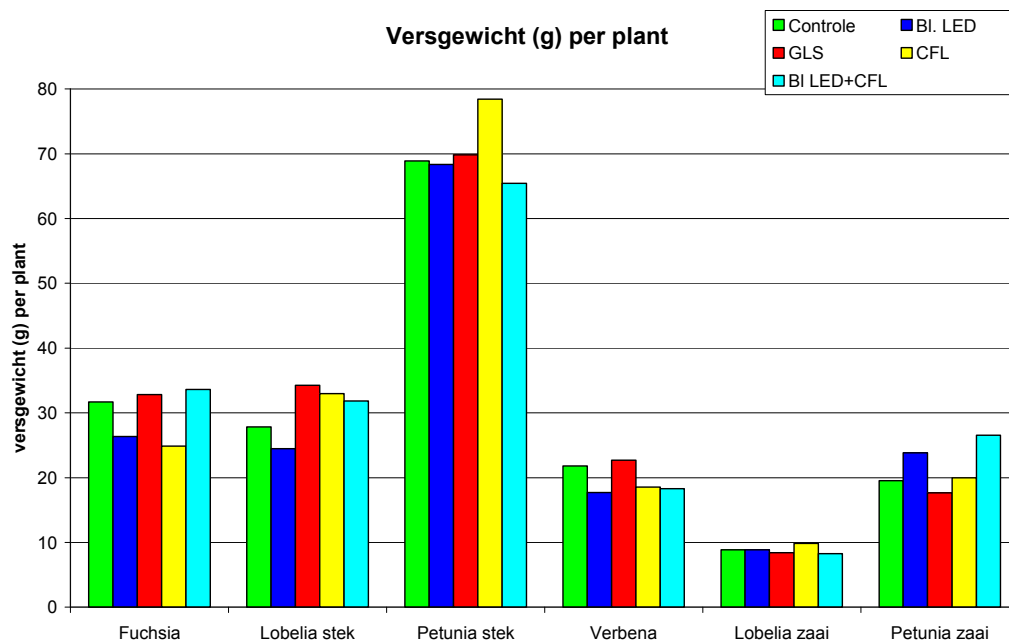
Tabel 8: Overzicht lichtmetingen in de kasproef.

Meting	$\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$
Blauwe LED +CFL	19.2-21.0
Blauwe LED	16.5-20.0
CFL	± 0.5
GLS (gloeilamp)	1.4 -1.5

5.2 Vers- en drooggewicht totaal

Aan het einde van de teelt is per behandeling en per gewas het vers- en drooggewicht gemeten en het droge stof percentage bepaald. De verschillen die ontstaan zijn, zijn minimaal. In figuur 37 is een overzicht gegeven van het versgewicht van de verschillende gewassen. Bij Fuchsia zijn de planten uit de dagverlenging met CFL en met blauw LED lager in versgewicht dan de overige drie behandelingen. Bij Lobelia stek is de controle en de dagverlenging met blauw LED lager in versgewicht. Bij Petunia stek ligt het versgewicht redelijk gelijk, alleen dagverlenging met CFL geeft extra versgewicht. Bij Verbena en Lobelia zaai zijn de verschillen niet significant tussen de behandelingen en ook bij Petunia zaai geldt dit, alhoewel er wat meer variatie in het versgewicht aanwezig is.

Gezien de geringe effecten van de dagverlenging op de totale PAR-lichtsom was ook de verwachting dat de verschillen in plantgewicht gering zouden zijn.

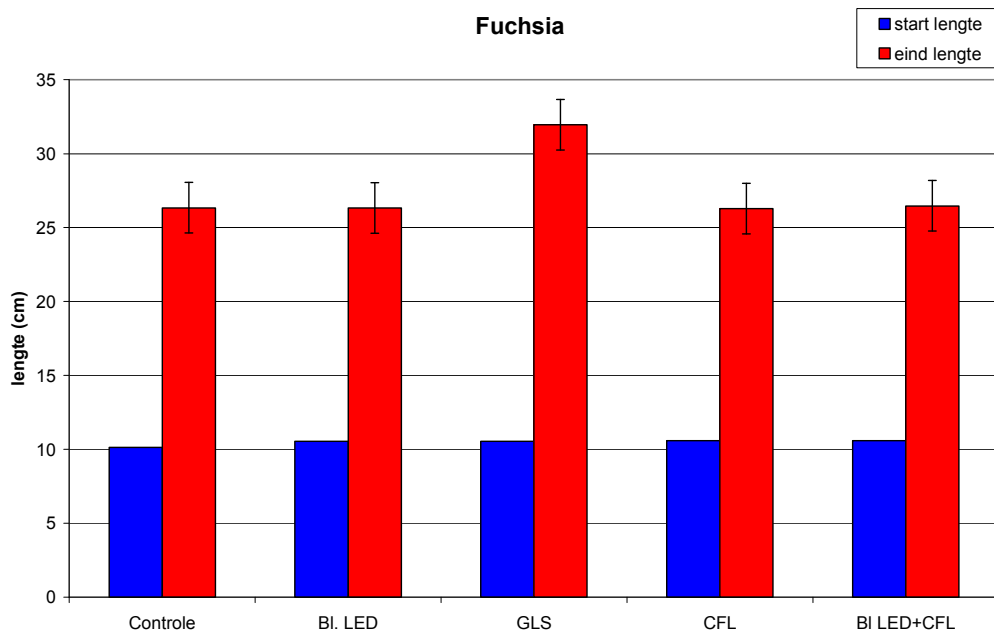


Figuur 37: Gewicht per plant van de 6 gewassen geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED en bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.3 Fuchsia stek

5.3.1 Lengtemeting

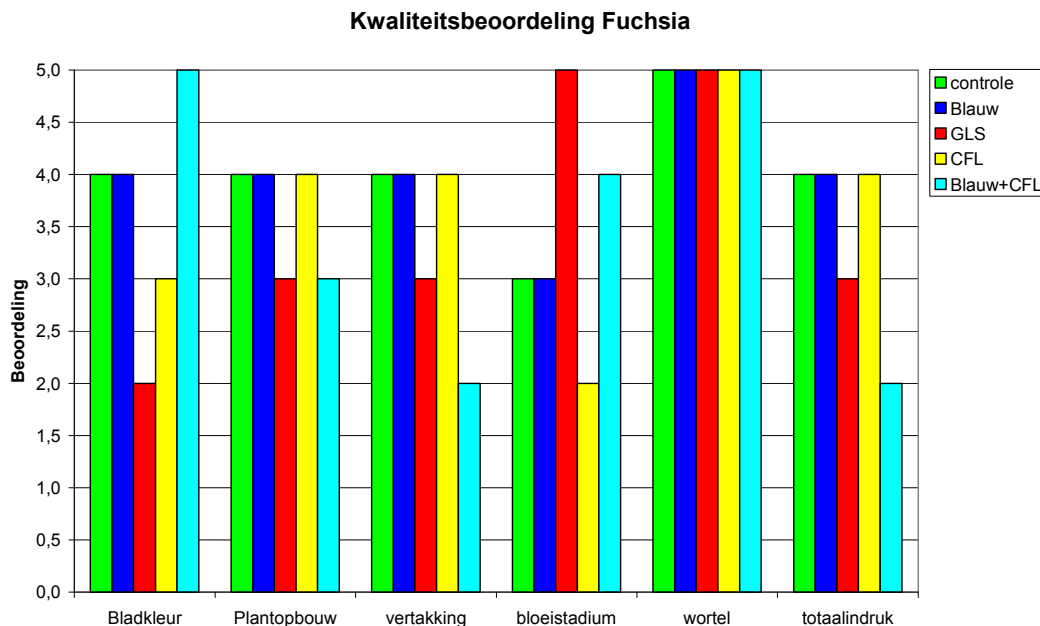
Naast het versgewicht is bij de begin- en eindmeting ook een lengtebepaling uitgevoerd. In figuur 38 is dit weergegeven voor Fuchsia. Bij aanvang van de proef is tussen de behandelingen geen verschil in lengte waar te nemen, maar aan het einde van de teelt is de behandeling met dagverlenging door gloeilampen beduidend langer dan de overige behandelingen. Verschil tussen de overige behandelingen is er nagenoeg niet.



Figuur 38: Lengte per plant van Fuchsia geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED en bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.3.2 Kwaliteitsbeoordeling

De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 39 is dit weergegeven voor Fuchsia.



