

Proefstation voor de Bloemisterij
Linnaeuslaan 2a
1431 JV AALSMEER
Tel. 02977-52525

ISSN 0921-710X

Effect van belichtingsregime en verrood licht
op stekken van roos 'Frisco' en 'Madelon'
en op Eustoma 'Fuji donker blauw'

Rapport 197

Prijs f 10,-



Sebr. 95

Ir. J.A. Bakker,
Dr. T. Blacquièrè,
Ing. J. de Hoog.

9 februari 1995

ISSN = 555670

Rapport 197 wordt u toegestuurd na storting van f 10,- op girorekening 174855 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van: 'Rapport 197. Effect belichting op roos en Eustoma'.



Voorwoord

In dit verslag worden de resultaten gepresenteerd van onderzoek naar effecten van belichtingsregime met assimilatielicht op de groei en ontwikkeling van *Eustoma grandiflorum* 'Fuji blue' en de rozecultivars Madelon en Frisco. Dit onderzoek is verricht in het kader van het door EBG en NOVEM gefinancierde project 'Kwalitatieve neveneffecten van assimilatiebelichting'.

Voor de teelt van de in dit onderzoek gebruikte planten is het substraat perliet ter beschikking gesteld door Pull Rhenen BV.

Assistentie: Klaas van Dam, Jules van Kerckhoven

Andre van der Weyden, Adri Durieux

Stagiaires: Sander Clemens, Agrarische Hogeschool Delft

Samenvatting Roos

In het kader van het project 'Neveneffecten van assimilatiebelichting' is onderzoek gedaan naar de effecten van belichtingsregime en verrood nabelichting op de scheut- en grondscheutontwikkeling bij de rosecultivars Madelon en Frisco. De variatie in scheutlengte van het uitgangsmateriaal van Madelon was bij alle lichtbehandelingen te correleren met de latere scheutontwikkeling. Vergelijking van de ontwikkeling van scheuten van Frisco en Madelon bij een daglengte van 14, 17 of 20 uur, zonder de hoeveelheid bijgegeven licht ($60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $3 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dag}^{-1}$) te veranderen, wees uit dat de bloemontwikkeling en de groeisnelheid van de scheuten door langere daglengtes positief worden beïnvloed. Scheuten ontwikkelden zich bij Madelon sneller tot een bloeiende tak bij een daglengte van 17 of 20 uur dan bij een daglengte van 14 uur. Bij een daglengte van 14 uur werd bij Madelon het hoogste loospercentage gevonden. Bij Frisco werd, misschien door te veel variatie in het uitgangsmateriaal, geen effect van de lichtperiode op het aantal loze scheuten gevonden. Bij beide cultivars was de uiteindelijke taklengte groter bij een langere lichtperiode.

Een verrood nabelichting van 15 minuten ($8 \mu\text{mol}$ fotonen $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 700-800 nm) had geen effect op vorming van loze scheuten. Bij Madelon was het gewicht van de gevormde scheuten en grondscheuten bij een verrood nabelichting iets groter.

Na het buigen van de planten, om de grondscheutvorming te stimuleren verschenen bij Madelon de grondscheuten het eerst bij een daglengte van 17 en 20 uur, terwijl bij Frisco de grondscheuten het eerst ontstonden bij 14 uur. Frisco vormde onder invloed van een daglengte van 17 of 20 uur meer, langere en zwaardere grondscheuten dan onder een daglengte van 14 uur. Bij Madelon viel op dat bij een lichtperiode van 17 uur het aantal en het totaalgewicht van de grondscheuten groter was dan bij een daglengte van 14 of 20 uur.

Ondanks een gelijke daglichtsom was, in dit onderzoek, de groei en ontwikkeling bij de verschillende lichtperiodes niet gelijk. De gevonden verschillen kunnen niet alleen worden toegeschreven aan verschillen in fotosynthese-efficiëntie tijdens de natuurlijke daglichtperiode omdat bijvoorbeeld bij Madelon bij de daglengte van 17 uur een hogere biomassaproductie werd gevonden dan bij een daglengte van 14 en van 20 uur. De produktie en groeisnelheid van scheuten bij Madelon en Frisco staat dus onder invloed van zowel de daglengte als de hoeveelheid groeilicht. Het rendement van de gegeven bijbelichting staat dus ook onder invloed van lengte van de lichtperiode.

Summary Rose

In the winter of 1992-1993 the effects of light period and end-of-day far-red (EOD FR, for 15 min $8 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 700-800 nm) on the formation, growth and development of shoots and bottom breaks were studied using the varieties Madelon and Frisco. Daylight was supplemented with high pressure sodium light ($60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; $3 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$) to a light period of 14, 17 or 20 hours. EOD FR irradiation only raised the average branch fresh weight of Madelon. The number of bottom breaks, the branch length and time to flowering of both Madelon and Frisco were not affected by EOD FR.

The rate of shoot growth was stimulated by long day. The final shoot length of shoots at flowering was significantly longer with 17 and 20 hours than 14 hours. Flower development and growth of shoots was accelerated by a daylength of 17 or 20 hours. With Madelon blindness of shoots decreased when the daylength was increased from 14 to 17 or 20 hours.

