WAGENINGEN UR
For quality of life

Afbakening en testen van het lichtspectrum voor optimale assimilatiebelichting in kassen: kasproef

Vertrouwelijk

Ernst van Rijssel, Nollie Marissen & Tom Dueck

Sander Pot, Philips Lighting

landbouw, natuur en voedselkwaliteit

Productschap Tuinbouw
Voor een bloeiende zaak

Nota 452

WAGENINGEN UR
For quality of life

Afbakening en testen van het lichtspectrum voor optimale assimilatiebelichting in kassen: kasproef

Vertrouwelijk

WAGENINGEN UR GLASTUINBOUW
BIBLIOTHEEK
Violierenweg 1
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
T +31(0)317-486606
F +31(0)10-5225193
E glastuinbouw@wur.nl

Ernst van Rijssel, Nollie Marissen & Tom Dueck

Sander Pot, Philips Lighting

Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen
april 2007

Nota 452

Bak. E 15-7
7

© 2007 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw

Dit onderzoek is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Voor een bloeiende zaak

landbouw, natuur en voedselkwaliteit

PT Projectnummer: 12181

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres	:	Bornsesteeg 65, 6708 PD Wageningen
	:	Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel.	:	0317 - 47 70 01
Fax	:	0317 - 41 80 94
E-mail	:	glastuinbouw@wur.nl
Internet	:	www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

		pagina
Samenvatting		1
1.	Inleiding	3
1.1	Probleemstelling	3
1.2	Literatuurstudie	4
1.3	Kasproef	5
2.	Materiaal & methoden	7
2.1	De kassen en de belichtingsinstallatie	7
2.1.1	Kasindeling	7
2.1.2	Lampophanging, lichtspectrum en belichtingsniveau	8
2.1.3	Kasklimaat	8
2.2	De teelt	9
2.2.1	Tomaat cv Armada	9
2.2.2	Roos	9
2.2.3	Chrysant	9
2.2.4	Lelie cv Corso (oriëntal type)	10
2.2.5	Begonia cv Carnaval	10
2.2.6	Ficus benjimini	10
3.	Resultaten en discussie	11
3.1	Lichtsommen	11
3.2	Productie en groei van de gewassen	12
3.2.1	Tomaat	13
3.2.2	Roos	14
3.2.3	Lelie	18
3.2.4	Begonia	19
3.2.5	Ficus	20
4.	Conclusies en aanbevelingen	23
4.1	Conclusies	23
4.2	Aanbevelingen	23
Bijlage I.		5 pp.

Samenvatting

Één van de manieren om de lichthinder uti belichte kassen naar de omgeving aan te pakken zou een combinatie kunnen zijn tussen enerzijds en aanpassing van de assimilatiebelichting (nl. door een gunstiger verhouding tussen µmol en lumen te realiseren) en een hogere energie-efficiëntie. De huidige assimilatielampen (SON-T) in de glastuinbouw zijn oorspronkelijk ontwikkeld voor verlichtingsdoeleinden en zijn ontwikkeld voor de gevoeligheid van het menselijk oog.

De lichtgevoeligheid van een plant verschilt echter van die van het menselijke oog. Planten zijn gevoeliger voor golflengten aan de randen van het zichtbare lichtgebied. Daar waar het om groeilicht gaat zou een lamp met (veel) meer rood licht efficiënter kunnen zijn. Gaat het meer om stuurlicht van plantvorm, spelen veranderingen van de hoeveelheid blauwlicht en van de verhouding rood/verrood licht een belangrijke rol. Een nieuw type lamp zou de weg open kunnen stellen naar een verdere optimalisering van de assimilatiebelichting in de glastuinbouw. Een interessant nevenaspect van een dergelijke lamp is dat het een vermindering van de lichthinder uit belichte kassen zou kunnen betekenen. Het menselijk oog is nl. gevoelig voor golflengten aan de randen van het zichtbare gebied.

Op basis van de huidige kennis werd een kasproef uitgevoerd om kennis te verzamelen over de effecten op de groei en ontwikkeling van glastuinbouwgewassen door belichting met een experimentele lamp waarin het spectrum sterk is verschoven naar een hoge rood/ verrood verhouding en met een verrijking in het blauw gedeelte. Als controle werden planten opgekweekt onder standard SON-T lampen. De experimentele lamp werd getest met eenzelfde geïnstalleerd vermogen als de SON-T controle lampen (ca. 80 Watt lampvermogen/m^2). De blauw/rood verhouding was bij SON-T en de experimentele lamp resp. 0.10 en 0.22. De rood/verrood verhouding was respectievelijk 10 en 5, maar beide ver boven de rood/verrood verhouding in zonlicht (factor ca. 2).

In de kasproef worden een reeks gewassen uit verschillende sectoren getest, nl. vruchtgroenten (tomaat), snijbloemen (roos, chrysant en lelie) en potplanten (potroos, potchrysant, begonia en ficus).

De volgende effecten van type lamp zijn waargenomen:

- Vruchtgroenten: - tomaat: geen verschil in trosgewicht tussen beide lamptypen
- Snijbloemen: - snijroos: iets lager geoogst gewicht onder experimentele lamp
  - chrysant: lengtegroei met 10% verhoogd onder experimentele lamp, ten koste van tak- en plantgewicht
  - lelie: verkorting van teeltduur bij langere dag en met experimentele lamp in de winter
- Potplanten: - potroos: geen verschil in plantgewicht tussen beide lamptypen, maar minder zijknoppen onder experimentele lamp
  - potchrysant: geen verschil tussen beide lamptypen
  - begonia: iets minder vegetatief groei onder experimentele lamp
  - ficus: planten werden langer en zwaarder onder experimentele lamp

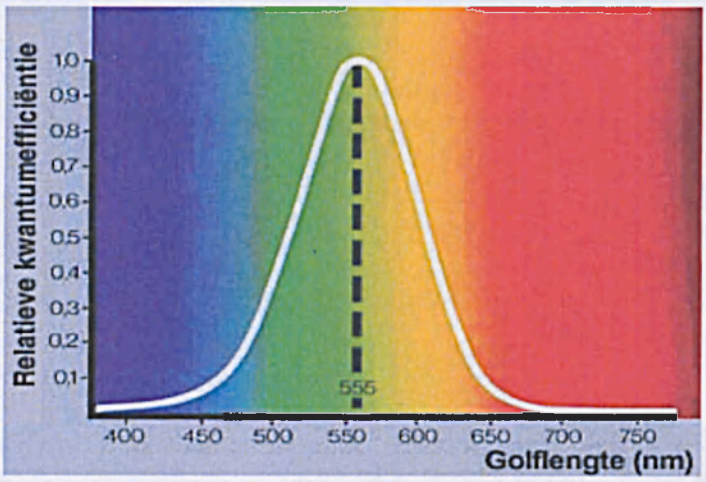
Over het algemeen waren de verschillen in productie tussen planten opgekweekt onder de experimentele lamp of SON-T klein of afwezig en de effecten leken vaak op de gevolgen van een verschil in daglengte. Mogelijk zijn de remmende effecten van blauw licht op de strekking opgeheven door de (grotere) hoeveelheid verrood licht.
Bij de introductie van lampen met een duidelijk ander spectrum dan SON-T lampen moet gelet worden op de morfologisch ontwikkeling van het gewas. Voor sommige gewassen kunnen die gecompenseerd worden door een aangepaste klimaatinstelling, maar het is in deze proef niet onderzocht.

1. Inleiding

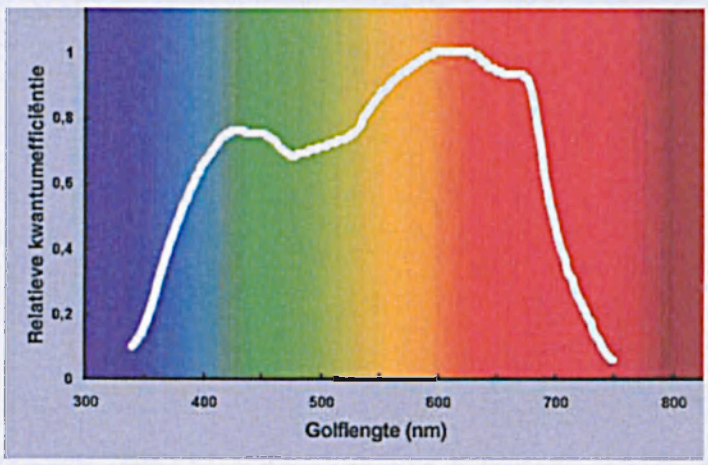
1.1 Probleemstelling

De huidige Hogedruk Natrium assimilatielampen (SON-T) voor de glastuinbouw zijn lampen primair ontwikkeld voor, of direct afgeleid van de straatverlichting. Die zijn ontwikkeld en bedoeld voor menselijk gebruik. Ze zijn efficiënt in de productie van een groot aantal lumens per Watt en hebben een lange levensduur. Aangezien de ooggevoeligheid en de plantgevoeligheid voor licht eenzelfde traject beslaat, het zichtbare lichtspectrum, met golflengten tussen 400 en 700 nm zijn deze lampen ook goed bruikbaar gebleken voor belichting van tuinbouwgewassen omdat zij ook een hoge lichtopbrengst hebben in geproduceerde µmol Kwh^{-1}. De SON-T lamp is vrijwel uitontwikkeld waardoor er in de komende tien jaar slechts weinig vooruitgang in gebruiksrendement van mag worden verwacht.

Het voornaamste verschil in gevoeligheid tussen het menselijke oog en de plant is de veel grotere gevoeligheid van planten voor golflengten aan de randen van het zichtbare lichtgebied (golflengte 400-700 nm), zie Figuur 1a en b.