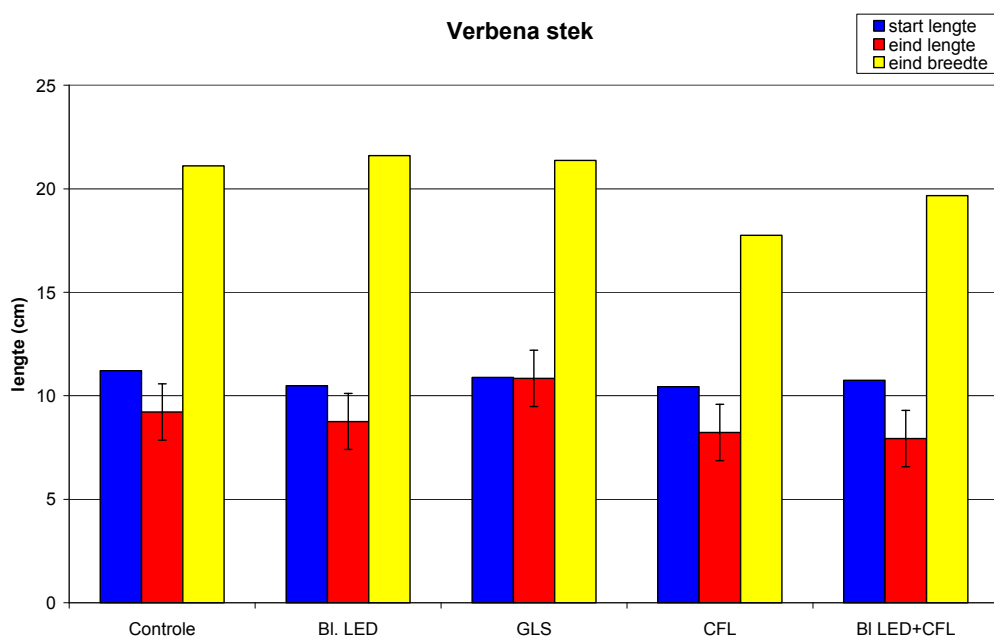
Figuur 39: Kwalitatieve beoordeling van Fuchsia geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED en bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

De behandelingen onbelicht (controle) en blauw LED zijn kwalitatief gelijk beoordeeld. Qua bladkleur vallen met name de dagverlenging met gloeilamp en CFL negatief op, terwijl de dagverlenging met de combinatie blauw LED+ CFL erg goed beoordeeld wordt. Bij bloeistadium geeft de dagverlenging met gloeilamp de beste bloei, terwijl deze wat achter blijft bij de dagverlenging met CFL. De wortelvorming is bij alle behandelingen goed te noemen. De plantopbouw, de vertakking en de totaalindruk zijn iets minder bij de dagverlenging met gloeilamp en bij blauw LED + CFL.

5.4 Verbena stek

5.4.1 Lengtemeting

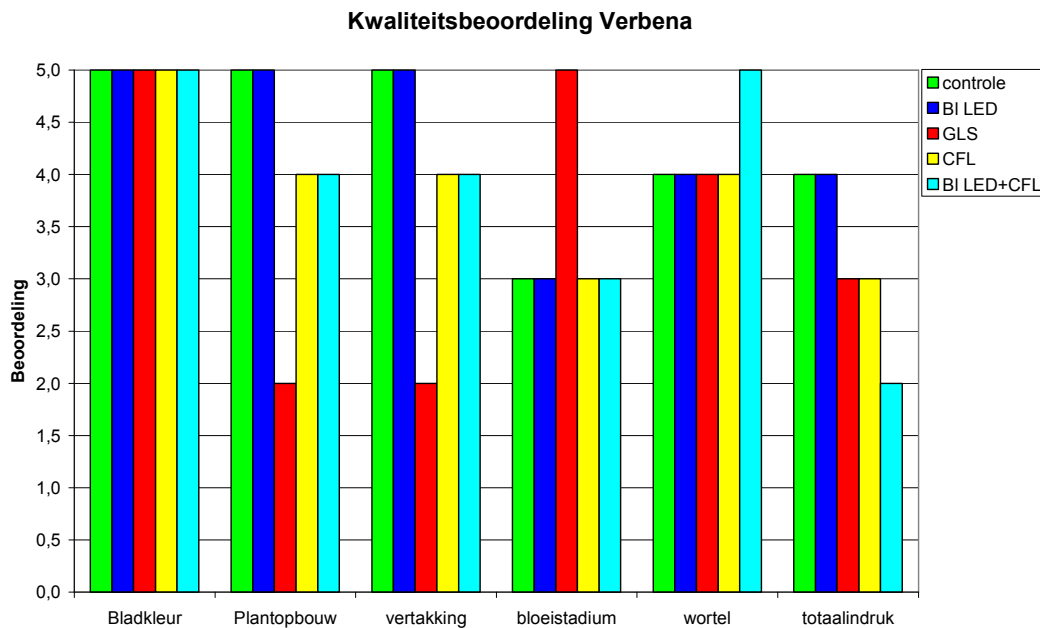
Bij Verbena is naast de lengtebepaling aan het einde van de teelt gezien de groeiwijze van het gewas ook nog een breedtebepaling gedaan. Door het uitzakken van het gewas nam de lengte namelijk af en nam de breedte toe. In figuur 40 staat deze weergegeven. De beginlengte is voor alle behandelingen gelijk. Bij de lengte valt op dat de dagverlenging met gloeilampen de meeste lengtegroei geeft, maar in breedtegroei is er geen significant verschil.



Figuur 40: Lengte per plant van Verbena geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED en bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.4.2 Kwaliteitsbeoordeling

De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 41 staat dit weergegeven voor Verbena. Net als bij Fuchsia geldt ook hier dat de controle en de behandeling met blauw LED niet van elkaar verschillen. Daarnaast is de bladkleur bij alle behandelingen goed te noemen. De behandeling met gloeilamp is het slechtst beoordeeld bij de plantopbouw en vertakking, maar scoort weer goed bij de bloeirijpheid. De behandelingen CFL en CFL+blauw LED zijn qua plantopbouw en vertakking iets lager beoordeeld dan de controle, maar de wortels zijn juist bij de behandeling CFL+blauw LED erg goed beoordeeld. Qua totaalindruk scoort deze behandeling het laagst.

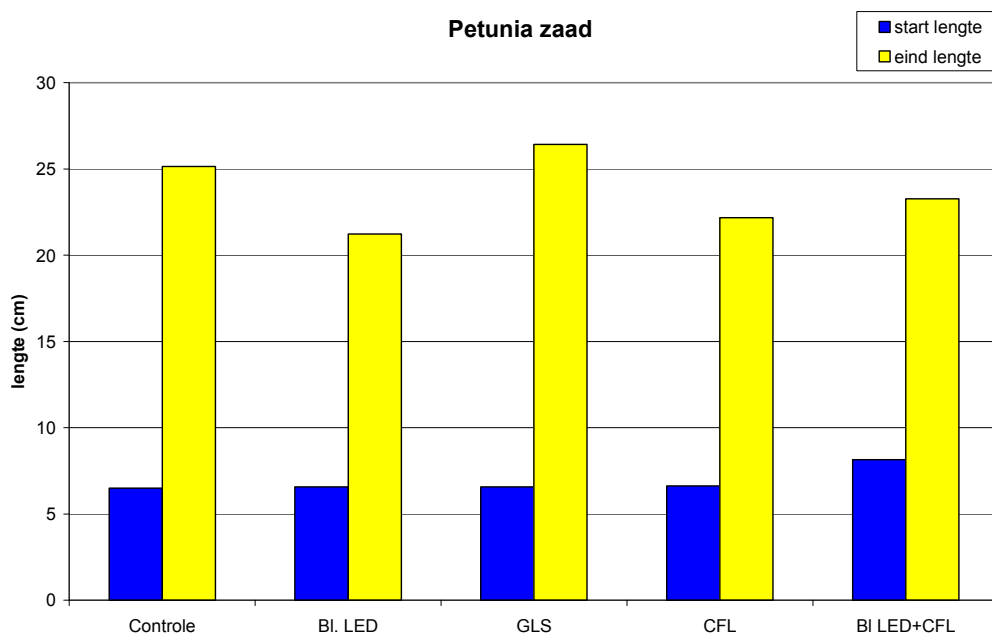


Figuur 41: Kwalitatieve beoordeling van Verbena geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED en bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.5 Petunia zaad en stek