Compared to Madelon the number of bottom breaks was higher for Frisco. The day length of 17 and 20 hours increased the number of bottom breaks for Frisco and the length and the weight of the branches. The number of bottom breaks was for Madelon only influenced with 17 hours. Compared to the light period of 14 hours, the number of bottom breaks was not affected by the day length of 20 hours. Branch fresh weight and length of bottom breaks Madelon were not affected by day length. With Madelon the bottom breaks appeared quicker at a day length of 17 and 20 hours after bending the plant to promote the formation of bottom breaks. With Frisco the bottom breaks appeared quicker at a day length of 14 and 17 hours. With the day length of 17 and 20 hours the bottom breaks of both Madelon and Frisco developed quicker and flowered sooner.

Samenvatting *Eustoma*

Eustoma grandiflorum is een snijbloem die in Nederland steeds meer in de belangstelling staat. Zowel temperatuur als daglengte beïnvloeden de scheutontwikkeling van *Eustoma*. De plantensoort *Eustoma grandiflorum* wordt in de literatuur beschreven als een kwantitatieve langedagplant, maar ook als plant die niet gevoelig is voor daglengte. Het aantal bloemen lijkt in de praktijk vooral positief te worden beïnvloed door de hoeveelheid groeilicht. In de winter worden minder bloemknoppen gevormd dan onder zomeromstandigheden. In het kader van het project 'Neveneffecten van assimilatiebelichting' is onderzoek gedaan naar de effecten van belichtingsregime en verrood nabelichting op de scheutontwikkeling bij de cultivar 'Fuji blue'.

Verandering van de duur van de lichtperiode, bij een gelijkblijvende hoeveelheid bijbelichting (SON-T, PAR: $45 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, dagsom: $2,27 \text{ mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$), van 14 naar 17 of 20 uur veroorzaakte bij *Eustoma grandiflorum* 'Fuji blue' een vervroeging van de bloei en een toename van de internodiënstrekking. Bij alle drie lichtperiodes werden bloemen gevormd. Bij een lichtperiode van 17 en 20 uur ontwikkelden de eerste bloemen zich echter in een lagere bladoksels met als gevolg een vervroeging van de bloei. Opvallend was dat de variatie in bloeitijdstip bij een daglengte van 17 en 20 uur minder groot was dan bij een daglengte van 14 uur. Het aantal bloemen per tak was bij een daglengte van 14 uur, ondanks de langere teeltduur, niet groter dan dat bij een daglengte van 17 of 20 uur.

Door een langere lichtperiode nam de internodiënstrekking toe, waardoor de afname van het aantal internodiën bij de langere daglengte vrijwel werd gecompenseerd bij een daglengte van 17 uur en meer dan gecompenseerd bij een daglengte van 20 uur.

Een verrood nabelichting van 15 minuten ($8 \mu\text{mol fotonen.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$; 700-800nm) aan het einde van de lichtperiode versterkte het effect van de langere daglengtes op de bloei en veroorzaakte onder alle belichtingsregimes extra stengelstrekking. Bij een daglengte van 14 uur nam door de verrood nabelichting alleen de strekking van de internodiën toe. De ontwikkeling van bloemen werd niet beïnvloed.

Omdat de bloeispreading, de teeltduur en de internodiënstrekking werden beïnvloed door de lengte van de lichtperiode, kan *Eustoma* voor die kenmerken en bij de in dit onderzoek gebruikte lichtperiodes, worden aangeduid als een kwantitatief langedagplant. Bij toepassing van assimilatiebelichting bij de teelt van 'Fuji blue' zal een reactie afhankelijk zijn van zowel de hoeveelheid licht als de duur van de lichtperiode.

Summary *Eustoma*

Eustoma grandiflorum is a commercial cut flower or pot plant in which Dutch greenhouse growers show increasing interest. *Eustoma* has been reported to be a quantitative long day plant (LDP) but some consider it as a day-neutral plant. In order to enable year round production growers started to use supplementary lighting. This can however trigger undesired or unexpected photoperiodic responses.

In the period between October and March we investigated the effect of daylight supplemented with equal amounts ($2,27 \text{ mol.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$) of HPS light ($45 \mu\text{mol PPF}$) to a light period of 14, 17 and 20 hours and an end-of-day (EOD) treatment with far-red (FR; $15 \text{ min } 8 \mu\text{mol m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ 700-800 nm) on the development of 'Fuji blue'. Either 17 or 20 hours hastened the development of flowers compared to 14 hours. This acceleration was caused by reduction of the number of internodes below the first developed flower. Elongation of internodes was promoted by extension of the light period and by an EOD FR-treatment. In the 14 hours light period EOD FR only promoted shoot elongation. EOD FR after an 17 or 20 hours light period also accelerated flowering. The number of flowers per stalk was not effected by the daylength.

INHOUD	blz.
Voorwoord	ii
Samenvatting Roos	iii
Summary Rose	iii
Samenvatting Eustoma	iv
Summary Eustoma	iv
1 Inleiding	1
2 Het effect van belichtingsregime en verrood licht bij roos en Eustoma	5
3 Materiaal en methode algemeen	6
4	8
4.1 Materiaal en methode roos	8
4.2 Resultaten met een of twee scheuten per plant bij Madelon	11
4.3 Resultaten met een of twee scheuten per plant bij Frisco	15
4.4 Grondscheutvorming bij Madelon en Frisco	16
4.5 Discussie roos	17
5 Eustoma	20
5.1 Materiaal en methode	20
5.2 Resultaten	21
5.3 Discussie Eustoma	24
6 Nabeschouwing	25
7 Referenties	26
Bijlage 1. Beschrijving van gebruikte perliet en teeltsysteem.	28
Bijlage 2. Proefopzet en kasindeling.	29
Bijlage 3. Stralingsspectrum SON-T en Verrood	30