Figuur 1a. De gevoeligheid van het menselijk oog voor golflengten tussen 400 en 700 nanometer. (Bron: Philips-website)



Figuur 1b. De gevoeligheid van planten voor golflengten tussen 400 en 700 nanometer. (Bron: Philips-website)

Die grotere gevoeligheid van planten voor het blauwe en rode licht meer aan de randen van het zichtbare licht biedt de mogelijkheid en uitdaging om een efficiëntere lamp te ontwikkelen met een nog hogere lichtopbrengst in de voor de plant belangrijke eenheid µmol W^{1}. De sterk groeiende markt voor assimilatielampen maakt het ook economisch interessant om groeilichtlampen te ontwikkelen met specifieke eigenschappen voor bepaalde doeleinden. Daar waar het om meer groeilicht gaat, zou een lamp met (veel) meer rood licht efficiënter kunnen zijn voor wat betreft het aantal fotonen per eenheid lampvermogen. Een interessant nevenaspect van een lamp met meer rood licht is dat de verhouding licht/groeilicht (lumen/µmol) aanzienlijk verlaagd zou kunnen worden. Dit zou kunnen betekenen dat de lichthinder vanuit belichte kassen verminderd wordt. Wel is het mogelijk dat de kleur van het uitgestraalde licht veranderd. Als het meer om stuurlicht gaat, zou er gedacht kunnen worden aan sturing van plantvorm via meer of minder blauwlicht en verandering van de rood/verrood.

Een nieuw type lamp zou de weg open kunnen stellen naar een verdere optimalisering van de assimilatiebelichting in de glastuinbouw. Een snelle introductie is zeer gewenst omdat een ander perspectief, de LED-verlichting, naar verwachting over 10 tot 15 jaar op de markt zal kunnen verschijnen. Deze termijn is echter te lang om nu al te bezuinigen op de verdere ontwikkeling van assimilatielampen. Snelle vergaring van kennis omtrent het gewenste spectrum van assimilatieverlichting en publicatie daarvan is nodig om de lampenfabrikanten te ondersteunen bij de verdere ontwikkeling van steeds efficiëntere assimilatielampen.
In de nu urgente discussie over beperking van de uitstraling van belichte kassen worden drie manieren aangegeven waarlangs de uitstraling op korte termijn kan worden teruggedrongen: afscherming, een hogere energie-efficiënte van de lampen, en een gunstiger verhouding tussen lichtopbrengst in µmol/lumen. Lampenfabrikanten kunnen scoren bij de verdere ontwikkelingen op beide laatste punten.
Het gewenste spectrum van nieuwe lampen dient te worden afgestemd op de gewenste lichtkwaliteitseisen zoals aangegeven in het rapport "Maximaal gebruik van natuurlijk licht" door Hemming *et al.* (2005). De huidige wens gaat in de richting van meer blauw dan aanwezig in de huidige SON-T lampen aan de ene kant, en behoud van de hoge rood/verrood verhouding.

Op basis van deze kennis, aangevuld met de resultaten van een specifieke litteratuurstudie in dit project (Van Rijssel, 2006), is de doelstelling van een uit te voeren kasproef bepaald. De doelstelling van het experiment is kennis te verzamelen over de effecten op de groei en ontwikkeling van glastuinbouwgewassen van een lamp waarin het spectrum verder sterk is verschoven naar een hoge rood/ verrood verhouding en met een verrijking in het blauw gedeelte. Deze kennis wordt gebruikt als basis voor het ontwikkelen van nieuwe typen assimilatielampen.

1.2 Literatuurstudie

In dit project is een literatuuroverzicht gemaakt (Van Rijssel, 2005) over de effecten van verschillende lichtkleuren op de groei en ontwikkeling van planten, waarbij specifiek gekeken is naar de effecten van verschillende kleuren bijbelichting met het natuurlijk licht als achtergrond.

Een aantal aspecten die van belang zijn m.b.t. effecten van lichtkleur op planten zijn daarin geëvalueerd.

- Een optimale blauw/rood verhouding: De morfologie van de plant is een proces van langere termijn. Bij belichting als aanvulling op daglicht zijn nooit opvallende afwijkingen gesignaleerd en een gelijke blauw/rood verhouding geeft een normale ontwikkeling.
- Definitie van rood en verrood licht: De verhouding rood/verrood wordt gedefinieerd als licht met de golflengten 600-700/700-800.
- Een optimale rood/verrood verhouding: De rood/verrood verhouding in het lampspectrum is van groot belang, vooral als er na zonsondergang wordt doorbelicht. Gesteld kan worden dat een verhouding tussen 1,5 tot 5 voldoet.
- Invloed van het lichtspectrum van de lamp op de assimilatenverdeling binnen de plant: Rood licht verhoogt het koolhydratengehalte in de plant en stimuleert (daarmee) de knopvorming en de vertakking. Blauw licht vergroot de eiwitsynthese en het transport naar de wortels. Er is echter onvoldoende literatuur beschikbaar om gewasspecifieke eisen er aan het lamplichtspectrum gesteld moeten worden. Het effect van het lichtspectrum

op de generativiteit is alleen beschreven bij daglengtegevoelige planten; gloeilampen zijn effectiever om knopvorming te induceren dan SL-lampen.

1.3 Kasproef

In dit project wordt een kasproef uitgevoerd waarin de effecten van een nieuwe belichtingsspectrum (anders dan van de conventionele SON-T lampen) op de groei en de ontwikkeling van verschillende gewassen werden onderzocht. Het belichtingspectrum was veranderd t.o.v. SON-T lampen in het aandeel blauwlicht (4x zoveel als SON-T), geel/groenlicht (0.1x), roodlicht (2x) en verroodlicht (4x), waardoor de verhouding blauw/rood ongeveer verdubbeld werd en de verhouding rood/verrood werd ongeveer gehalveerd.
In de kasproef werd de behandeling uitgevoerd naast een controle onder SON-T Greenpower lampen. In beide behandelingen werd eenzelfde belichtingsniveau toegepast, gemeten in µmol m^{-2} s^{-1}. Na inrichting werd het belichtingsniveau gemeten, zowel in µmol m^{-2} s^{-1} als in lux.

In de kasproef werd een reeks gewassen opgenomen met vertegenwoordigers uit de vruchtgroenten (tomaat), snijbloemen (roos, lelie, snijchrysant) en potplanten (potroos, potchrysant, Ficus Begonia). De gewaskeuze is gebaseerd op verwachte effecten van het testspectrum op diverse processen die bij de groei en ontwikkeling van kasgewassen relevant zijn zoals vegetatieve en generatieve groei, lengtegroei, knopvorming, vruchtgroei, teeltduur enz.
De proef werd uitgevoerd in twee kassen, waarbij in één kas een lange dag belichtingsstrategie was gevolgd en in de andere een deel van de tijd een kortedag belichtingsstrategie.
De gewaswaarnemingen werden gericht op de gewichtstoename (plant- en vruchtgewicht), lengtegroei, ontwikkelingssnelheid, en bloemkleur.

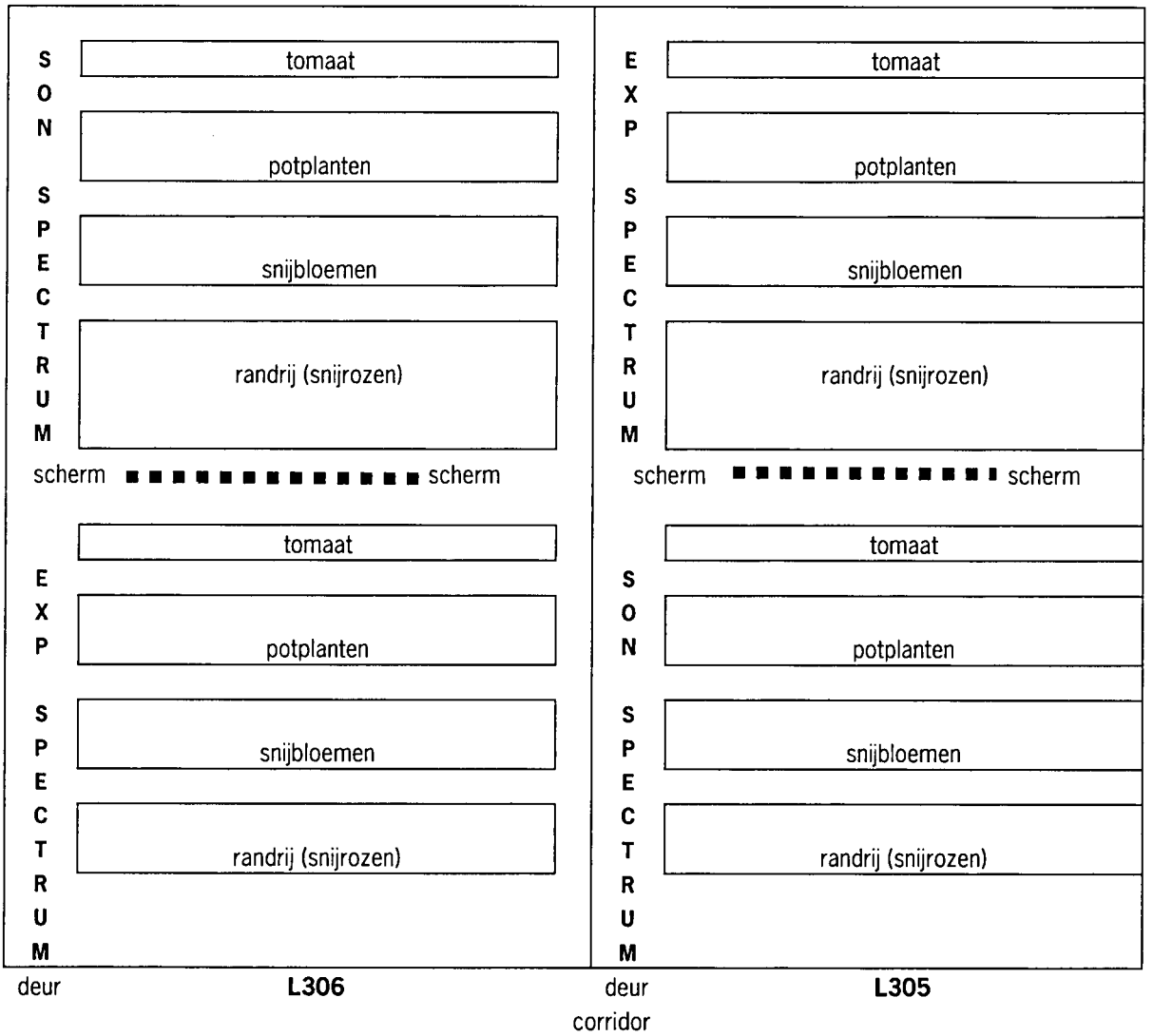
De doelstelling van het project is het vaststellen middels een experiment van de effecten van een alternatief belichtingsspectrum in vergelijking met een gangbare spectrum van de SON-T GreenPower tuinbouw assimilatie-lamp, op de groei en ontwikkeling van een aantal belangrijke kasgewassen. Effecten worden vastgesteld bij een gelijke lichtintensiteit, gemeten in µmol m^{-2} s^{-1}. De nadruk zal liggen op de vers- en drooggewicht, de productie en plantvorm.