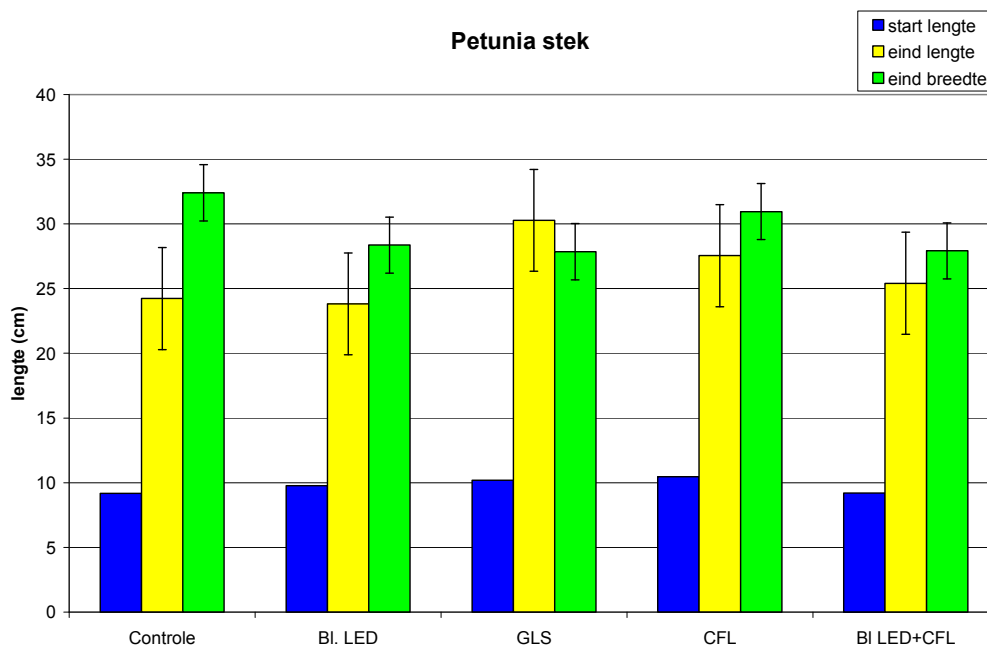
5.5.1 Lengtemeting

Bij Petunia is zowel zaad- als stekgoed toegepast in de proef. De begin- en eindlengte staan weergegeven in figuur 42. Bij de eindwaarneming zijn geen significant aantoonbare verschillen ontstaan tussen de behandelingen. De meeste lengtegroei is ook hier geconstateerd bij een dagverlenging met gloeilampen.



Figuur 42: Lengte per plant van Petunia zaad geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

Ook voor Petunia stek is de eindlengte gemeten en gezien de groeiwijze ook de eindbreedte. De planten bij de dagverlenging met gloeilampen hebben significant de meeste eindlengte, zeker ten opzichte van de controle en de behandeling met blauw LED. De gewasbreedte is significant groter voor de planten bij de behandeling zonder dagverlenging (controle), gevolgd door de planten bij een dagverlenging met CFL. De eindlengte van de planten behandeld met gloeilampen, blauw LED of een combinatie van CFL+blauw LED is redelijk gelijk te noemen. Figuur 43 laat zien dat de combinatie CFL+blauw LED zowel op de lengte als op de breedte een compactere groei geeft.

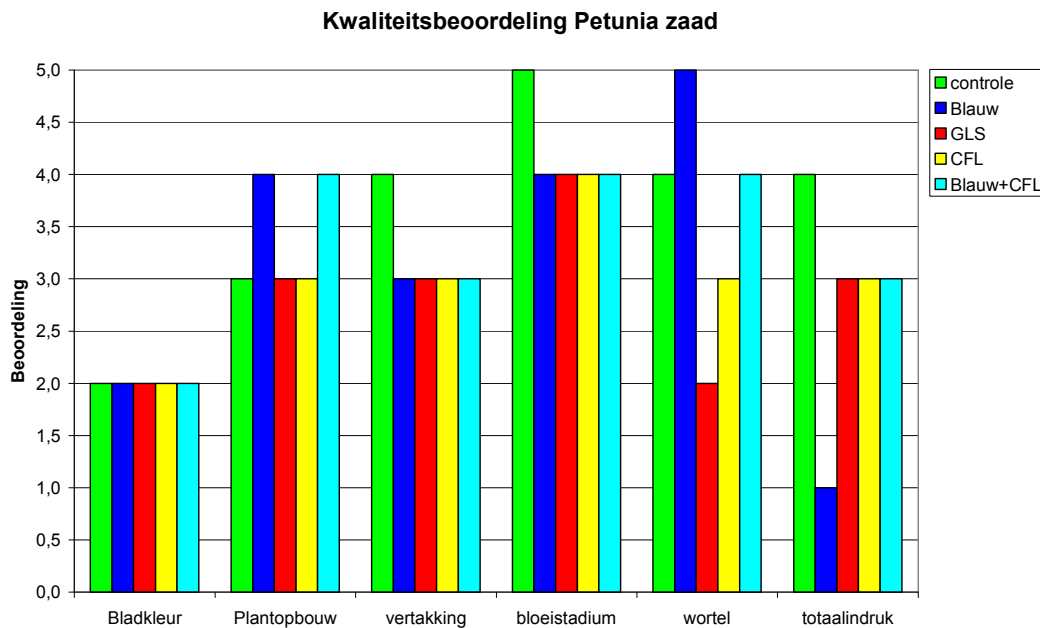


Figuur 43: Lengte per plant van Petunia geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.5.2 Kwaliteitsbeoordeling

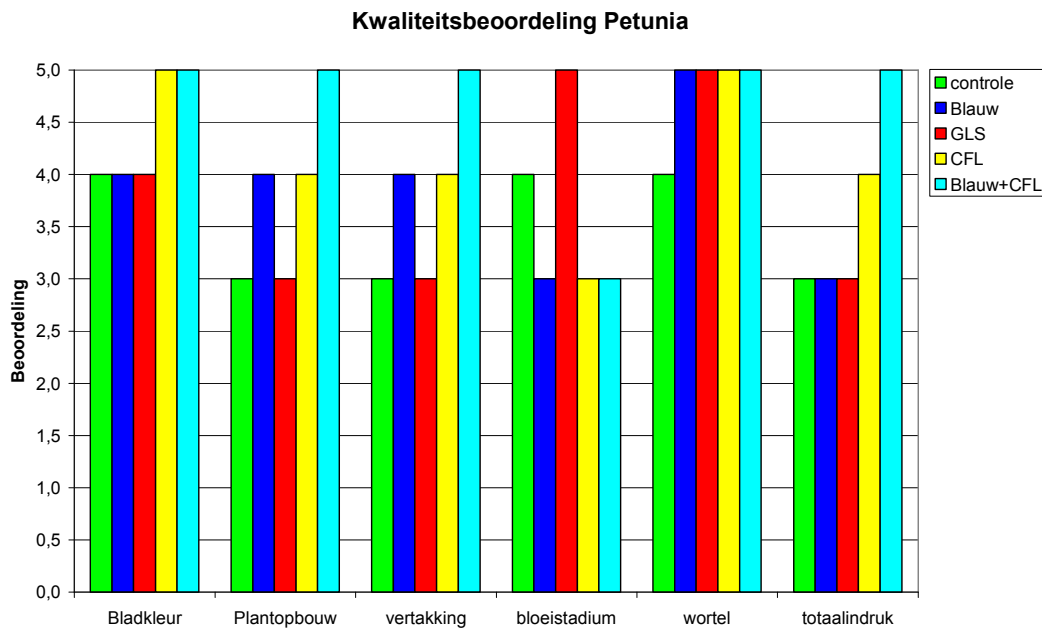
De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 44 is de kwaliteitsbeoordeling van Petunia zaad weergegeven en in figuur 45 van Petunia stek.

Bij Petunia zaad is de bladkleur voor alle behandelingen gelijk, maar aan de lichte kant. De plantopbouw is wat beter voor de behandeling blauw LED en CFL+blauw LED. Qua vertakking en bloeirijpheid is de controle 1 punt hoger beoordeeld, waardoor deze behandeling bij de totaalindruk ook het beste scoort. Met betrekking tot de wortels zijn er meer verschillen zichtbaar. Blauw LED scoort zeer goed (5), de controle en CFL+blauw LED iets minder (4), vervolgens CFL (3) en tot slot de gloeilamp met een matige beoordeling (2). Hoewel blauw LED op de losse onderdelen redelijk tot goed scoort, is de totaalindruk toch duidelijk rommeliger dan bij de overige behandelingen, waardoor deze met een 1 beoordeeld wordt.



Figuur 44: Kwalitatieve beoordeling van Petunia zaad geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

Voor Petunia stek is de variatie tussen de behandelingen wat meer gelijk. CFL+blauw LED scoort goed, alleen op het bloeistadium wat minder (figuur 45). Alleen CFL of alleen blauw LED doen het wat minder bij de plantopbouw en de vertakking, waarbij blauw LED ook nog lager scoort op de bladkleur. De controle planten en de planten geteeld bij de behandeling met gloeilampen krijgen de minste beoordeling qua plantopbouw en vertakking, maar het bloeistadium is beduidend beter te noemen.