1 Inleiding

De dagelijkse plantengroei, uitgedrukt als de per dag geproduceerde biomassa, wordt vrijwel volledig bepaald door de netto koolstofassimilatie (verschil tussen opname door fotosynthese en verlies door verademing). Het optimaliseren van de koolstofassimilatie van een gewas is daarom een eerste voorwaarde voor een goede groei en produktie. In onderzoek van Jiao et al (1991 a,b,c), waarin het effect van verschillende kasklimaatfactoren (lichtsterkte $100-1200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, daglengte 8-16 uur, CO_2 350-1500 $\mu\text{l/l}$, dagtemperatuur $15-30^\circ\text{C}$ en nachttemperatuur $15-25^\circ\text{C}$) op CO_2 -uitwisseling van een rozegewas is onderzocht, bleek het relatieve effect van lichtsterkte, lengte van de lichtperiode, CO_2 , dag- en nachttemperatuur op de dagelijkse plantengroei respectievelijk 64, 31, 4, 0,3 en 0,7% te bedragen. In dit onderzoek waren de lichthoeveelheid en de duur van de lichtperiode dus de belangrijkste produktiebepalende factoren.

Een daglichtsom alleen is soms onvoldoende om het effect van licht op de groei van een gewas te verklaren. Bij toepassing van de bijbelichting bij deze gewassen moet ook rekening worden gehouden met het effect van het belichtingsregime en de lichtkwaliteit op de groei en ontwikkeling van het gewas. Fotomorfogenetisch actieve fotoreceptoren reguleren reacties op daglengte en lichtkwaliteit die van invloed zijn op o.a. verdeling en omzetting van fotosynthese-produkten, scheutontwikkeling, bloei, bol en knolontwikkeling, inductie en doorbreking van rust. Door het effect van assimilatiebelichting op de daglengte en de lichtkwaliteit, kan assimilatiebelichting, bij daarvoor gevoelige gewassen, deze reacties oproepen. Informatie over het bestaan en de omvang van reacties op daglengte en lichtkwaliteit kan worden gebruikt om de doelmatigheid van een gegeven hoeveelheid assimilatielicht te vergroten.

Voor een goed afgewogen beslissing over de toepassing van assimilatiebelichting is informatie nodig over zowel de relatieve, als absolute bijdrage van de bijbelichting aan de produktie. Onder normale Nederlandse omstandigheden kan de hoeveelheid voor de fotosynthese bruikbare straling waarden bereiken van maximaal $1800 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. In een kas met een transmissie van 60-70% blijft daar ongeveer 1100-1300 μmol van over. Midden december is de maximale lichtsterkte in een kas nog maar zo'n 300-350 μmol . Omdat 's winters de doorlatendheid van een kas voor directe straling door de lage stand van de zon meestal lager is dan 60%, is dat laatste getal nog aan de hoge kant. De sterkte van de natuurlijke fotosynthetisch actieve straling wordt meestal berekend uit de gemeten globale straling. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een gemiddelde omrekeningswaarde van 0,45 Watt PAR per Watt globale straling. Voor de omrekening van PAR (in Watt) naar fotosynthetisch actieve fotonen wordt uitgegaan van 4,57 μmol fotonen per Watt PAR. Deze waarden zijn gemiddelden. De omrekeningsfactoren kunnen op korte termijn, afhankelijk van de zonnehoek, de bewolking en de verhouding tussen diffuse en directe straling, van deze waarden afwijken. De werkelijke bijdrage die door assimilatiebelichting op een bepaald moment aan de totale hoeveelheid licht wordt geleverd kan daardoor afwijken van de berekende.

In de praktijk wordt assimilatiebelichting meestal gebruikt wanneer de natuurlijke hoeveelheid licht onder een bepaalde grenswaarde komt. Uitgangspunt hiervoor is dat niet moet worden belicht op het moment dat de fotosynthese lichtverzadigd begint te raken. Voordat sprake is van lichtverzadiging neemt met toenemend licht de

hoeveelheid vastgelegd CO_2 per hoeveelheid fotosynthetisch actieve straling af. Bij lichtverzadiging geeft verhoging van de lichtsterkte geen verhoging meer van de fotosynthesesnelheid. Op dat moment heeft het geen zin extra assimilatielicht te geven. Het uitschakelmoment van de assimilatiebelichting moet daarom afhankelijk zijn van het aandeel dat de assimilatiebelichting kan leveren aan de fotosynthese. Omdat het lichtverzadigingspunt van de fotosynthese sterk gewasafhankelijk is (tabel 1), betekent dat ook een gewasafhankelijke grenswaarde voor het uit- of aanschakelen van de assimilatiebelichting.