2. Materiaal & methoden

2.1 De kassen en de belichtingsinstallatie

2.1.1 Kasindeling

De proef is uitgevoerd in twee kasafdelingen van elk 150 m^2 aan het Linnaeuslaancomplex in Aalsmeer (kasnummers L305 en L306). In elke kasafdeling waren er twee compartimenten gerealiseerd door in het midden een wit scherm te installeren (zie Fig. 2). Hierdoor kon in beide kassen de gangbare SON-T GreenPower lampen en de experimentele lampen worden geïnstalleerd in een aparte compartiment (behandelingen in duplo). Deze afdelingen grenzen deels aan verwarmde, deels aan onverwarmde afdelingen.



Figuur 2. Layout van de kasproef. Per kashelft werden zowel tomaten, 3 soorten snijbloemen en 4 soorten potplanten geteeld onder SON-T GreenPower lampen of onder experimentele lampen met een gewijzigd spectrum.

2.1.2 Lampophanging, lichtspectrum en belichtingsniveau

Na installatie van de belichting is het belichtingsniveau en de lichtverdeling in de vier kasafdelingen gemeten. Uit de meting van 14 december 2005 bleek dat het lichtniveau in de verschillende compartimenten niet helemaal gelijk was en dat de lichtverdeling niet ideaal was. Op basis van deze meting zijn er enkele lampen bij gehangen en is de positie van de lampen aangepast.
Bij de controlemeting op 28 december bleek dat het lichtniveau nu iets boven de gewenste situatie van ca. 120 µmol m^{-2} s^{-1} lag. Omdat de horizontal lichtverdeling nu vrijwel gelijk was in de compartimenten zijn er geen verdere wijzigingen meer aangebracht. In Tabel 1 staan de gemiddelde gerealiseerde lichtintensiteiten per kashelft.

Tabel 1. De gemiddelde gerealiseerde lichtintensiteit in µmol/m^2 s en de samenstelling van het lichtspectrum per type lamp.

	Lichtintensiteit (µmol m^{-2} s^{-1})	
	Controle spectrum	Experimenteel spectrum
Kas L 305	138	143
Kas L 306	135	139
	Samenstelling lichtspectrum	
Aandeel blauw	4%	14-16%
Aandeel geel/groen	51%	4-5%
Aandeel rood	41%	65-70%
Aandeel verrood	4%	12-14%
Verhouding blauw/rood	0,10	0,22
Verhouding rood/verrood	10,25	5,45

De belichting ging aan op 02.00 uur en brandt door tot 20.00 uur 's avonds. De donkerperiode bedraagt 6 uur. Om de korte dag gewassen (chrysanten) in bloei te krijgen waren er twee periodes geweest dat de donkerperiode in kas 305 werd verlengd tot 13.5 uur. Deze periodes waren 31 dec. 2005 t/m 19 jan. 2006 en 9 maart t/m 20 april 2006.
Om de hoeveelheid lamplicht ten opzichte van natuurlijk licht zo hoog mogelijk te houden gedurende het experiment, werd overdag geschermd vanaf een globale stralingsniveau van 400 Watt m^{-2}. In elke kasafdeling werd een meetbox opgehangen om het kasklimaat (lichtniveau, kastemperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en het CO_2-gehalte) continu vast te leggen. De data uit deze meetboxen geven een beeld van de hoeveelheid lamplicht en zonlicht die de gewassen kregen en vormen een controle op de vergelijkbaarheid van het gerealiseerde kasklimaat.

2.1.3 Kasklimaat

De instelling van de kastemperatuur, de luchtvochtigheid en het CO_2-gehalte was in alle kassen gelijk. Uit de realisatie bleek dat de invloed van de naastliggende, koude kassen zodanig groot dat er in de realisatie verschillen optraden. Door aanpassing van de klimaatinstelling werd dit verschil zo goed mogelijk gecompenseerd. De teruglopende CO_2 concentratie in de maanden maart, april en mei wordt veroorzaakt doordat er meer gelucht werd vanwege meer zon en hogere buitentemperaturen overdag in deze periode.

2.2 De teelt

2.2.1 Tomaat cv Armada

De tomatenteelt werd gestart met planten van ca. 30 cm hoog, die eerst ca. drie weken in het zaaiblok bovenop de mat zijn geteeld en daarna konden doorwortelen in de mat. Aromata is een trostomaat met een grof type ronde vrucht. Vanwege de beperkte omvang van de proef werden de planten getopt wanneer ze de draad bereikten. Om toch een continue teelt te krijgen zijn ze geteeld in blokken van 8 planten met een verschil in planttijd van 3-4 weken waardoor er in totaal 4 plantingen zijn gevolgd.
De planten werden 1-2 keer per week gediefd en ingedraaid. De trossen zijn gesnoeid op 5 vruchten per tros, behalve de 1e tros die op 3 vruchten werd gesnoeid. Het oude blad werd weggehaald tot net boven de kleurende vruchten, de normale wijze van blad plukken. De rijpe trossen werden 1x per week geoogst. Het gewicht van de dieven en geoogste vruchten werd per serie van 8 planten bijgehouden. Na de oogst van de laatste tros werd het blad en steelgewicht gemeten als ook de gemiddelde afstand tussen de bladeren. Bij de laatste planting werd de eindmeting gedaan bij het einde van de proef, waarbij ook het gewicht van de nog niet rijpe trossen werd gewogen.

2.2.2 Roos

2.2.2.1 Snijroos cv First Red

De proef werd gestart met een volgroeid gewas rozen, van ruim 1 jaar oud. Het gewas was afkomstig uit een andere proef en werd tussentijds doorgeteeld en gesnoeid. Op deze manier kon de opkweek van een gewas worden overgeslagen en direct worden begonnen met een normale teelt. Het gewas werd geteeld op steenwolmatten, met standaard rozenvoeding. Twee keer per week werd geoogst. Het aantal takken, het versgewicht en de lengte van de takken werd waargenomen.

2.2.2.2 Potroos cv Regina

Potrozen werden geteeld in 10 cm potten. Na beworteling werden ze in de proefkas uitgezet en daarna 2x getopt om vertakte planten te krijgen. In de eerste teelt werden de planten niet geremd om het effect van het lichtspectrum op de lengtegroei te kunnen bepalen. In de tweede teelt werden de planten 3x geremd om de plant gedrongen te houden, het normale teeltrecept. Aan het eind van de teelt werd de hoogte van de plant bepaald, en werd van een steekproef het versgewicht en het aantal knoppen bepaald.

2.2.3 Chrysant

2.2.3.1 Snijchrysant cv Bacardi

Snijchrysanten werden in individuele 12 cm potten in de kas gestekt en geteeld. In één kas 21 dagen na het stekken werden 2 korte dag behandelingen gegeven van resp. 21 en 43 dagen om de bloei te induceren. De korte dag behandeling werd begonnen kort na het toppen van de potchrysant, later dan normaal bij de snijchrysant. In de andere kas werd geen korte dag behandeling gegeven; de takken bloeiden hier niet. Er zijn twee teelten uitgevoerd met stekdata op 10 december 2005 en 16 februari 2006.
In de lange dag kas werd de tweede serie eerder geoogst, omdat de takken té lang werden en dreigden om te vallen (chrysanten die niet bloeiden gingen door met lengtegroei). Daarna werd een nieuwe serie geplant en gemeten aan het eind van de proef. Van alle takken werd de lengte gemeten. Van een steekproef werd het gewicht bepaald en het aantal bladeren geteld. Tevens werd van een paar takken het drooggewicht bepaald.

2.2.3.2 Potchrysant cv Miramar

Voor potchrysanten is het ook nodig om een korte dag behandeling te geven voor bloei-inductie. Potchrysanten werden gestekt in 12 cm potten en getopt na ca 3 weken, om een vertakte plant te krijgen. In de lange dag behandeling kwamen de planten niet in bloei, en zijn geoogst gelijk met de planten in de korte dag behandeling. De hoogte van alle planten werd bepaald en het versgewicht van een deel van de planten. Er zijn twee teelten na elkaar uitgevoerd.

2.2.4 Lelie cv Corso (oriëntal type)

Lelies werden geteeld in kunststof bakken gevuld met potgrond zoals gebruikelijk is in de lelieteelt. De bollen kregen een koudebehandeling op een leliebedrijf en werden geplant met 12 bollen per bak. Er werden twee teelten na elkaar uitgevoerd. De takken werden geoogst wanneer de eerste knop kleur toonde (veilingrijp stadium). Van alle takken werd de oogstdatum (om de teeltsnelheid te kunnen berekenen), de lengte en het gewicht bepaald. Van een steekproef werd het aantal bladeren geteld.