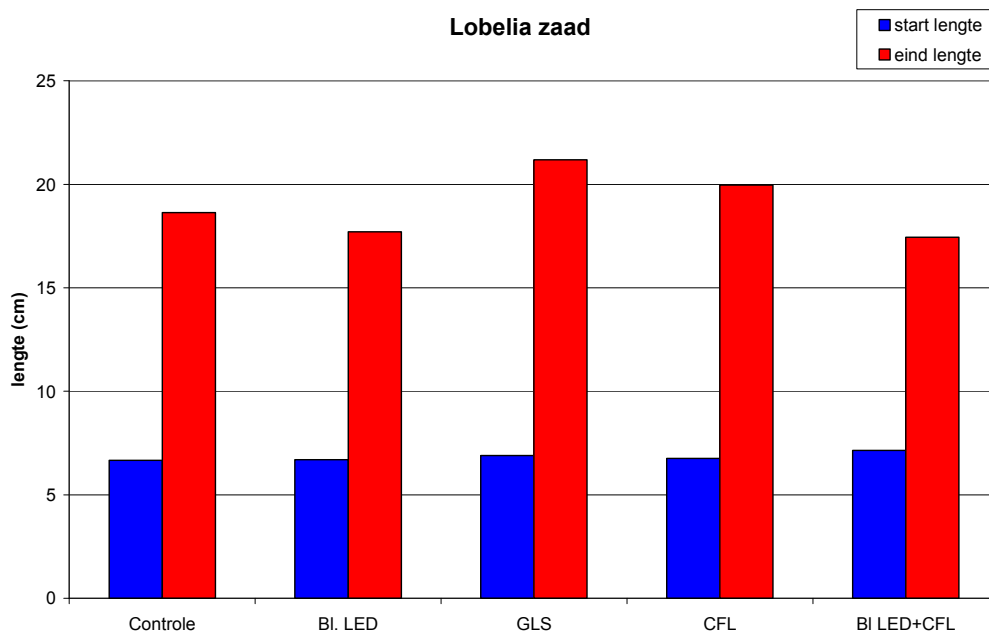


Figuur 45: Kwalitatieve beoordeling van Petunia geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.6 Lobelia zaad en stek

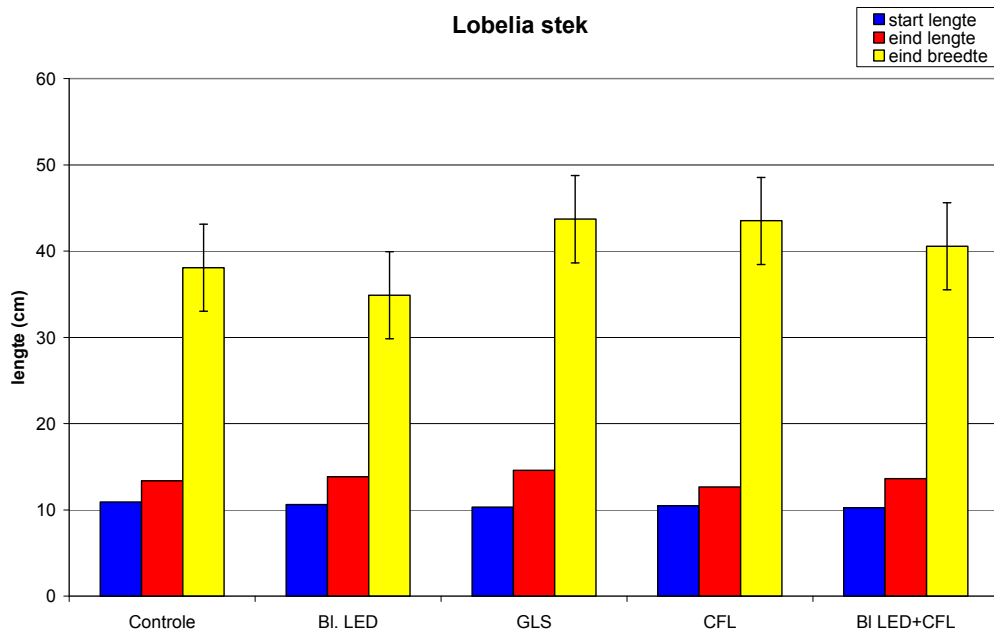
5.6.1 Lengtemeting

Tot slot volgt nog de eindbeoordeling van Lobelia zaad en stek. Qua lengtegroei is er geen significant verschil aantoonbaar bij Lobelia zaad. De resultaten staan weergegeven in figuur 46.



Figuur 46: Lengte per plant van Lobelia zaad geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

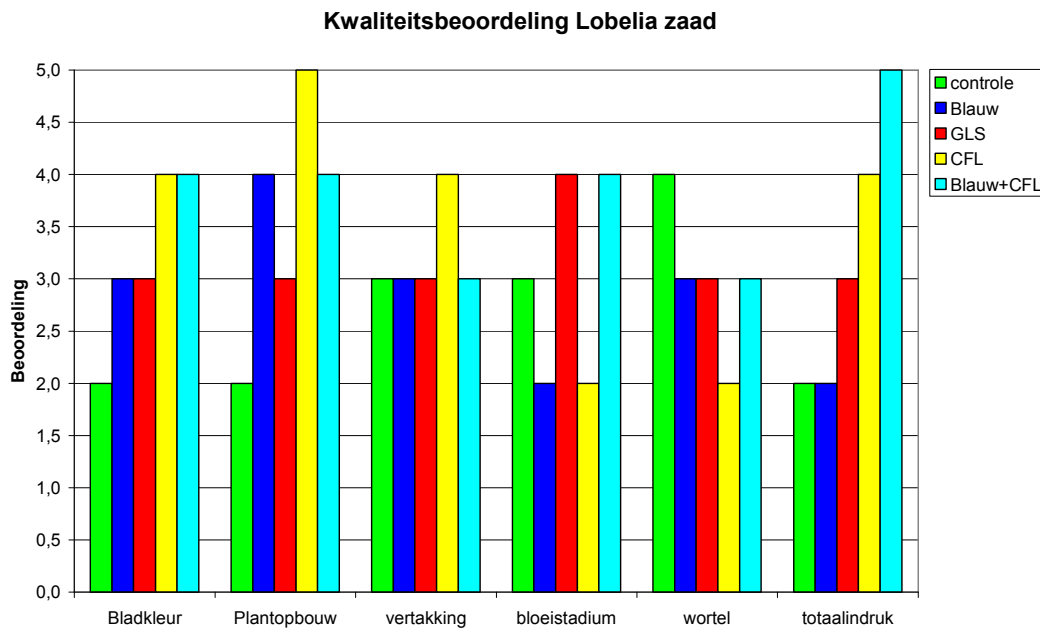
Ook bij het stekgoed zijn er geen significante verschillen in de lengtegroei. Bij het stekgoed is ook de breedtegroei meegenomen en daarin valt op dat de planten van de behandeling blauw LED significant korter zijn. De planten van de behandeling gloeilampen en CFL zijn het sterkst uitgegroeid. De lengte en breedte voor Lobelia stek staan weergegeven in figuur 47.



Figuur 47: Lengte per plant van Lobelia zaad geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

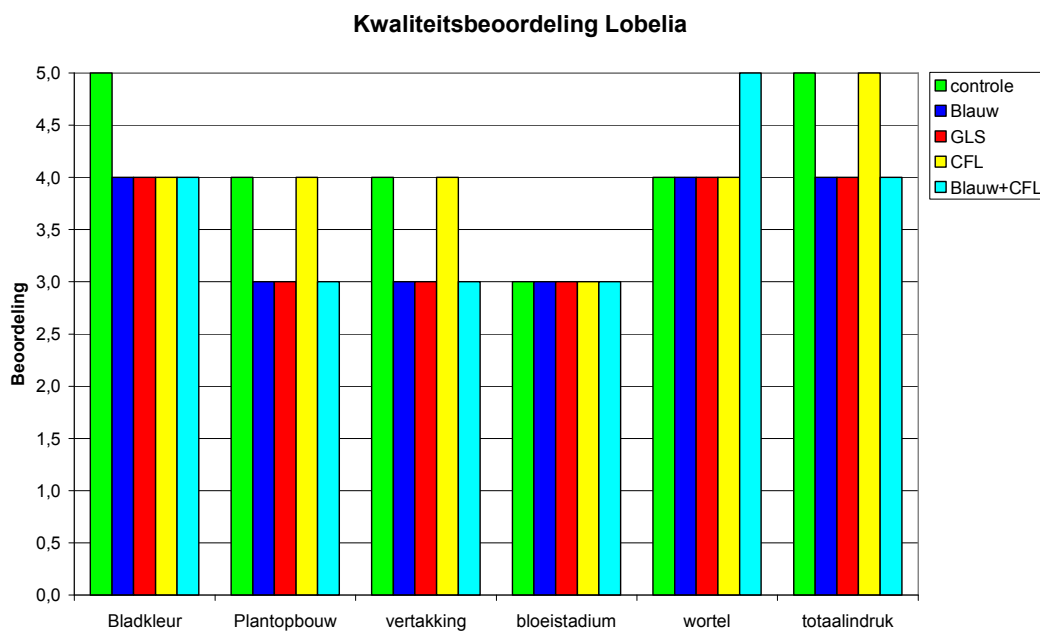
5.6.2 Kwaliteitsbeoordeling

De planten zijn aan het einde van de teelt kwalitatief beoordeeld op bladkleur (1=licht; 5=donker), de plantopbouw (1=weinig scheuten; 5=veel scheuten), de vertakking (1=weinig uitloop; 5=veel uitloop), het bloeistadium (1=rauw; 5=bloei), de wortel (1=weinig wortels; 5= veel wortels) en de totaalindruk (1=slecht; 5=goed). In figuur 48 is de kwaliteitsbeoordeling voor Lobelia zaad weergegeven. De controle planten scoren redelijk tot matig, alleen voor de wortelontwikkeling is de beoordeling goed. De beste beoordeling is voor CFL+blauw LED en alleen CFL, alhoewel CFL op de wortel en in het bloeistadium een lagere score heeft. Een overzicht is weergegeven in figuur 48.