Wanneer assimilatiebelichting bij een globale stralingssterkte van 75 Watt.m^{-2} (buiten de kas) zou worden uitgeschakeld (komt overeen met ongeveer $150 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR) is in die kas op dat moment de lichtsterkte ongeveer $90 \mu\text{mol}$ (60% transmissie). Bij een belichtingssterkte van 3000 lux (ongeveer $37 \mu\text{mol PAR}$) betekent dat uitschakelen op een moment dat de lampen nog ongeveer 30% van het groeilicht leveren of: op een moment dat de natuurlijke hoeveelheid licht in de kas met 40% kan worden wordt verhoogd door het inschakelen van de assimilatiebelichting. Wanneer als grenswaarde voor gebruik van assimilatiebelichting met een belichtingssterkte van $37 \mu\text{mol.m}^{-2}$ een aandeel van minimaal 15% zou worden aangehouden bedraagt de waarde van globale straling buiten de kas waarbij de lampen zouden moeten worden uitgeschakeld al $175 \text{ Watt.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Omdat in een gewas of plant meestal meerdere bladlagen aanwezig zijn is de lichtsterkte waarbij lichtverzadiging van de gewasfotosynthese optreedt hoger dan die waarbij de fotosynthese van een blad verzadigd is. De precieze verhouding tussen het verzadigingsniveau van een enkel blad en een gewas is afhankelijk van de gewasdichtheid. Jiao et al (1988, 1989) vonden bij de roos Samantha dat het niveau voor lichtverzadiging van de fotosynthese voor een hele plant dubbel zo hoog was als voor een enkel blad.

De voor roos genoemde niveaus voor lichtverzadiging van de bladfotosynthese variëren tussen 500 en $1000 \mu\text{mol PAR}$ (Bredmose, 1993; Jiao et al 1988, 1990, Zieslin en Mor 1990). Bij Frans onderzoek naar het effect van luchtbevochtiging op de groei van Rosa 'Sweet promise' (Sonia) nam de CO_2 -fixatiesnelheid van een blad toe met de lichtsterkte tot een hoogst gemeten lichtsterkte van meer dan $1400 \mu\text{mol PAR}$ (Urban, Langelez, 1992). In Nederland is dat ongeveer de hoogste (natuurlijke) lichtsterkte die (in een normale kas) kan voorkomen. Zolang de andere teeltcondities in orde zijn zou dit betekenen dat voor een rozegewas in Nederland geen lichtverzadiging hoeft op te treden en dat zelfs bij zomerse lichtsterktes een verhoging van de lichtsterkte de (gewas)fotosynthese zal verhogen.

Uit onderzoek blijkt inderdaad dat gebruik van assimilatiebelichting ook in de zomer nog produktieverhoging kan geven. Khosh-Khui en George (1977) vonden voor rozen een positief effect van assimilatiebelichting in de periode van oktober tot juni. Mortensen et al (1992) vonden in de periode van september tot juni een positief effect van assimilatiebelichting (belichtingsniveaus tot $370 \mu\text{mol PAR}$). Tussen het belichtingsniveau en de produktie werd van 90 tot $190 \mu\text{mol PAR}$ een lineair met de lichtsterkte stijgende produktie gevonden (Mortensen et al 1992a). Bredmose (1993, 1994) vond gedurende het hele jaar een positief (lineair) effect van assimilatiebelichting op de produktie van Frisco en Gabrielle. Dat zou betekenen dat het relatieve effect van assimilatiebelichting op de produktie onder die omstandigheden wordt bepaald door het aandeel van de belichting in de totale hoeveelheid fotosynthetisch actieve straling.

Assimilatiebelichting veroorzaakt niet alleen extra fotosynthese maar in sommige gevallen ook morfologische en fysiologische veranderingen door verandering van daglengte en lichtkwaliteit. Deze laatste veranderingen kunnen van invloed zijn op de door assimilatiebelichting verkregen produktieverhoging. Er zijn bijvoorbeeld proefresultaten bekend van kortlopend onderzoek, waarbij een daglichtsom gegeven over een periode van 24 uur effectiever was dan wanneer dezelfde daglichtsom werd gegeven in 12 uur, gevolgd door een periode van 12 uur donker (Jiao et al, 1990). Door gebruik van assimilatiebelichting verandert bijvoorbeeld ook de bladanatomie van rozen en neemt de bladoppervlakte relatief toe (Blacqui re, 1987). Te lange belichtingsduur kan ook de huidmondjesregulatie beïnvloeden (Slootweg, 1993).

De lichtcondities tijdens de ontwikkeling van een blad kunnen de fotosynthesecapaciteit daarvan beïnvloeden (o.a: Salisbury, Ross 1992; Boardman, 1977; Louwerse, Van der Zweers, 1977). Het aanpassingsvermogen en -snelheid aan een bepaalde lichtsterkte en de grenzen waartussen de fotosynthese-efficiëntie bij een bepaalde lichtsterkte kan variëren kan afhankelijk zijn van plantesoort, de leeftijd van de plant en de opkweekcondities. Op grond van literatuurgegevens is het moeilijk om een kwantitatief inzicht te krijgen hoe deze reacties het rendement van de gebruikte assimilatiebelichting kunnen beïnvloeden.