2.2.5 Begonia cv Carnaval

De begonia's werden geteeld in 12 cm potten. Er zijn twee teelten uitgevoerd en aan het eind van de teelt werd de hoogte van de planten gemeten. Om een beeld te krijgen van bloeirijkheid werd van een steekproef het versgewicht van de vegetatieve delen (blad en stelen) en van de bloemen bepaald.

2.2.6 Ficus benjimini

De proef werd begonnen met ficusplanten van ca 10 cm hoog in 14 cm potten. Gedurende de proef werden de planten regelmatig verder uit elkaar gezet. Hierdoor kwamen er enkele planten vrij voor waarnemingen. Op drie tijdstippen is de hoogte van deze planten en het versgewicht bepaald.

3. Resultaten en discussie

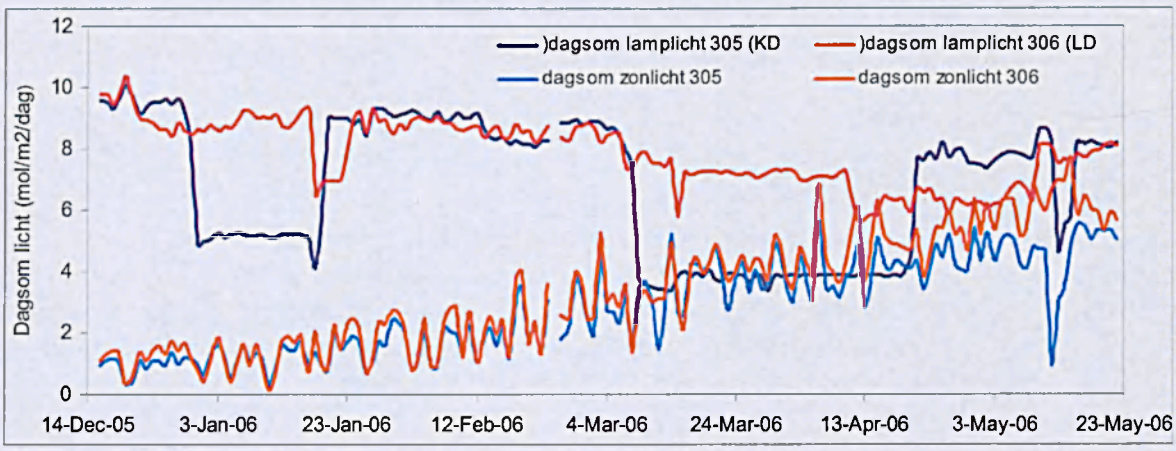
3.1 Lichtsommen

De totale lichtsom is verdeeld in de hoeveelheid lamplicht, berekend op basis van de gemeten lichtintensiteit 's morgens en 's avonds, en in de hoeveelheid zonlicht. De lichtintensiteit van de lampen op het meetpunt was niet representatief voor de kas, ondermeer door de ophanging aan drie kettinkjes die meer of minder schaduw gaven. Via een correctie is het lamplichtniveau opgewaardeerd naar het lichtniveau zoals dat representatief was voor de kas. Voor het representatieve lamplichtniveau is de gemiddeld gemeten intensiteit in de betreffende kasruimte op 28 december 2005 genomen.

Tabel 2. Lichtsommen in de verschillende kashelften, mol m^2 per periode.

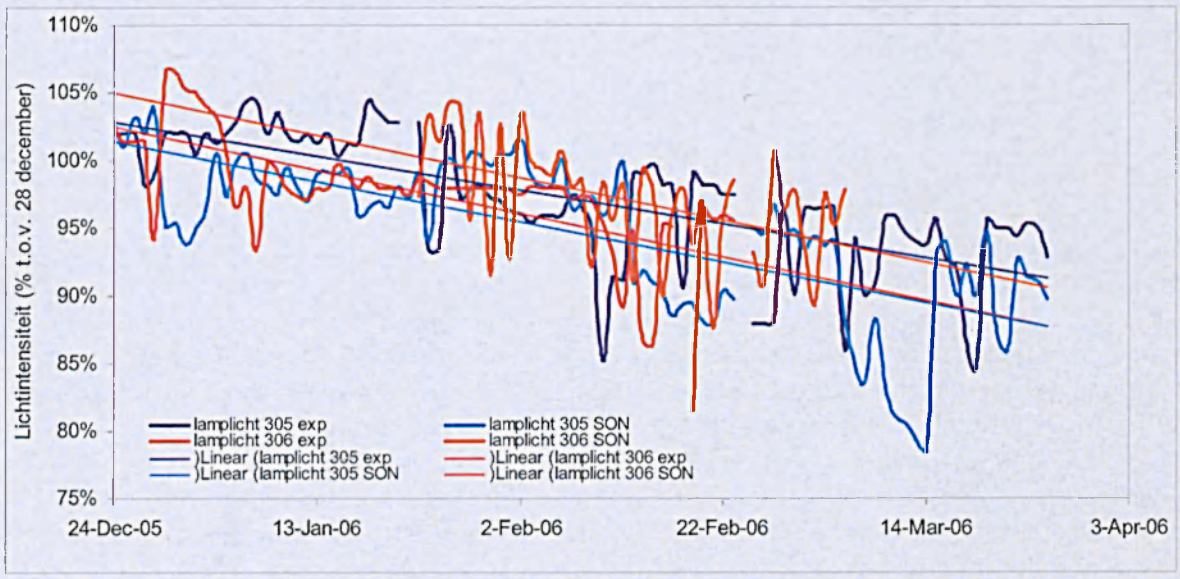
16 dec. 2005 – 23 febr. 2006		Lamplicht		Daglicht	
kas nr.		Exp. spectrum	SON-T spectrum	Voor	Achter
305	korte dag	528	555	100	113
306	lange dag	592	608	102	114
25 febr. 2006- 22 mei 2006					
305	korte dag	505	498	307	350
306	lange dag	550	560	293	367

Uit Tabel 2 blijkt dat de lange dag behandeling ca. 10% meer lamplicht heeft gehad dan de korte dag behandeling. Dit is geheel naar verwachting, en toe te schrijven aan meer belichtingsuren. De hoeveelheid daglicht was ca. 10% lager in de voorste kas dan in de achterste kas. Dit moet worden toegeschreven aan de schaduwwerking van de corridor. Om het eventuele daglicht effect tussen voor en achter te kunnen onderscheiden van het spectrum behandeling effect zijn de behandelingen kruiselings uitgevoerd (Fig. 2). Achteraf gezien is dit dus een juiste keuze gebleken. Figuur 4 illustreert het verloop van de daglichtsom van de behandeling met de SON-T spectrum.
De hoeveelheid daglicht was erg laag in de eerste periode met nog geen 20% van de totale daglichtsom. In de tweede periode was de daglichtsom aanzienlijk hoger maar nog altijd een stuk lager dan de hoeveelheid lamplicht. Het doel van de proefopzet was om effecten van het verschil in lichtspectrum van de lampen te bekijken, wat in beide perioden goed mogelijk is gebleken.



Figuur 4. Dagsom van de lamplicht en natuurlijk licht in beide kassen.

In de tweede periode van het onderzoek lag de lichtsom aan lamplicht iets lager dan in de eerste periode, terwijl deze in dagen gemeten iets langer is geweest. Dit moet worden toegeschreven aan een wat teruglopende licht-productie van de lampen. De terugloop wordt geïllustreerd in Figuur 5, waar het verloop van de gemeten licht-intensiteit in de avonduren is uitgezet tegen de tijd.



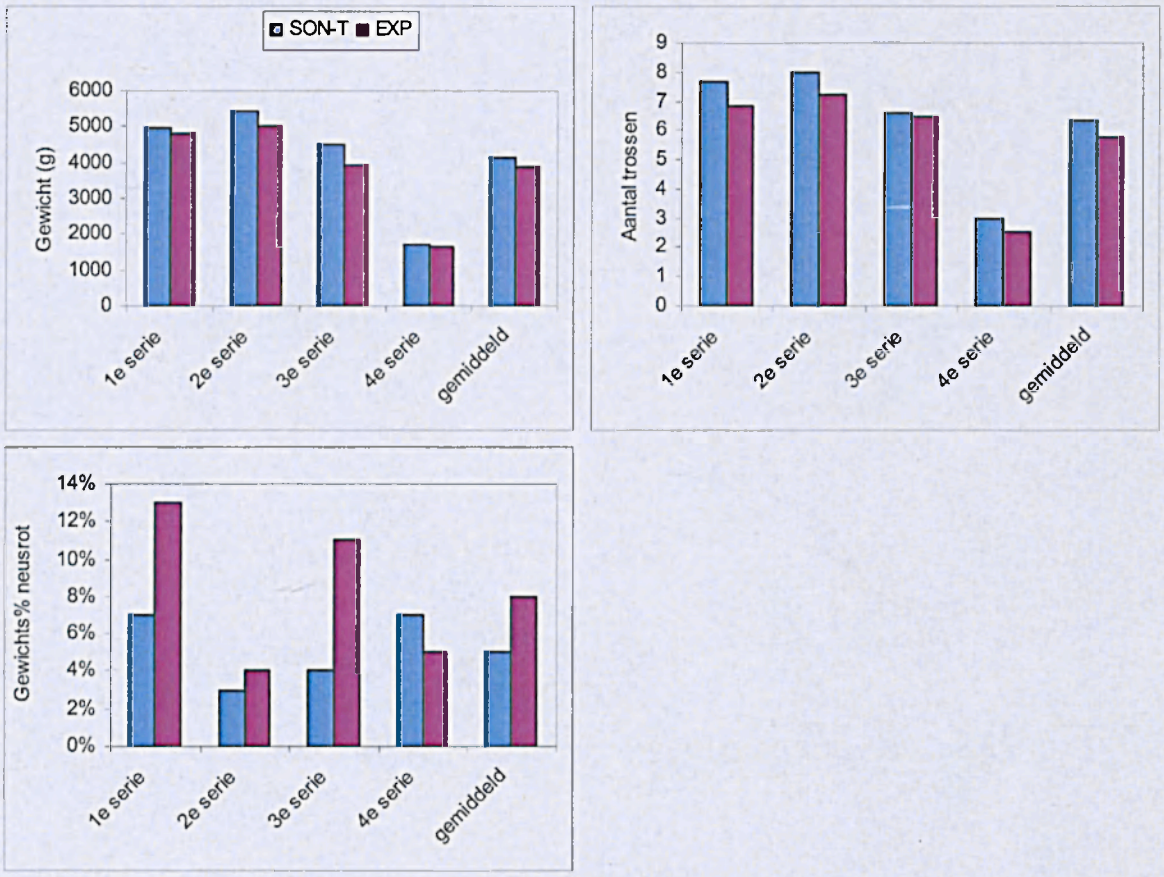
Figuur 5. Terugloop van het lichtniveau van de lamp per kasafdeling. Een (linear) trendline is getekend voor het verloop in ieder compartiment: lamplicht 305 SON-T (y= - 0.0015x + 58.59); lamplicht 306 SON-T (y= - 0.0016x + 61.88); lamplicht 305 exp. (y= - 0.0013x + 49.55); lamplicht 306 exp. (y= - 0.0016x + 63.04).