Figuur 48: Kwalitatieve beoordeling van Lobelia geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

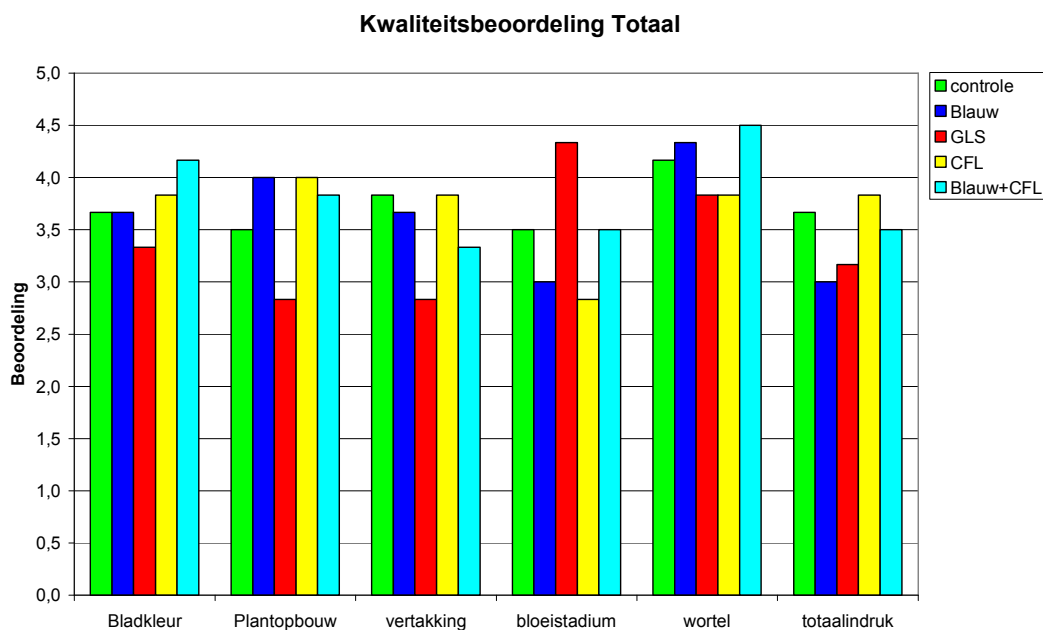
In figuur 49 is de kwaliteitsbeoordeling van Lobelia stekgoed weergegeven. De beoordeling is voor alle behandelingen redelijk goed te noemen. Met name de controle en de behandeling met CFL zijn gemiddeld iets beter dan de andere drie behandelingen.



Figuur 49: Kwalitatieve beoordeling van Lobelia geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

5.6.3 Kwaliteitsbeoordeling alle gewassen

Aangezien er met 6 gewassen is gewerkt, waarbij de reactie op de behandelingen verschillend is, is in figuur 50 tot slot een totaal overzicht gegeven van de kwalitatieve beoordeling. De beste bladkleur is bij de planten geteeld onder CFL of CFL+blauw LED geconstateerd. Voor plantopbouw en vertakking is er minimaal onderscheid, alleen gloeilamp scoort op deze onderdelen matig. De planten geteeld onder gloeilampen zijn echter het best beoordeeld bij het bloeistadium. In de totaalindruk zijn de dagverlenging met blauw LED en met gloeilampen het laagst beoordeeld.



Figuur 50: Kwalitatieve beoordeling totaal geteeld zonder dagverlenging (controle), bij een dagverlenging met gloeilampen (GLS), met compacte fluorescentielamp (CFL), met blauw LED of bij een dagverlenging met een combinatie van CFL en blauw LED.

6 Conclusies

6.1 Fuchsia

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht heeft niet geleid tot verschil in eindlengte. Lange dag met HPI geeft wel scheutlengteverschil ten opzichte van lange dag bij SON-T. Zowel voor het vers- als voor het drooggewicht is de behandeling met SON-T+blauw licht significant zwaarder dan de behandeling met HPI en SON-T. Voor het percentage droge stof per plant geldt dit verschil echter niet meer. De behandelingen SON-T en HPI verschillen onderling niet veel. De bladkleur is erg goed bij de HPI behandeling en aan de lichte kant voor de SON-T behandeling. De behandeling met HPI is generatief het verst in ontwikkeling, gevolgd door de behandeling SON-T+blauw licht en het meest rauw waren de planten bij de behandeling met alleen SON-T. Ondergronds viel met name op dat de behandeling SON-T het best doorgeworteld was.

Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft een lichte bladkleur, welke het lichtst is bij de dagverlenging met gloeilampen. De behandeling met gloeilampen is significant langer dan de CFL en blauw LED behandeling, dit is ook terug te vinden in de langste scheutlengte. De plantopbouw is bij deze behandeling dan ook kwalitatief laag beoordeeld. De behandelingen met CFL en blauw LED verschillen onderling niet veel. De meeste vertakking en wortelgroei zijn waargenomen bij de dagverlenging met blauw LED, maar de totaalindruk is het beste beoordeeld bij de dagverlenging met CFL. Tussen de behandelingen met dagverlenging worden geen significante verschillen in plantgewicht waargenomen, hoewel het versgewicht bij de dagverlenging met gloeilamp wel hoger is.

De dagverlenging in de praktijkproef geeft bij Fuchsia voor de behandeling met dagverlenging door gloeilampen een beduidend langer gewas dan de overige behandelingen. Het versgewicht is het laagst voor de behandelingen met CFL en met blauw LED. Het bloeistadium geeft bij de dagverlenging met gloeilamp de beste bloei, terwijl deze wat achter blijft bij de dagverlenging met CFL. De wortelvorming is bij alle behandelingen goed te noemen. De plantopbouw, de vertakking en de totaalindruk zijn iets minder bij de dagverlenging met gloeilamp en bij blauw LED + CFL. De behandelingen onbelicht (controle) en blauw LED zijn kwalitatief gelijk beoordeeld. Qua bladkleur vallen met name de dagverlenging met gloeilamp en CFL negatief op, terwijl de dagverlenging met de combinatie blauw LED+ CFL erg goed beoordeeld wordt. Gezien de resultaten lijkt de behandeling zonder dagverlenging (controle) gemiddeld genomen de beste beoordeling te hebben. Enige bloeivervroeging zou met gloeilampen gerealiseerd kunnen worden, maar dat geeft de meeste lengtegroei.

6.2 Verbena

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht heeft geen significante verschillen in eindlengte of -breedte aangetoond. Zowel voor het versgewicht als de droge stof percentage is de behandeling met HPI significant verschillend. Qua versgewicht zijn deze planten lichter dan de behandeling met SON-T en

SON-T+blauw licht en voor het percentage droge stof zwaarder. De bladkleur bij de behandeling met HPI is goed, maar voor de behandeling met SON-T aan de lichte kant. Verbena reageert met de plantopbouw ook goed op HPI, terwijl SON-T+blauw licht matig scoort en SON-T slecht. Net als bij Fuchsia is het bloeistadium het verst ontwikkeld bij de HPI behandeling en het minst bij de SON-T behandeling. Ondergronds is de beoordeling voor de wortelontwikkeling bij HPI lager dan bij de ander twee behandelingen. De totaalindruk is voor de behandeling met HPI goed te noemen, redelijk voor de SON-T+blauw licht en matig voor SON-T.

Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft het meest korte gewas bij de dagverlenging met de blauwe LED, gevolgd door de dagverlenging met CFL. De langste lengte is gemeten bij de dagverlenging met gloeilamp. Het totaalgewicht per plant is beduidend lager dan bij de behandelingen met de lange dag in proef 1. Tussen de behandelingen zijn geen significante verschillen waargenomen. Op de bladkleur is met name de dagverlenging met blauw LED licht te noemen, de dagverlenging met gloeilampen scoort iets beter en de dagverlenging met CFL scoort het best. Qua plantopbouw en vertakking zijn de planten uit de dagverlenging met gloeilampen het minst beoordeeld en is er weinig onderscheid tussen de andere twee behandelingen. De wortelgroei en de totaalindruk verschillen onderling niet.