Een hoge koolstofassimilatie maakt een snelle groei en hoge produktie mogelijk. De uiteindelijke produktie wordt echter bepaald door de hoeveelheid assimilaten die in het te oogsten gedeelte terechtkomt. Omdat meestal slechts een gedeelte van een gewas wordt geoogst, hoeft een maximale koolstofassimilatie niet inherent te zijn aan een maximale produktie. De produktie van ranonkel is bijvoorbeeld sterk afhankelijk van de daglengte; korte dag stimuleert de ontwikkeling van bloemen maar beperkt de periode waarin fotosynthese mogelijk is, langedag verlengt weliswaar de periode waarin fotosynthese mogelijk is maar stimuleert de vorming van knollen (klauwtjes) en remt of verhindert de ontwikkeling van bloemen (De Graaf- van der Zande, Krijger 1993; De Graaf- van der Zande et al 1992). Ook voor bijvoorbeeld roos (Mor en Halevy, 1980), tomaat (Kinet, 1977), lelie (Van Meeteren, 1981), iris (Mae, Vonk, 1974) en Bougainvillea (Hackett en Sachs, 1966) bestaan aanwijzingen dat de bloemontwikkeling niet direct afhankelijk is van de fotosynthesesnelheid, maar van een lichtafhankelijke toevoer van assimilaten naar de zich ontwikkelende knoppen. Mor en Halevy (1980) toonden bij de rozecultivar 'Marimba' aan dat de assimilantoevoer naar jonge scheuten door licht werd gestimuleerd. Bij verduistering van een jonge scheut nam de assimilantoevoer naar die scheut sterk af in het voordeel van wortels en de oudere delen van de plant. In hetzelfde artikel toonden ze aan dat het effect van licht op het vermogen van de scheut om assimilaten aan te trekken onafhankelijk is van de fotosynthese. De sinkactiviteit van een jonge scheut kon met behulp van de rood/verrood-verhouding worden beïnvloed. Rood licht op de scheuttop bevorderde de assimilantoevoer naar de top. Verrood licht had vrijwel geen effect. Een combinatie van rood en verrood bevorderde de sinkwerking het sterkst. Het door verduistering verminderde transport van assimilaten kan door BA-toediening weer worden hersteld (Mor, Halevy, 1984). Rood licht kan echter ook het aantal loze scheuten vergroten. Bij belichting van getopte planten van de roos 'Red Garnette' met rood licht met of zonder verrood als dagverlenging onstonden, zonder verrood licht meer zijscheuten maar minder bloeiende (meer loos) scheuten (Moe, 1987).

Tabel 1. Lichtverzadiging van bladfotosynthese en fotosynthesesnelheden van enkele gewassen

Gewas	verzadiging ($\mu\text{mol/s/m}^2$)	snelheid ($\mu\text{mol CO}_2/\text{s/m}^2$)	bijzonderheden	bron
<i>Gossypium</i>	1500	32	bovenste bladlaag	Salisbury, Ross 1985
<i>Asarum caudatum</i>	200		schaduwplant	Taiz, Zeiger 1991
<i>Rosa 'Sonia'</i>	1400	15	gemeten tot 1400 μmol	Urban, Langelez 1992
<i>Rosa 'Samantha'</i>	1000	17	1000 ppm CO_2 (scheut)	Jiao et al, 1988
<i>Rosa 'Madelon'</i>	>800	18-20		eigen meting
<i>Rosa 'Frisco'</i>	>800	18-22		eigen meting
<i>Agave americana</i>		0,6-2,4		Salisbury, Ross 1992
<i>Fagus sylvatica</i>		3-12		Salisbury, Ross 1992
<i>Glycine max</i>		10-20		Salisbury, Ross 1992
<i>Tritium</i>	850	29	bovenste bladlaag	Salisbury, Ross, 1985
<i>Atriplex triangularis</i>	800		zonneplant	Taiz, Zeiger 1991
<i>Zea maïs</i>	2000	50	gemeten tot 2000 μmol aan bovenste bladlaag	Taiz, Zeiger 1991
<i>Solidago virgaurea</i>	400	7,5	zonnekloon, gekweekt bij weinig licht	Taiz, Zeiger 1991
<i>Solidago virgaurea</i>	700	16	zonnekloon, gekweekt bij veel licht	Taiz, Zeiger 1991

2 Het effect van belichtingsregime en verrood licht bij roos en *Eustoma*

Doelstelling

In de inleiding is geprobeerd aan te geven dat licht niet alleen moet worden beschouwd als energiebron, maar ook als drager van de informatie over de omgeving waarin een plant groeit. Onder natuurlijke omstandigheden is de reactie van een plant op die informatie een gegeven waaraan weinig kan worden veranderd. Met behulp van kunstlicht kan (gewenst of ongewenst) informatie worden gegeven, waardoor een bepaalde planterreactie wordt opgeroepen. Kennis over de reactie van een gewas op licht kan helpen zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van assimilatiebelichting.

Met het hierna beschreven onderzoek is geprobeerd te achterhalen in hoeverre de bovengenoemde reacties een rol spelen bij toepassing van assimilatiebelichting op de rozen Madelon en Frisco (hoofdstuk 4) en op *Eustoma grandiflorum* (Lisianthus) 'Fuji blue' (hoofdstuk 5). Van rozen wordt aangenomen dat de bloemontwikkeling vooral bepaald wordt door de hoeveelheid licht (Zieslin, Mor 1990). *Eustoma* staat bekend als een gewas waarvan de bloemontwikkeling (soms) door daglengte kan worden beïnvloed (zie o.a. Halevy en Kofranek, 1984; Roh et al., 1985; Roh en Lawson, 1984; Van Leeuwen et al, 1987).

Wanneer het belichtingsregime en de lichtkwaliteit van assimilatielicht mede bepalend is voor de scheutgroei en -ontwikkeling van een plant, is ook het rendement van de gegeven belichting hiervan afhankelijk. Voor een zo efficiënt mogelijke toepassing van de belichting zal in zo'n situatie rekening gehouden moeten worden met de reacties van de planten op het belichtingsregime en de lichtkwaliteit.