3.2 Productie en groei van de gewassen

De volledige resultaten per gewas zijn opgenomen in Bijlage I. In de tekst zijn de resultaten van het experiment beschreven en worden de relevante resultaten in figuren geïllustreerd.

3.2.1 Tomaat

De tomaten zijn geteeld tot een hoogte van ca. 2,30 m, waarna ze zijn getopt. De ruimte van het testvak was te klein om de planten te kunnen laten zakken. Om toch gedurende de gehele proefperiode bloeiende planten te hebben is er elke 3-4 weken een nieuwe serie van 8 planten uitgezet. Er zijn totaal 4 series geteeld, waarvan bij de eerste drie alle trossen konden worden geoogst. Bij de vierde serie zijn de laatste trossen bij het einde van de proef groen geoogst.
Het gewicht aan geoogste trossen lag onder het experimenteel spectrum steeds gemiddeld 7% lager dan onder het SON-T spectrum (Fig. 6). Dit lag niet aan een lager trosgewicht maar aan minder geoogste trossen. De planten zijn getopt op een hoogte ca. 1m onder de lampen en daarbij is er niet op gelet dat elke plant evenveel gezette trossen had. Gemiddeld is er onder het SON-T spectrum een halve tros per plant meer geoogst (8%) en dit verklaard het verschil in productie (Fig. 6).
Het lager aantal trossen was niet toe te schrijven aan een systematisch hogere internodiën lengte. Bij de eerste serie is er in de korte dag wel lengteverschil geconstateerd maar dit moest eerder aan een verschil in kas-temperatuur dan aan een invloed van het spectrum worden toegeschreven. Bij de tweede serie is specifiek gekeken naar verschillen in generatieve en vegetatieve productie en naar internodiën lengte. Er zijn daarbij geen verschillen gevonden (zie Bijlage I, Tabel 1).



Figuur 6. Effect van de behandelingen op het geoogst gewicht (g) van tomaat, het aantal trossen en het gewichtspercentage neusrot.

Onder beide spectra is bij een relatief hoog aantal vruchten neusrot opgetreden. Door het aantal verschillende teelten kon hier niet via klimaatmaatregelen tegen worden opgetreden. Het % neusrot lag in de vakken met het experimentele lichtspectrum in drie van de vier series hoger dan in de vakken onder het SON-T spectrum. De

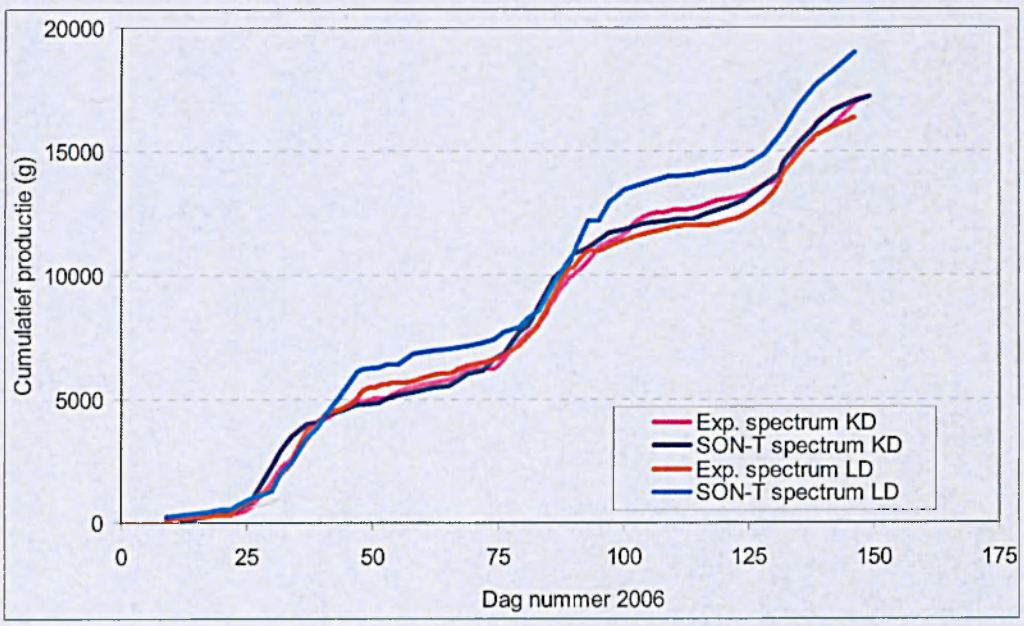
vruchten met neusrot bleven vrij klein zodat het effect op het gewicht aan geoogste goede vruchten niet erg groot was. Om de verstoring te minimaliseren zijn bij het geoogst gewicht alle vruchten meegenomen.
Het effect van de daglengtebehandeling en het plaatseffect, voor/achter, zijn beiden te interpreteren als effecten van meer of minder licht. Zowel een langere dag, meer lamplicht, als plaatseffect, minder schaduw van de corridor, leverden een hoger gewicht op aan geoogste vruchten. Dit was het duidelijkst terug te zien in het trosgewicht dat respectievelijk 5 en 8% hoger lag bij de lange dag en de achter kasgedeelten, Bijlage I, Tabel 1.

3.2.2 Roos

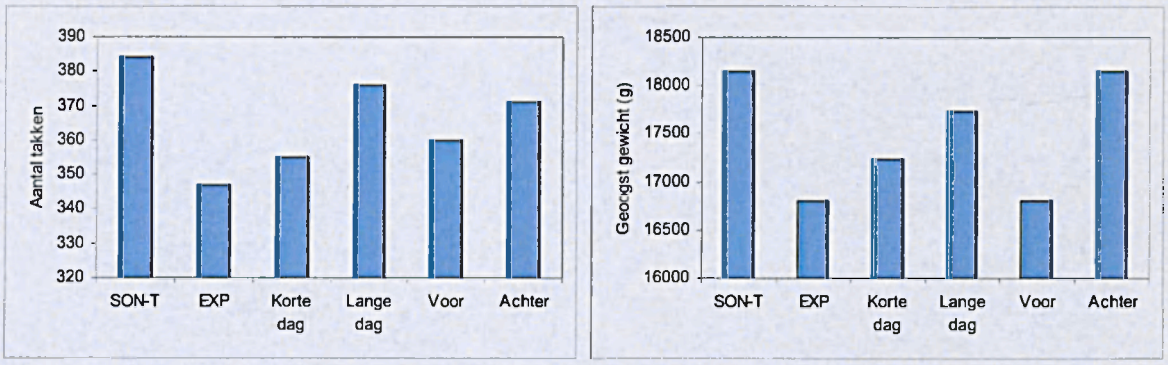
Rozen bloeien onafhankelijk van de daglengte, maar het te oogsten gewicht wordt normaal gesproken wel duidelijk beïnvloed door de lichtsom die het gewas ontvangt. Roos is dus net als tomaat een duidelijk lichtgevoelig gewas.

3.2.2.1 Snijrozen

Bij de snijrozen is twee à drie maal per week geoogst. De oogstgetallen zijn bijgehouden vanaf 9 januari tot 29 mei, dus in totaal gedurende 20 weken. In Figuur 7 is de productie cumulatief uitgezet. Hierin is te zien dat de rozen niet gelijkmatig produceerden, maar in golven, een 'snee' genoemd. Het is duidelijk dat de rozen in alle vier de kasdelen gelijk 'op snee' waren, dus dat het eindtotaal een goed beeld geeft voor de vergelijking van de productie in de vier kasdelen.



Figuur 7. Cumulatieve productie in snijroos. De x-as geeft aan de dagnummer van het jaar.

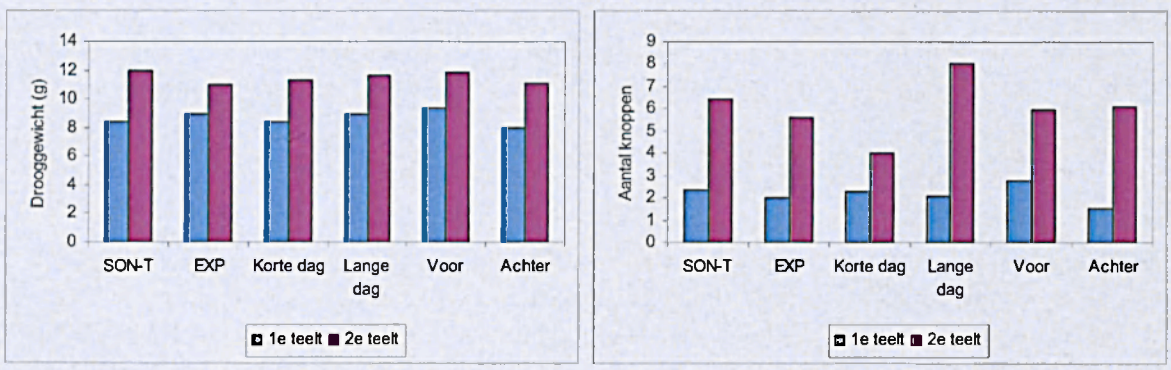


Figuur 8. Verschillen tussen de behandelingen in productie en geoogste gewicht van snijroos.