De dagverlenging in de praktijkproef geeft geen significant verschil in versgewicht. Bij de lengte valt op dat de dagverlenging met gloeilampen de meeste lengtegroei geeft. Net als bij Fuchsia geldt ook bij Verbena dat de controle en de behandeling met blauw LED kwalitatief niet van elkaar verschillen. Daarnaast is de bladkleur bij alle behandelingen goed te noemen. De behandeling met gloeilamp is het slechtst beoordeeld bij de plantopbouw en vertakking, maar scoort weer goed bij de bloeirijpheid. De behandelingen CFL en CFL+blauw LED zijn qua plantopbouw en vertakking iets lager beoordeeld dan de controle, maar bij de wortel is juist de behandeling CFL+blauw LED erg goed beoordeeld. Qua totaalindruk scoort deze behandeling wel het laagst. Gezien de resultaten in de kas lijkt de behandeling zonder dagverlenging (controle) of dagverlenging met blauw LED gemiddeld genomen de beste beoordeling te hebben. Enige bloeivervroeging zou met gloeilampen gerealiseerd kunnen worden, maar dat geeft de meeste lengtegroei.

6.3 Petunia zaad en stek

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht heeft bij Petunia zaad de langste scheutlengte bij de HPI behandeling gegeven. Qua zijscheuten zijn deze significant langer bij de SON-T behandeling. Voor het stekgoed van Petunia geldt dat aan het einde van de teelt de gemiddelde eindlengte van de planten behandeld met alleen SON-T significant korter zijn. De planten geteeld bij een lange dag met HPI zijn het langst en het breedst. Bij het zaai- en stekgoed is geen significant verschil ontstaan in vers- en drooggewicht, evenals het droge stof percentage bij het zaaigoed. Bij het stekgoed is het droge stof percentage voor de behandeling SON-T+blauw licht het laagst en voor de behandeling HPI het hoogst. De behandeling met SON-T heeft gemiddeld genomen de beste beoordeling. Alleen het bloeistadium blijft achter vergeleken met de andere twee behandelingen. Qua bladkleur, plantopbouw en totaalindruk is de HPI-behandeling als minste beoordeeld, hoewel de planten uit deze behandeling de meeste

bloei vertoonden. Deze conclusie qua totaalindruk is net tegengesteld aan de conclusie bij Fuchsia en Verbena.

Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft significant langere planten bij de dagverlenging met de gloeilampen, deze heeft bijna de dubbele lengte van de planten die een dagverlenging hebben gehad met blauw LED. De dagverlenging met CFL ligt er qua gewaslengte tussenin. Het versgewicht van de planten in de behandeling met gloeilampen is significant hoger en in de behandeling blauw LED het laagst. Het drooggewicht en het percentage droge stof verschillen echter niet. De kwalitatieve beoordeling voor het zaad- en stekgoed is nagenoeg gelijk. Bij het zaaigoed is de dagverlenging met gloeilampen als zeer slecht beoordeeld, alleen de wortelvorming is bij deze behandeling nog redelijk. Bij het stekgoed is alles als slecht beoordeeld. De dagverlenging met blauw LED is iets beter dan bij gloeilampen, maar qua wortelvorming net andersom. De dagverlenging met CFL heeft de hoogste beoordeling, alleen de wortelvorming is wat matig.

De dagverlenging in de praktijkproef geeft iets meer versgewicht in het stekgoed bij de dagverlenging met CFL. Voor het zaaigoed is er geen significant verschil. De planten bij de dagverlenging met gloeilampen hebben de meeste eindlengte, zeker ten opzichte van de behandeling bij blauw LED. De combinatie CFL+blauw LED geeft zowel op de lengte- als op de breedtegroei een compactere groei. Bij Petunia zaad is de bladkleur voor alle behandelingen gelijk, maar aan de lichte kant. De plantopbouw is wat beter voor de behandeling blauw LED en CFL+blauw LED. Qua vertakking en bloeirijpheid is de controle het beste beoordeeld. Qua wortel is blauw LED goed beoordeeld en de gloeilamp matig. Voor Petunia stek is de behandelingen CFL +blauw LED goed beoordeeld, alleen op het bloeistadium wat minder. De planten geteeld bij de controle en de behandeling met gloeilampen krijgen de minste beoordeling qua plantopbouw en vertakking, maar het bloeistadium is beduidend beter te noemen. Gezien de resultaten qua plantopbouw lijkt de dagverlenging CFL+blauw LED gemiddeld genomen de beste beoordeling te hebben, zowel in de klimaatcel als in de kas. Enige bloeivervroeging zou met gloeilampen gerealiseerd kunnen worden, maar dat geeft de meeste strekkingsgroei.

6.4 Lobelia zaad en stek

Het geven van een lange dag in klimaatcellen met SON-T, HPI of SON-T+blauw licht geeft in het zaaigoed een significant langere scheutlengte voor de planten bij de behandeling SON-T+blauw licht. Hoewel het gewas bij de behandeling HPI de meeste gewasbreedte heeft, is dit niet significant aangetoond. Bij het stekgoed is de gemiddelde eindlengte van de planten behandeld met HPI significant korter. In de breedte zijn er weinig verschillen. Bij het zaaigoed is een significant verschil in versgewicht en het droge stof percentage bij de behandeling met HPI. Het versgewicht is lager, maar het droge stof percentage hoger. Qua drooggewicht is de behandeling SON-T+blauw licht significant zwaarder dan de andere twee behandelingen. Bij het stekgoed is alleen het droge stof percentage voor de behandeling SON-T+blauw licht het laagst en voor de behandeling met HPI het hoogst, dit is ook waarneembaar in het stekgoed van Petunia. De behandeling met SON-T heeft net als bij Petunia gemiddeld genomen de beste kwalitatieve beoordeling. Alleen het bloeistadium blijft achter ten opzichte van de andere twee behandelingen. Qua bladkleur

en op de wortel is de HPI- behandeling als minste beoordeeld, hoewel de planten uit deze behandeling ook hier weer de meeste bloei vertoonden. Bij het stekgoed wordt de behandeling met HPI het beste beoordeeld, met uitzondering op de wortel. De behandeling SON-T+blauw licht is matig, maar heeft nog wel een goede wortelvorming. De behandeling SON-T doet het qua bladkleur beter dan de behandeling SON-T+blauw licht, maar is minder bloeirijk.

Een dagverlenging met gloeilampen, CFL of blauw LED naast een dag met SON-T geeft geen significant lengteverschil of verschil in gewicht bij het zaaigoed. Bij het stekgoed zijn de planten uit de dagverlenging met CFL gemiddeld wat korter en is het versgewicht wat lager. De kwalitatieve beoordeling voor het zaaigoed is minimaal, met name voor de dagverlenging met blauw LED. De dagverlenging met CFL is nog redelijk beoordeeld op de vertakking, wortel en totaalindruk. De bladkleur en plantopbouw zijn voor alle behandelingen minimaal. Ook bij het stekgoed is een minimale beoordeling. Qua vertakking reageert de dagverlenging met gloeilamp het best. Op de wortel en bladkleur is de dagverlenging met blauw LED het best beoordeeld.

De dagverlenging in de praktijkproef geeft geen significant verschil in gewicht of lengtegroei bij het zaaigoed. Bij Lobelia stek is de controle en de dagverlenging met blauw LED lager in versgewicht, maar er is geen verschil in lengtegroei. Bij het stekgoed is ook de breedtegroei gemeten, waarbij de planten van de behandeling blauw LED significant korter zijn. De planten van de behandeling gloeilampen en CFL zijn het sterkst uitgegroeid. Kwalitatief gezien is het zaaigoed geteeld zonder dagverlenging beoordeeld met redelijk tot matig, alleen op de wortel is de beoordeling goed. De beste beoordeling is voor CFL+blauw LED en CFL, hoewel CFL op de wortel en in het bloeistadium een lager score heeft. Bij het stekgoed is de beoordeling voor alle behandelingen redelijk goed te noemen. Met name de controle en de behandeling met CFL zijn gemiddeld iets beter dan de andere drie behandelingen. Gezien de resultaten lijkt de dagverlenging met CFL of CFL+blauw LED bij het zaadgoed gemiddeld de beste beoordeling te hebben. Bij het stekgoed heeft de behandeling zonder dagverlenging (controle) en dagverlenging met CFL de beste resultaten. Dit komt overeen met de resultaten uit de klimaatcel.

6.5 Aanbeveling lichtplan

Fuchsia, Verbena, Petunia en Lobelia bloeien allen met natuurlijk daglicht rond week 17/18. Dat betekent dat teruggerekend ongeveer in week 12 de natuurlijke knop inductie- en aanleg plaats vindt. Dit is de week waarin de daglengte groter wordt dan 12 uur. We hebben hier te maken met lange dag planten. Uit voorgaande proeven is bekend dat de lichtsom geen invloed heeft op de teeltduur, maar de belichtingsduur wel.

Voor Fuchsia blijkt uit de praktijkproef de behandeling zonder dagverlenging de mooiste planten te geven. Enige bloeivervroeging is te realiseren door een cyclische dagverlenging met gloeilampen, maar geeft ook strekking van het gewas.