3 Materiaal en methode algemeen

Belichtingsregime

Plantmateriaal van de rozecultivars Madelon en Frisco en van de Eustomacultivar 'Fuji blue' is opgekweekt onder drie verschillende belichtingsregimes, met en zonder verrood nabelichting (Tabel 2). De verrood nabelichting is gegeven omdat de in de praktijk gebruikte assimilatiebelichting vrijwel geen verrood licht geeft, terwijl veel plantereacties onder invloed staan van de rood/verrood-verhouding van licht. Het is echter technisch erg moeilijk om bij gebruik van de huidige assimilatielampen een natuurlijke rood/verrood-verhouding te realiseren. Door een verrood nabelichting is het wel mogelijk een indruk te krijgen van de invloed van de (rood/verrood) lichtkwaliteit aan het einde van de lichtperiode.

Bij ieder van de drie belichtingsregimes is steeds 14 uur assimilatielicht gegeven. Door deze veertien uur in twee blokken van 7 uur steeds verder vanaf het midden van de natuurlijke dag naar buiten te schuiven is de lengte van de lichtperiode veranderd zonder de stralingssom te veranderen. De belichtingssterkte (PAR), gemeten op gewasniveau met een Bottemanne quantumsensor en een licor quantumsensor bij de rozen was $60 \pm 5 \mu\text{mol}$ (2,30 meter onder de lampen) en bij Eustoma $45 \pm 4 \mu\text{mol}$ (2,50 meter onder de lampen). Tijdens het onderzoek was het aandeel van het assimilatielicht ruim 40% van de totale hoeveelheid licht (Figuur 1). De sterkte van de verrood nabelichting was, gemeten op gewashoogte met een Licor Li1800 spectroradiometer, $7\text{--}8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (700-800 nm).

Outillage

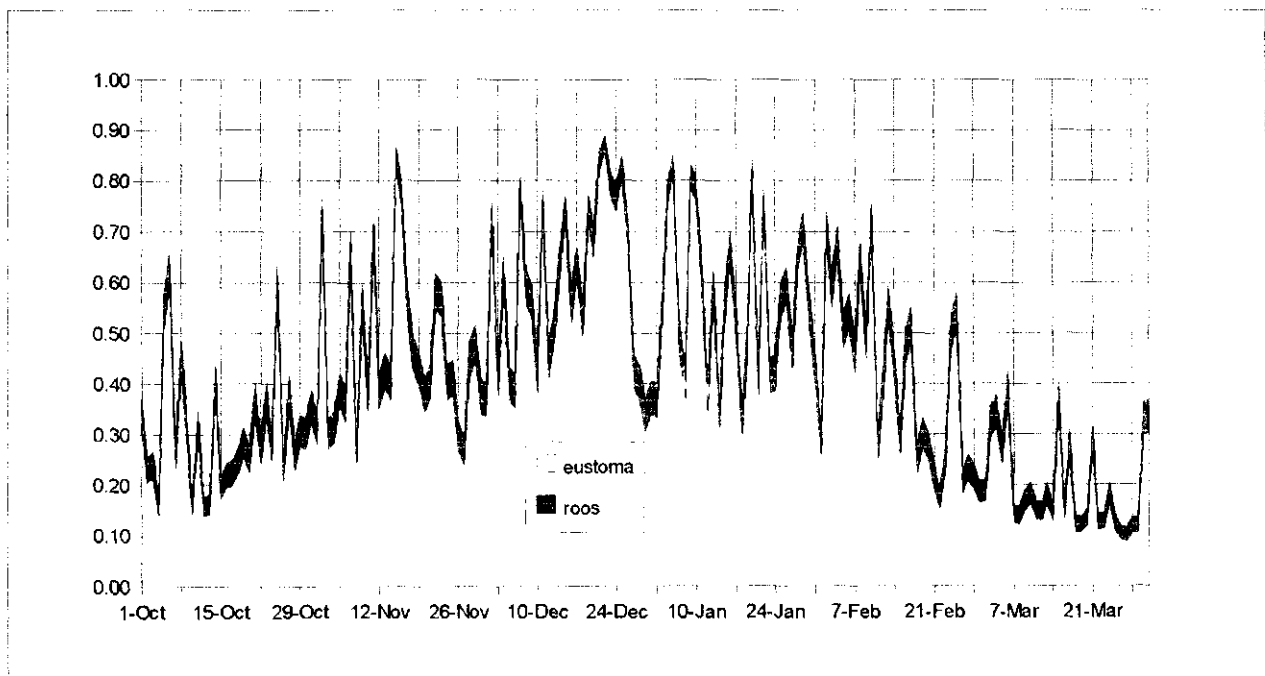
Voor de proef is gebruik gemaakt van zes kasafdelingen van 120 m^2 , ieder voorzien van 12, 400W SON-T lampen in een diepstralend armatuur (spectrum in Bijlage 3). Van iedere afdeling was één helft voorzien van verrood belichting bestaand uit 6 halogeenlampen (300W) voorzien van verroodfilters (Cinemoid oranje en blauw; spectrum in Bijlage 3). Tijdens de verrood nabelichting werd de helft met de verrood nabelichting door een beweegbaar scherm van de andere helft afgeschermd.

Tussen 30 minuten na zonsondergang tot 30 minuten voor zonsopgang is gebruik gemaakt van een verduisteringsinstallatie om stoorlicht naar andere afdelingen te voorkomen. Voor het afvoeren van de geproduceerde warmte en waterdamp is in het bovenscherm een ventilatiekier aangehouden van 10%. De tijdens de proeven ingestelde temperatuur en CO_2 concentratie waren respectievelijk 18°C en 450 ppm.