In Figuur 7 valt op dat de productie onder het SON-T spectrum in kas 306 duidelijk hoger was dan in de andere kasafdelingen. Dit is de kas waar niet alleen het effect van het spectrum maar ook het meerdere licht van de lange dag en het minste schaduw van de corridor tot uiting kwamen. Als alle behandelingen naast elkaar werden gezet bleek dat onder de lange dag de productie 3% hoger lag dan in de korte dag en in de achterste kashelften 8% hoger dan in de voorste kashelften. Voor de lichtbehandeling schoot een effect over van 7% lagere productie onder het experimentele spectrum ten opzicht van het SON spectrum. Dit verschil in productie was vooral toe te schrijven aan een verschil in aantallen geoogste takken, vaak enigszins gecompenseerd door een klein verschil in takgewicht (Fig. 8). De taklengte verschilde niet tussen de verschillende behandelingen.

3.2.2.2 Potroos

De potrozen zijn aangekocht als beworteld stek en vrij kort na het uitzetten in de kas kort geknipt. Na ca. drie weken zijn ze opnieuw teruggeknipt en daarna doorgeteeld tot de bloei. Hierbij is de 1e teelt niet geremd om effecten van de lichtbehandeling ongestoord te kunnen waarnemen, en de tweede teelt 3x om een marktconform gewas te verkrijgen.



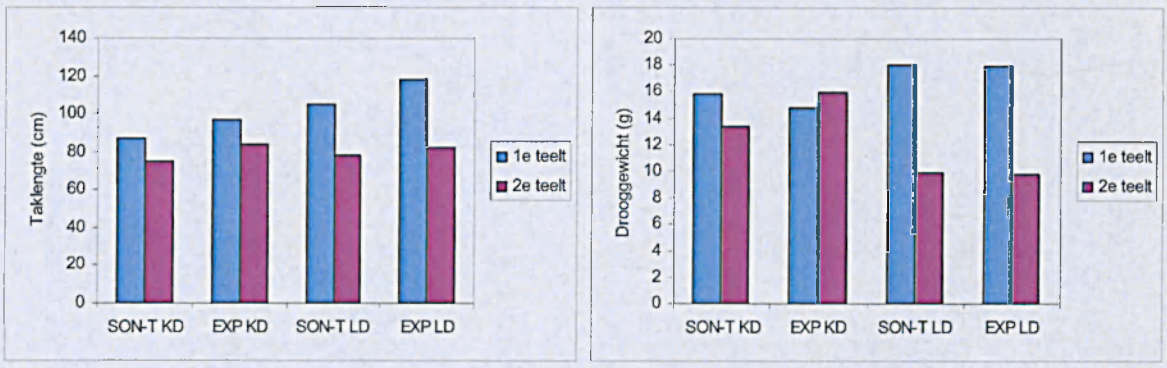
Figuur 9. Effect behandeling op het drooggewicht en het aantal knoppen per plant in potroos.

Foto 1. Potroos 2e teelt *SON spectrum* *Experimenteel spectrum*

In de eerste teelt zijn geen verschillen in lengteontwikkeling waargenomen. Wat wel opviel was dat er in de korte dag behandeling geen zijknoppen tot ontwikkeling kwamen, bij de lange dag behandeling wel (Fig. 9). Door de grote variatie tussen de planten waren er ook enige, niet significante, verschillen in aantallen knoppen tussen de behandelingen. Dit kwam ook terug in het geoogste gewicht.
Tijdens de tweede teelt kwamen er meer knoppen tot ontwikkeling dan in de eerste teelt, een effect van meer daglicht en wellicht van het remmen. Het effect van de daglengte op de zijknop ontwikkeling kwam opnieuw duidelijk tot uiting.
De korte dag periode is enkele dagen na het toppen van de potchrysanten ingesteld. Dit was voor de snijchrysanten erg laat zodat deze al gingen vertakken voordat de korte dag periode inging en het aantal bloemknoppen per tak lag hierdoor bij de snijchrysant extreem hoog.
Door het laat inzetten van de korte dag werd de teeltduur verlengd en werden de planten in de lange dag erg hoog. De tweede teelt snijchrysant is daarom in de lange dagbehandeling voortijdig geoogst en vervolgd met een derde, korte teelt.

3.2.2.3 Snijchrysant

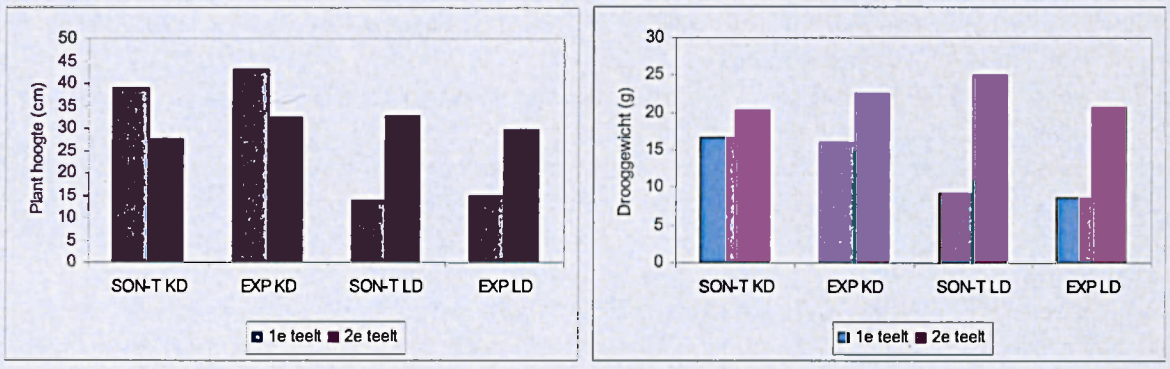
Het direct opvallende effect van het lichtspectrum op de groei van chrysant was de steellengte. Onder het experimentele spectrum werden de chrysanten ca. 10% langer van zowel de bloeiende takken als het niet bloeiende gewas (Fig. 10). De grotere steellengte betekende echter niet dat het takgewicht hoger was, in drie van de vier keer was het takgewicht juist lager onder het experimentele spectrum. Het % drogestof was daarbij wel hoger onder het experimentele spectrum dan onder het SON-T spectrum, zodat het verschil in drooggewicht tussen de beide spectra klein was. De verschillen in takgewicht, vers- en droog, tussen de lichtbehandelingen waren niet significant.



Figuur 10. Effect van het spectrum op steellengte en droog takgewicht van chrysant.

3.2.2.4 Potchrysant

Kort na beworteling zijn de planten getopt om vertakte planten met voldoende bloemen te krijgen. De planten onder lange dag bleven vegetatief en zijn nog een tweede keer getopt. De planten van de eerste teelt waren met ca. 40 cm vrij hoog en topzwaar. Dit kwam omdat ze niet geremd waren om het effect van het lichtspectrum op de lengte vast te kunnen stellen. Onder het experimentele spectrum waren de planten duidelijk hoger dan onder het SON-T spectrum. Ook in de langedag behandeling werden de planten onder het experimentele spectrum langer. De verzamelde data hebben betrekking op een aselecte steekproef van 10 planten per behandeling.
In de tweede teelt zijn de planten 3x geremd en daardoor ruim 10 cm korter gebleven. Het effect van het spectrum op de lengtegroei kwam daarbij tijdens de bloei wel tot uiting, maar niet bij de langedag behandeling (Fig. 11).
Het effect van de lichtbehandeling op de vorming van zijscheuten was gering. Er waren ca. 10% minder scheuten gevormd onder het experimentele spectrum. Het effect van de daglengte, 2x toppen, en het remmen op de zijscheurvorming was veel groter (Bijlage I, Tabel 5). De verschillen ten gevolgen van de lichtbehandeling waren echter te klein om significant te zijn. De tussentijds verzamelde gegevens aan planten die bij het wijder zetten overschoten leverde geen aanvullende inzichten op en zijn niet opgenomen in dit rapport.

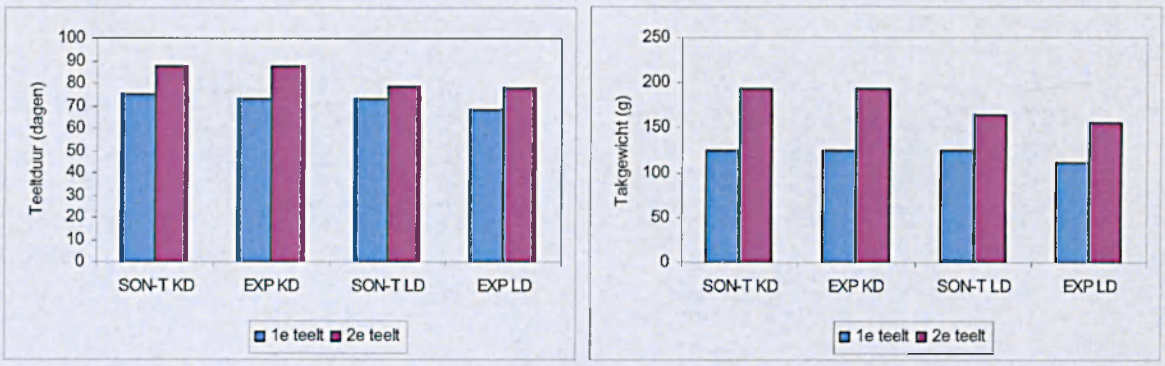


Figuur 11. Effect van de behandelingen op de planthoogte en het plantgewicht van potchrysant.