Bij Verbena geldt nagenoeg hetzelfde als bij de Fuchsia, ook hier is de behandeling zonder dagverlenging goed te noemen, daarnaast is ook de cyclische dagverlenging met blauw led

goed beoordeeld. Enige bloeivervroeging is ook bij dit gewas te realiseren door een cyclische dagverlenging met gloeilampen, maar geeft daarnaast strekking van het gewas. Bij Petunia is de dagverlenging met CFL + blauw LED het beste te noemen. Enige bloeivervroeging is ook bij dit gewas te realiseren door een cyclische dagverlenging met gloeilampen, maar geeft daarnaast strekking van het gewas.

Bij Lobelia is de dagverlenging met CFL het beste te noemen, alleen is deze behandeling qua bloei iets minder dan bij de overige behandelingen. Een snellere bloeireactie door gloeilampen is bij dit gewas niet overduidelijk aanwezig.

Bij lange dag planten kan middels een dagverlenging de bloei eerder geïnduceerd worden. Bij deze dagverlenging is de rood/verrood verhouding erg belangrijk. Een lage rood/verrood verhouding (<1) geeft enerzijds eerder meer bloei bij de meeste getoetste lange dag planten. Het geeft echter ook meer strekking. In vervolg onderzoek is het van belang om na te gaan of middels specifieke lichtkleuren (LED's) of andere teeltmogelijkheden de invloed op de strekking en de bloei ontkoppeld kan worden. Daarbij is het ook van belang om na te gaan of deze processen plant fysiologisch al dan niet aan elkaar gekoppeld zijn.

Bijlage 1 Overzicht veldindeling klimaatcel

Assimilatielamp (Son T of HPI)

Blauw TL-LED

O = gloeilamp (GLS) voor nachtonderbreking 2e teeltronde

O = compacte fluorescentielamp (CFL) voor nachtonderbreking 2e teeltronde

Klimaatcel 1: behandeling 1 en 3	O						O
	13	14	15	16	17	18	
	7	8	9	10	11	12	
	1	2	3	4	5	6	
	O			O			

Klimaatcel 2: behandeling 2 en 5	O						O
	31	32	33	34	35	36	
	25	26	27	28	29	30	
	19	20	21	22	23	24	
	O			O			

Klimaatcel 3: behandeling 3 en 6							
	49	50	51	52	53	54	
	43	44	45	46	47	48	
	37	38	39	40	41	42	

Veldnummer:

behandeling 1 en 3

- 1 Fuchsia
- 2 Lobelia
- 3 Petunia
- 4 Verbena
- 5 Lobelia zaai
- 6 Petunia zaai
- 7 Petunia
- 8 Verbena
- 9 Lobelia zaai
- 10 Petunia zaai
- 11 Fuchsia
- 12 Lobelia
- 13 Lobelia zaai
- 14 Petunia zaai
- 15 Fuchsia
- 16 Lobelia
- 17 Petunia
- 18 Verbena

behandeling 2 en 5

- 19 Fuchsia
- 20 Lobelia
- 21 Petunia
- 22 Verbena
- 23 Lobelia zaai
- 24 Petunia zaai
- 25 Petunia
- 26 Verbena
- 27 Lobelia zaai
- 28 Petunia zaai
- 29 Fuchsia
- 30 Lobelia
- 31 Lobelia zaai
- 32 Petunia zaai
- 33 Fuchsia
- 34 Lobelia
- 35 Petunia
- 36 Verbena

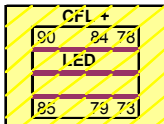
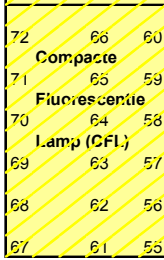
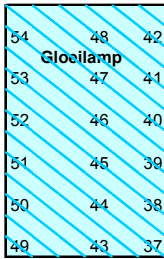
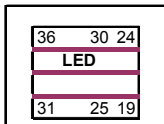
behandeling 3 en 6

- 37 Fuchsia
- 38 Lobelia
- 39 Petunia
- 40 Verbena
- 41 Lobelia zaai
- 42 Petunia zaai
- 43 Petunia
- 44 Verbena
- 45 Lobelia zaai
- 46 Petunia zaai
- 47 Fuchsia
- 48 Lobelia
- 49 Lobelia zaai
- 50 Petunia zaai
- 51 Fuchsia
- 52 Lobelia
- 53 Petunia
- 54 Verbena

Bijlage 2 Overzicht duur lichtbehandelingen in de klimaatcel

	Week	Daglengthe	Tijdstip	Tijdstip	Behandeling	Tijdstip	Tijdstip	Behandeling	Tijdstip	Tijdstip
Teeltronde 1	6	11 uur	6:00	17:00				nacht	17:00	6:00
	8	16 uur	6:00	22:00				nacht	22:00	6:00
	13	20 uur	6:00	2:00				nacht	2:00	6:00
Teeltronde 2	15	11 uur	6:00	17:00				nacht	17:00	6:00
	17	Dagverlenging 10 + 7,24=17h24			Dagverlenging			nacht	0:24	6:00
					aan	16:00	16:12			
					uit	16:12	17:12			
					aan	17:12	17:24			
					uit	17:24	18:24			
					aan	18:24	18:36			
					uit	18:36	19:36			
					aan	19:36	19:48			
					uit	19:48	20:48			
					aan	20:48	21:00			
					uit	21:00	22:00			
					aan	22:00	22:12			
					uit	22:12	23:12			
					aan	23:12	23:24			
					uit	23:24	0:24			

Bijlage 3 Overzicht veldindeling kas

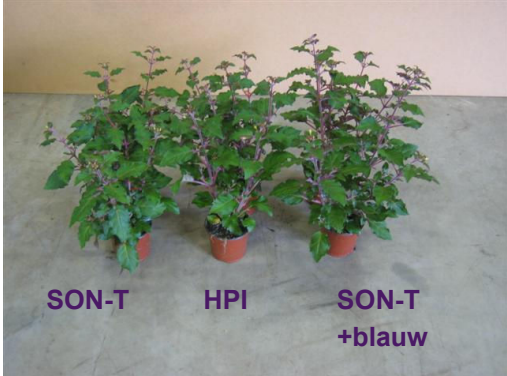
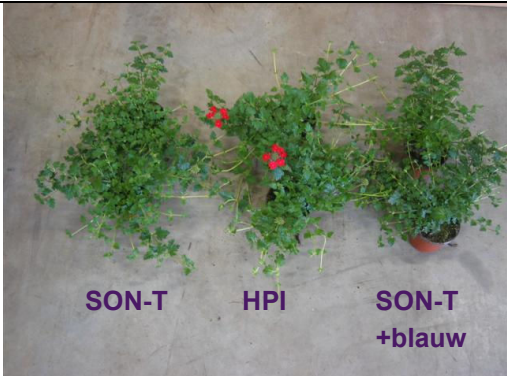
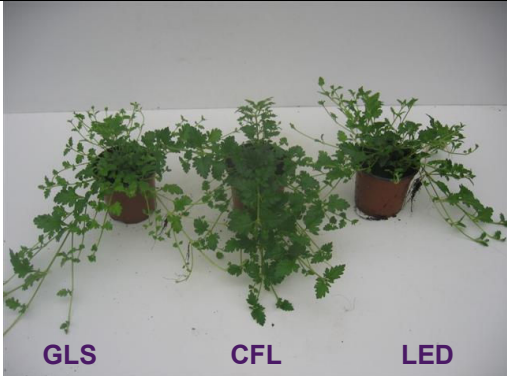
4,5 meter tot aan hoofdpad		Compacte Fluorescentielamp (CFL)		veldnr		Blw LED+CFL	
proefveld 3 x 3 meter			veldnr		73 herh 1	Fuchsia	
			55 herh 1	Fuchsia	74 herh 1	Lobelia	
			56 herh 1	Lobelia	75 herh 1	Petunia	
			57 herh 1	Petunia	76 herh 1	Verbena	
			58 herh 1	Verbena	77 herh 1	Lobelia zaai	
			59 herh 1	Lobelia zaai	78 herh 1	Petunia zaai	
			60 herh 1	Petunia zaai	79 herh 2	Petunia	
			61 herh 2	Petunia	80 herh 2	Verbena	
			62 herh 2	Verbena	81 herh 2	Lobelia zaai	
			63 herh 2	Lobelia zaai	82 herh 2	Petunia zaai	
			64 herh 2	Petunia zaai	83 herh 2	Fuchsia	
			65 herh 2	Fuchsia	84 herh 2	Lobelia	
			66 herh 2	Lobelia	85 herh 3	Lobelia zaai	
			67 herh 3	Lobelia zaai	86 herh 3	Petunia zaai	
			68 herh 3	Petunia zaai	87 herh 3	Fuchsia	
			69 herh 3	Fuchsia	88 herh 3	Lobelia	
			70 herh 3	Lobelia	89 herh 3	Petunia	
			71 herh 3	Petunia	90 herh 3	Verbena	
			72 herh 3	Verbena			
proefveld 6 x 3 meter							
9 meter tussen de velden							
proefveld 6 x 3 meter			Gloeilamp (GLS)				
			veldnr		37 herh 1	Fuchsia	
			38 herh 1	Lobelia	38 herh 1	Lobelia	
			39 herh 1	Petunia	39 herh 1	Petunia	
			40 herh 1	Verbena	40 herh 1	Verbena	
			41 herh 1	Lobelia zaai	41 herh 1	Lobelia zaai	
			42 herh 1	Petunia zaai	42 herh 1	Petunia zaai	
			43 herh 2	Petunia	43 herh 2	Petunia	
			44 herh 2	Verbena	44 herh 2	Verbena	
			45 herh 2	Lobelia zaai	45 herh 2	Lobelia zaai	
			46 herh 2	Petunia zaai	46 herh 2	Petunia zaai	
			47 herh 2	Fuchsia	47 herh 2	Fuchsia	
			48 herh 2	Lobelia	48 herh 2	Lobelia	
			49 herh 3	Lobelia zaai	49 herh 3	Lobelia zaai	
			50 herh 3	Petunia zaai	50 herh 3	Petunia zaai	
			51 herh 3	Fuchsia	51 herh 3	Fuchsia	
			52 herh 3	Lobelia	52 herh 3	Lobelia	
			53 herh 3	Petunia	53 herh 3	Petunia	
			54 herh 3	Verbena	54 herh 3	Verbena	
9 meter tussen de velden							
proefveld 3 x 3 meter							
	</						