Als teeltsysteem is gebruik gemaakt van goten van 50 cm breed, 20 cm hoog en 3,75 m lang, gevuld met een laag van 18 cm fijne perliet met een korrelgrootte tot 1mm, (gegevens perliet en schematische tekening van de gebruikte goten in Bijlage 1). Per afdeling zijn 22 goten gebruikt. De voedingsoplossing (voor teelt op substraat volgens Sonneveld en Straver, 1989; De Kreij, 1985) werd driemaal per dag gedoseerd via twee druppelslangen per goot met een overdrain van 10-20%. De onderlinge afstand tussen de druppelopeningen bedroeg 20 cm. De samenstelling van de voedingsoplossing werd gecontroleerd in monsters van het drainwater. Binnen een afdeling zijn de behandelingen zo over de goten verdeeld dat onderlinge beïnvloeding van de herhalingen zo klein mogelijk was (overzicht: Bijlage 2).

Tabel 2. Ingestelde belichtingsregimes

Belichting	Belichtingsregime SON-T	Verrood
14 uur +/- verrood	05:30-19:30	19:30-19:45
17 uur +/- verrood	04:00-11:00 en 14:00-21:00	21:00-21:15
20 uur +/- verrood	02:30-09:30 en 15:30-22:30	22:30-22:45



Figuur 1. Assimilatielichtfractie (mol/mol) in de dagelijkse hoeveelheid licht tijdens het onderzoek.

4 Roos

Omdat in principe iedere uitlopende knop een bloemtak kan vormen is de knopuitloop een belangrijke produktiebepalende factor voor de rozenteelt. In de huidige rozenteelt vormt een grondscheut meestal de basis voor een rozestruik. Het aantal grondscheuten en de tijd waarop deze na het planten worden gevormd bepaalt voor een deel de latere takproduktie. Bij een jong (open) gewas en tot een bepaald cultivarafhankelijk maximum geldt: hoe meer grondscheuten (en broekscheuten), hoe hoger het aantal geoogste takken in de periode erna (Dubois, 1987; 1990; Kromwijk et al, 1992). Zolang de beschikbare hoeveelheid assimilaten voldoende is zullen uitlopende scheuten bloemen vormen. Bij te weinig assimilaten door te weinig licht of een te groot aantal scheuten zal echter de loosvorming toenemen (De Hoog, 1993). Omdat de potentiële produktie uiteindelijk bepaald wordt door de hoeveelheid licht zal bij de produktie geprobeerd moeten worden het aantal uitgroeiende scheuten per m² aan te passen aan de beschikbare hoeveelheid licht.

De groei en ontwikkelingssnelheid van een scheut bepaalt het aantal scheuten dat gedurende een bepaalde periode op een tak ontstaat. Door apicale dominantie van de hoofdscheut wordt de ontwikkeling van nieuwe scheuten geremd of tegengehouden zolang de hoofdscheut groeit. Door het oogsten van die scheut verdwijnt de remming en lopen nieuwe scheuten uit (Zieslin, Mor, 1990).

De takkwaliteit wordt door zowel de groeisnelheid als de ontwikkelingssnelheid van een tak bepaald. Hoe hoger de groeisnelheid en hoe lager de ontwikkelingssnelheid (ontwikkeling van een bloem) hoe groter en zwaarder de tak.

4.1 Materiaal en methode roos

Om het effect van belichtingsregime en lichtkwaliteit aan het einde van de dag op de bovengenoemde produktiebepalende factoren te onderzoeken, is het onderzoek opgedeeld in drie afzonderlijke deelonderzoeken waarin is gekeken naar het effect van de gegeven belichtingen op de scheutgroei en loosvorming bij planten met één (1) of twee scheuten (2), en de ontwikkeling van grondscheuten (3).

Voor ieder deelonderzoek zijn 36 goten (6 per afdeling) gebruikt. Als plantmateriaal voor de proeven is gebruik gemaakt van in steenwol bewortelde stekken. Per goot is steeds een helft volgeplant met Madelon en de andere helft met Frisco. De resultaten van de twee cultivars zijn gemiddeld per bak. Deze gemiddelden zijn gebruikt voor de berekening van de Least Significant Difference-waarden (LSD) met een onbetrouwbaarheidsgrens van 5%. Wanneer de verschillen tussen de behandelingsgemiddelden groter zijn dan de LSD-waarde is de kans dat die verschillen door de gegeven behandeling zijn veroorzaakt 95%.

deelonderzoek 1: scheutgroei- en ontwikkelingssnelheid van een enkele scheut

Voor dit onderzoek is gedurende twee opeenvolgende teelten, in oktober en in januari, gekeken naar het effect van de gegeven belichtingen op de uitgroei van een enkele scheut. Hiervoor is bewortelde stek van Frisco en Madelon geplant met een dichtheid van 64 planten per m². Voorafgaand aan het planten is geselecteerd op scheutlengte. Na het planten is op iedere stek één scheut aangehouden, waarvan de lengtegroei is gevolgd tot het moment waarop de bloemknop een oogstrijp stadium had bereikt. Bij het bereiken van dat stadium zijn de scheuten verwijderd en is het gewicht en de takopbouw (taklengte, neklengte, gewicht, aantal bladeren) gemeten.