Foto 2. Potchrysant 2e teelt SON spectrum *Experimenteel spectrum*

3.2.3 Lelie

Bij de lelie zijn twee teelten na elkaar uitgevoerd. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen de behandelingen voor wat betreft de taklengte, het versgewicht van de takken, en het aantal knoppen. De variatie tussen de takken was te groot. De teeltduur is bij het experimentele spectrum wel iets korter dan onder SON-T lampen.
Bij de tweede teelt waren bijna alle takken tegelijk oogstrijp per kas, en tussen de behandelingen was er een significant verschil in teeltduur, 88 (±0.5) en 78 (±1.5) dagen in de in de korte en lange dag behandelingen, resp. De lange dag behandeling leidde duidelijk tot een kortere teeltduur (Fig. 12). Voor wat betreft de teeltduur was er geen verschil gevonden tussen de lichtbehandelingen. Gezien de verschillen in teeltduur tussen de 1e en 2e teelt is de lichtkleur in een bepaald stadium van de ontwikkeling wellicht van belang. mogelijk een stadium dat tijdens de tweede teelt buiten de korte dag behandeling lag.
In onderzoek uitgevoerd bij PPO-bloembollen is de invloed van de daglengte op de teeltduur ook gevonden bij belichting met HQI-lampen, maar niet bij belichting met SON-T lampen.
De verschillen in takgewicht zijn weliswaar statistisch niet verschillend maar de takgewichten zijn wel systematisch lager bij een kortere teeltduur (1e teelt). Dit is in overeenstemming met de proefresultaten van het lelie-onderzoek op PPO-bloembollen. Ook bij de lange dag behandeling in de tweede teelt was de taklengte korter t.o.v. de korte dag behandeling.
Bij de tweede teelt is een steekproef van tien takken genomen, waarop het aantal groene bladeren en de internodiënlengte werd gemeten. Hierbij zijn geen verschillen gevonden in aantal bladeren tussen de behandelingen, maar wel een verschil in internodiënlengte als gevolg van de kortere tak.

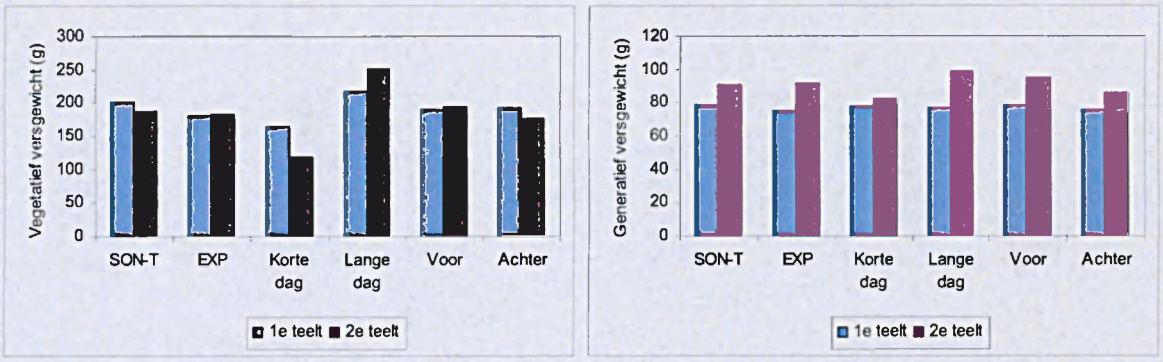


Figuur 12. Effect van de lichtbehandeling op de teeltduur en het takgewicht van lelie.

3.2.4 Begonia

Begonia's bloeien onafhankelijk van de daglengte, dus kwamen de planten in alle behandelingen en in alle twee de teelten tot bloei. In beide teelten bleek het versgewicht van bladeren en stengels bij de korte dag behandelingen achter te blijven bij dat bij de lange dag behandeling. De planten onder het experimentele spectrum vormden een iets lager vegetatief gewicht en met kortere planten, gemiddeld 1 cm, t.o.v. het SON-T spectrum, al waren deze verschillen niet significant. Het gewicht aan generatieve delen werd niet of nauwelijks beïnvloed.
De gevonden verschillen zijn niet te wijten aan een iets lagere lichtsom. Als dat het wel was, dan waren de planten in de voorste kasafdelingen ook lichter geweest. Omdat de vegetatieve ontwikkeling vóór de bloei wordt beïnvloedt door daglengte, betekent een lichte positief invloed van het SON-T lichtspectrum met een groter aandeel blauw licht dat het effect is van een langere dag (Fig. 13).

Foto 3. Begonia 1e teelt SON-T spectrum Experimenteel spectrum

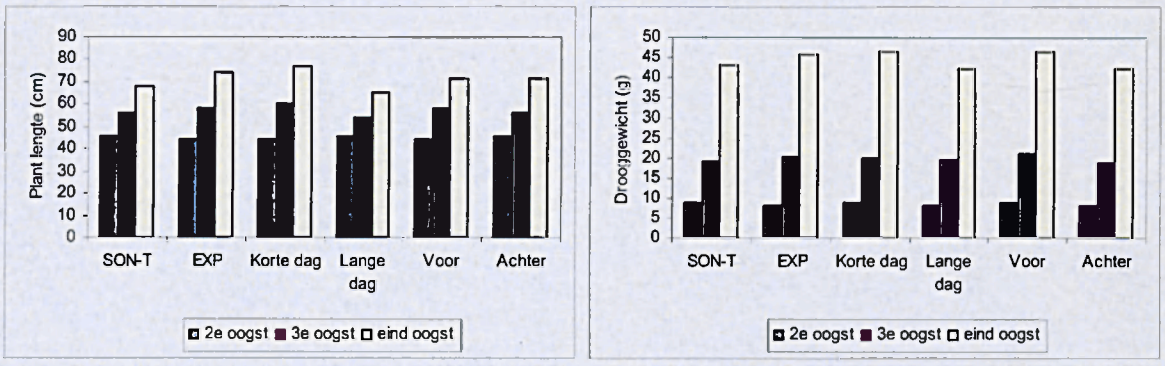


Figuur 13. Invloed van lichtbehandelingen op de vegetatieve en generatieve biomassa van Begonia.

3.2.5 Ficus

Voor Ficus is één teelt uitgevoerd tijdens het hele experiment. De planten zijn regelmatig wijder gezet tijdens de groei, waarbij telkens vijf planten vrijkwamen. Die zijn gebruikt voor waarnemingen. Zowel lengte als plantgewicht werden door de spectrale behandelingen beïnvloed. Gedurende de proef bleef de plantlengte en het plantgewicht onder het SON-T spectrum steeds meer achter bij het experimentele spectrum (Fig. 14).

Foto 4. Ficus einde proefperiode SON spectrum *Experimenteel spectrum*



Figuur 14. Lengte, vers- en drooggewicht van Ficusplanten in de loop van de teelt, gemiddelde van 5 planten

Opvallend was dat dit achterblijven in lengte en gewicht ook optrad bij de lange dag behandeling en in de achterste helft van de kasafdelingen, waarschijnlijk als gevolg van een hogere lichtsom. Bij de lange dag behandeling was het negatieve invloed van een hogere lichtsom het grootst. Deze planten hadden ook meer bont blad wat duidt op een gebrek aan bladgroen. Ook de behandeling met een SON-T lichtspectrum leidde tot korter en lichtere planten (Fig. 14). Blijkbaar is hiervoor een bepaald deel van het spectrum verantwoordelijk. Het percentage droge stof werd door de behandelingen niet beïnvloed.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Conclusies m.b.t. de gewassen

1. Tomaat: Het trosgewicht is een betere maat dan het geoogst gewicht om de verschillen tussen de behandelingen te meten. Het trosgewicht werd echter niet meetbaar door het lichtspectrum beïnvloed.
2. Rozen: Bij de snijrozen leek het geoogst gewicht lager te zijn bij het experimentele spectrum dan bij het SON-T spectrum. Bij de potrozen was er geen systematisch verschil in plantgewicht tussen beide lichtbehandelingen. Wel was het aantal zijknoppen bij snijrozen onder het experimentele spectrum iets lager dan onder het SON spectrum. In de kas met de korte dag kwamen geen zijknoppen tot ontwikkeling.
3. Chrysant: Takken van chrysanten werd ca. 10% langer onder het experimentele licht dan onder SON-T licht. Het takgewicht en plantgewicht was iets lager onder het experimentele licht.
4. Lelie: De teeltduur werd verkort door een langere dag bij natuurlijk licht. In de winter wordt een aanvullende belichting met het experimenteel lichtspectrum kennelijk als een lange dag ervaren, want het takgewicht werd lager bij een kortere teeltduur dan bij een langere teeltduur.
5. Begonia: Begonia maakt minder blad- en stengelbiomassa onder korte dag, een respons dat werd ook waargenomen onder het experimentele spectrum.
6. Ficus: F. benjamini reageert negatief op lange dag, wellicht vanwege de aanmaak van bont blad. Dit veroorzaakt zowel kortere als lichtere planten en werd in lichtere mate ook gezien bij de lichtbehandeling waarbij de planten onder SON licht korter en lichter blijven. Verschil in bontheid tussen de lichtbehandelingen is niet waargenomen.

Algemene conclusies

1. De belichtingsintensiteit in alle vakken was gelijk, maar de verschillen in lichtspectrum waren groot. De blauw/rood verhouding was 0.10 en 0.22 bij het SON-T en experimentele spectrum, respectievelijk. De rood/verrood verhouding was 10, resp. 5 bij het SON-T en experimentele spectrum. Beiden waren duidelijk ver boven de rood/verrood verhouding in zonlicht (ca. 2).
2. De korte en lange dag behandelingen en de schaduwwerking van de corridor hadden een duidelijke invloed op de lichtsom die in de verschillende kasafdelingen werd gerealiseerd. Hierdoor was er maar beperkt sprake van een herhaling in het behandeling lichtspectrum.
3. Productieverschillen tussen de spectrale lichtbehandelingen waren klein of afwezig en de effecten leken vaak op de gevolgen van een verschil in daglengte. Dit was opvallend gezien het zeer grote verschil in lichtspectrum tussen de belichtingsbehandelingen, verschillen in de blauw/rood en de rood/verrood verhouding.
4. Er werd geteeld bij een gemiddeld klimaat, waardoor het optimale klimaat voor iedere gewas niet gerealiseerd kon worden.