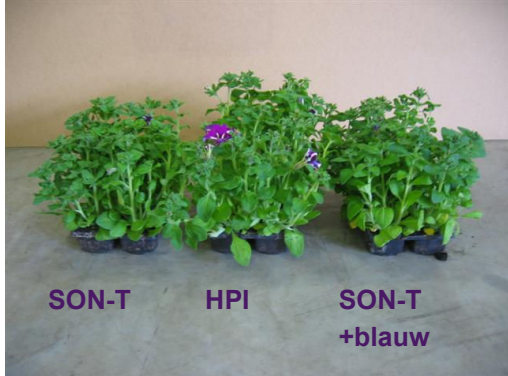
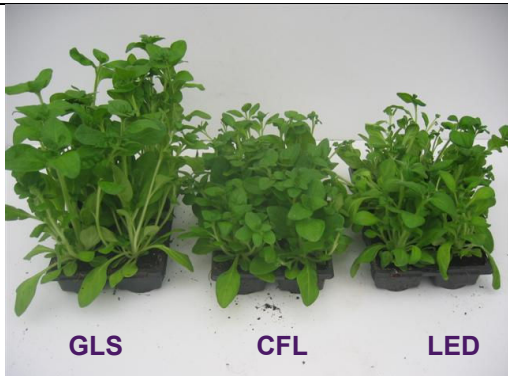
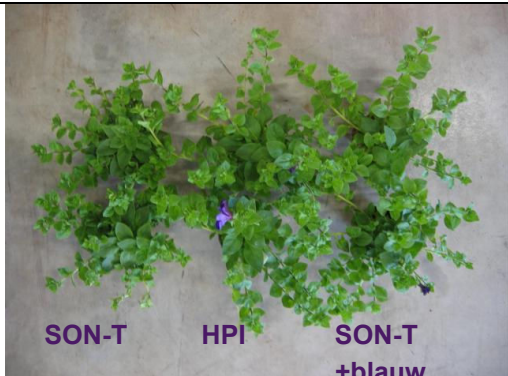
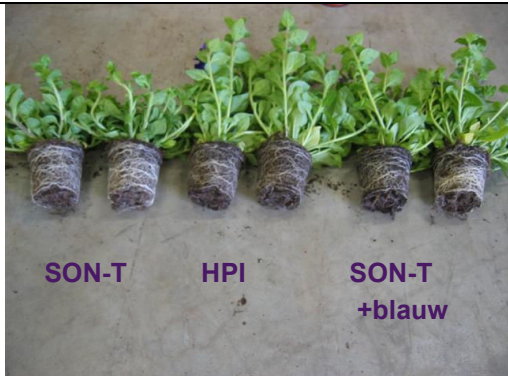
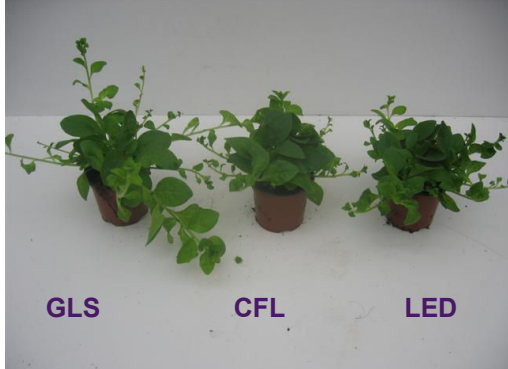
Bijlage 4 Overzicht duur lichtbehandelingen in de kas

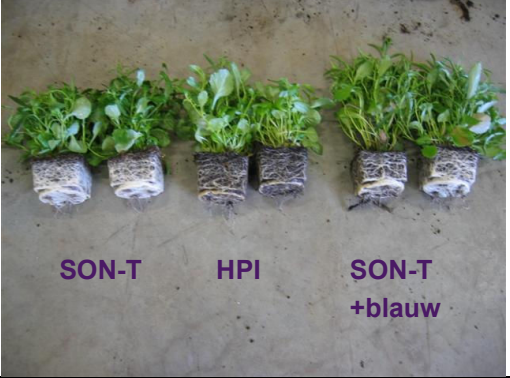
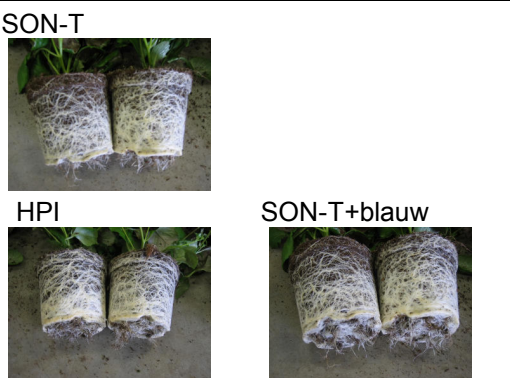
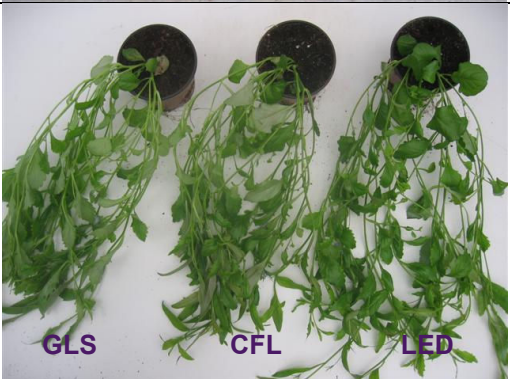
Week	Daglength	Tijdstip zon op	Tijdstip zon onder	Behandeling	Tijdstip	Tijdstip	Behandelin	Tijdstip	Tijdstip
7	9h50	8.00	17.50				nacht	17:50	8:00
8*	10h16	7.46	18.02	Dagverlenging			nacht	0:24	
				aan	18:00	18:12		2:24	7.46
				uit	18:12	19:12			
				aan	19:12	5:24			
				uit	5:24	20:24			
				aan	20:24	20:36			
				uit	20:36	21:36			
				aan	21:36	21:48			
				uit	21:48	22:48			
				aan	22:48	23:00			
				uit	23:00	0:00			
				aan	0:00	0:12			
				uit	0:12	1:12			
				aan	1:12	1:24			
				uit	1:24	2:24			

* wekelijks 12 minuten later zon onder.

Bijlage 5 Fototabel lichtbehandeling 1-6

	Gewas	Wortelkluit
Fuchsia	 SON-T HPI SON-T+blauw	SON-T  HPI  SON-T+blauw 
	 GLS CFL LED	 GLS CFL LED
Verbena	 SON-T HPI SON-T+blauw	SON-T  HPI  SON-T+blauw 
	 GLS CFL LED	 GLS CFL LED

Gewas		Wortelkluit	
Petunia zaad			
	SON-T HPI SON-T +blauw	SON-T HPI SON-T +blauw	
			
	GLS CFL LED	GLS CFL LED	
Petunia stek			
	SON-T HPI SON-T +blauw	SON-T HPI SON-T +blauw	
			
	GLS CFL LED	GLS CFL LED	

	Gewas	Wortelkluit
Lobelia zaad	 SON-T HPI SON-T +blauw	 SON-T HPI SON-T +blauw
	 GLS CFL LED	 GLS CFL LED
Lobelia stek	 SON-T HPI SON-T +blauw	 SON-T HPI SON-T+blauw
	 GLS CFL LED	 GLS CFL LED