4.2 Aanbevelingen

1. Bij de introductie van lampen met een afwijkende spectrum t.a.v. SON-T lampen moet gelet worden op de ontwikkeling van het gewas (morfologische effecten). Weliswaar worden er geen grote effecten verwacht, maar wel opvallende effecten. Bij ongewenste effecten moet vooraf onderzocht worden hoe dit via een aangepaste klimaatinstelling moet worden gecompenseerd, elke lichtbron heeft zijn eigen klimaatsoptimum die per teelt zal verschillen.

Bijlage I.

Tabel 1. Gemiddelde productiegegevens van tomaat, 1e serie.

	Geoogst gewicht per plant (mg)		Gewichts % neusrot	
	SON-T spectrum	Exp. spectrum	SON-T spectrum	Exp. spectrum
1e serie	4975	4814	7%	13%
2e serie	5413	5004	3%	4%
3e serie	4481	3951	4%	11%
4e serie	1710	1653	7%	5%
gemiddeld (4 series)	4145	3856	5%	8%
Korte dag	3973		6%	
Lange dag	4028		7%	
Voor in de kas	3800		7%	
Achter in de kas	4201		6%	

Gemiddelde productiegegevens van tomaat, 1e serie.

	Aantal trossen per plant		Aantal vruchten per tros		Gewicht per tros	
	SON-T spectrum	Exp. spectrum	SON-T spectrum	Exp. spectrum	SON-T spectrum	Exp. spectrum
1e serie	7.69	6.87	5.53	6.17	648	704
2e serie	8.00	7.25	5.65	5.78	679	690
3e serie	6.56	6.44	5.83	5.91	685	613
4e serie	3.00	2.56	5.06	5.59	568	646
gemiddeld (4 series)	6.31	5.78	5.52	5.86	645	663
Korte dag	6.21		5.48		638	
Lange dag	5.88		5.89		670	
Voor in de kas	6.09		5.78		629	
Achter in de kas	5.98		5.60		679	

Gemiddelde productiegegevens van tomaat, 2e serie.

Behandeling	Gewicht (g/plant)			Internodiën lengte (cm)
	generatief	vegetatief	totaal	
SON spectrum	5413	2508	7921	7.44
Exp. spectrum	5004	2144	7149	7.63
Korte dag	4596	2004	6599	7.63
Lange dag	5822	2649	8470	7.44
Voor	4915	2281	7196	7.75
Achter	5502	2372	7874	7.31

Tabel 2. Gemiddelde productiegegevens snijroos. cv First Red.

Behandeling	Aantal takken	Taklengte (cm)	Takgewicht (mg)	Totaal gewicht (mg)
SON-T spectrum	384	80	47.3	18155
Exp. Spectrum	347	80	48.5	16801
Korte dag	355	81	48.7	17229
Lange dag	376	79	47.1	17727
Voor	360	80	46.7	16808
Achter	371	80	49.1	18148

Tabel 3. Gemiddelde productiegegevens potroos.

1e teelt (niet geremd)

Behandeling	Lengte (cm)	Aantal knoppen	Aantal zij knoppen	Vers-gewicht (mg)	Droog-gewicht (mg)	Droog stof %
SON-T spectrum	45.1	2.35	0.25	38.1	8.41	22.0
Exp. Spectrum	45.2	2.00	0.30	40.3	8.94	22.1
Korte dag	43.8	2.30	0.00	37.1	8.44	22.7
Lange dag	46.5	2.05	0.55	41.2	8.92	21.5
Voor	46.8	2.80	0.30	41.7	9.41	22.5
Achter	43.4	1.55	0.25	36.6	7.94	21.6

2e teelt (3x geremd)

Behandeling	Lengte (cm)	Aantal knoppen	Vers-gewicht (mg)	Droog-gewicht (mg)	Droog stof %
SON-T spectrum	31.00	6.45	55.77	11.95	21.48
Exp. Spectrum	26.70	5.60	51.72	10.97	21.23
Korte dag	29.25	4.05	52.64	11.27	21.42
Lange dag	28.45	8.00	54.85	11.65	21.29
Voor	26.95	5.95	55.66	11.86	21.32
Achter	30.75	6.10	51.83	11.06	21.39

Tabel 4. Gemiddelde productiegegevens snijchrysant.

1e teelt					
Behandeling	Lengte (cm)	Aantal knoppen	Vers-gewicht (mg)	Droog-gewicht (mg)	Droog stof %
SON-T spectrum KD	87	37	131	15.8	12.0
Exp.spectrum KD	97	26	123	14.8	12.1
SON-T spectrum LD	105	0	168	18.0	10.7
Exp.spectrum LD	118	0	153	17.9	11.8

2e teelt					
Behandeling	Lengte (cm)	Aantal knoppen	Vers-gewicht (mg)	Droog-gewicht (mg)	Droog stof %
SON-T spectrum KD	75	40	121	13.4	11.1
Exp.spectrum KD	84	44	135	15.9	11.7
SON-T spectrum LD	78	0	102	9.9	9.7
Exp.spectrum LD	82	0	99	9.8	10.0

Tabel 5. Gemiddelde productiegegevens potchrysant.

1e teelt (niet geremd)					
Behandeling	Lengte (cm)	Aantal scheuten per plant	Vers-gewicht (mg)	Droog-gewicht (mg)	Droog stof %
SON-T spectrum KD	38.80	13.20	135.25	16.66	12.33
Exp. spectrum KD	43.10	12.00	127.50	15.98	12.54
SON-T spectrum LD	13.80	16.40	73.00	9.17	12.56
Exp. spectrum LD	14.85	16.60	72.45	8.73	12.06

KD 1x getopt; LD 2x getopt

2e teelt (3x geremd)				
Behandeling	Lengte (cm)	Aantal scheuten per plant	Vers-gewicht (mg)	Droog-gewicht (mg)
SON-T spectrum KD	27.50	9.50	154.13	20.27
Exp. spectrum KD	32.25	8.80	162.83	22.57
SON-T spectrum LD	32.90	12.50	194.35	25.14
Exp. spectrum LD	29.60	10.90	160.68	20.77

KD 1x getopt; LD 2x getopt

Tabel 6. Gemiddelde productiegegevens Lelie.

	1e teelt					
Behandeling	Teelt duur	Tak-lengte (cm)	Lengte met blad (cm)	Aantal knoppen	Aantal bladeren	Tak gewicht (mg)
SON-T KD	75	66.1	51.0	3.4	35.4	124.8
Exp. spectrum KD	73	64.6	50.4	3.4	36.3	124.2
SON-T LD	73	69.7	53.0	3.4	35.1	125.8
Exp. spectrum LD	68	67.3	54.4	3.3	37.0	111.1

	2e teelt					
Behandeling	Teelt duur	Tak-lengte (cm)	Lengte met blad (cm)	Aantal knoppen	Aantal bladeren	Tak gewicht (mg)
SON-T spectrum KD	87.6	77.1	64.3	5.8	46.3	193.8
Exp. spectrum KD	87.9	78.9	65.6	5.4	45.9	194.1
SON-T spectrum LD	78.4	70.3	58.8	5.5	48.3	164.6
Exp.spectrum LD	78.2	70.9	59.3	5.5	44.9	155.5

Tabel 7. Gemiddelde productiegegevens Begonia.

	1e teelt						
Behandeling	Lengte (cm)	Versgewicht (mg)		Drooggewicht (mg)		Veg. DS%	Gen. DS%
		vegetatief	generatief	vegetatief	generatief		
SON-T spectrum	25.3	200	78.9	10.77	3.25	5.47	4.12
Exp. Spectrum	24.3	181	74.9	10.31	3.25	5.78	4.36
Korte dag	24.7	165	77.3	10.10	3.48	6.15	4.51
Lange dag	24.9	216	76.5	10.97	3.02	5.10	3.97
Voor	25.1	189	78.1	10.52	3.31	5.62	4.24
Achter	24.5	191	75.7	10.56	3.20	5.63	4.24

	2e teelt				
Behandeling	Lengte (cm)	Versgewicht (mg)		Drooggewicht (mg)	
		vegetatief	generatief	vegetatief	generatief
SON-T spectrum	25.23	186.43	90.22	10.39	3.78
Exp. Spectrum	23.93	182.76	91.13	10.37	3.83
Korte dag	23.25	117.24	82.39	7.94	3.82
Lange dag	25.90	251.94	98.96	12.82	3.79
Voor	25.13	193.49	95.43	10.82	3.99
Achter	24.03	175.69	85.92	9.94	3.63

Tabel 8. Gemiddelde productiegegevens Ficus benjamina.

Behandeling	Lengte (cm)			Versgewicht (g)			Drooggewicht (g)			Droge stof%
	2e maal	3e maal	eind oogst	2e maal	3e maal	eind oogst	2e maal	3e maal	eind oogst	
SON-T spectrum	46	56	68	41	82	167	8.9	19.4	43.2	25.8%
Exp. spectrum	44	58	74	38	91	182	8.1	20.5	45.9	25.2%
Korte dag	44	60	77	41	90	185	8.7	20.0	46.7	25.3%
Lange dag	46	54	65	38	83	165	8.2	19.8	42.3	25.7%
Voor	44	58	71	42	92	181	8.8	21.0	46.7	25.8%
Achter	46	56	71	37	81	168	8.1	18.8	42.3	25.1%