De verschillen in scheutlengte van de stekken van Frisco waren veel kleiner dan die bij de stekken van Madelon. Het was daarom niet goed mogelijk te sorteren in duidelijk verschillende lengteklassen zoals bij Madelon. Bij de verwerking van de gegevens is voor Frisco daarom niet gekeken naar het effect van scheutlengte bij het planten op de

verdere ontwikkeling van de plant. Bij Frisco was bovendien de weggroei van het uitgangsmateriaal erg variabel. Daarom zijn bij de tweede teelt de eerste scheuten op het moment dat de gemiddelde bloemknopdiameter (van de scheuten met een bloemknop) een grootte had van 2 cm, teruggeknipt op het onderste vijfblad. Tijdens de daarop volgende periode is de lengtegroei en de ontwikkeling van de nieuwe scheut gevolgd.

deelonderzoek 2: scheutgroei en ontwikkeling van een plant met twee scheuten

Het doel van dit onderzoek was het nagaan of de verschillende belichtingen effect zouden hebben op de concurrentieverhouding van twee scheuten. Voor dit onderzoek is een plantdichtheid aangehouden van 32 planten per m². De planten zijn opgekweekt totdat de bloemknopdiameter gemiddeld over de bloeiende planten (Frisco en Madelon afzonderlijk) 2 cm was. Op dat moment zijn alle takken teruggeknipt op twee vijfbladen. Bij ieder vijfblad is één scheut aangehouden. Onderzocht is of de gegeven belichtingen van invloed waren op de vorming van bloemknoppen bij de twee scheuten die zich na het terugknippen ontwikkelden.

deelonderzoek drie: grondscheutvorming.

Bij dit onderzoek is gekeken of de gegeven belichtingen effect hadden op de ontwikkeling van grondscheuten. De plantdichtheid was hier 16 planten per m². Bloeiende scheuten zijn getopt op het moment dat de bloemknop geopend was. Tien weken na het planten zijn alle planten ingebogen om de ontwikkeling van grondscheuten te stimuleren. Tijdens het onderzoek is het aantal, het moment van ontstaan en de groeiduur van nieuwe grondscheuten bepaald. Bij het bereiken van het oogstrijpe stadium is de lengte en het gewicht van de scheuten gemeten.

fotosynthesemetingen.

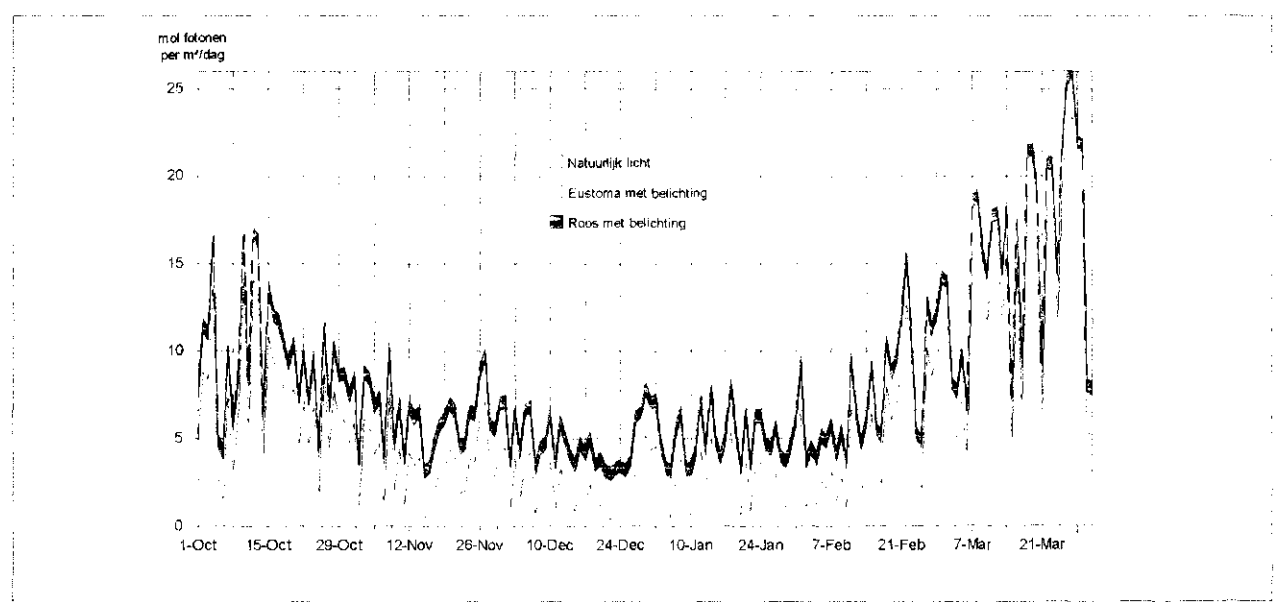
Tijdens het onderzoek is de bladfotosynthesesnelheid van Madelon gemeten met een Licor Li6200 fotosynthesemeter in een bladcuve met een inhoud van 250 ml. Het CO₂-meetinterval tijdens de metingen is zo gekozen (afhankelijk van de hoeveelheid aanwezig licht) dat de duur van een meting tussen 10 en 30 seconden bleef. De temperatuur, CO₂-concentratie en luchtvochtigheid in het meetcuve tijdens de metingen waren dezelfde als die in de kas op het moment van meten. Voor de metingen is steeds het topblaadje van het bovenste volgroeide vijfblad gebruikt van scheuten met een bloemknopdiameter van minimaal 2 cm. De tijdens de lichtmetingen aanwezige variatie in lichtsterkte is gebruikt om een lichtresponsecurve samen te stellen. De gegevens over de ademhaling in het donker zijn verkregen door het cuve tijdens de metingen in de kas te verduisteren en door meting tijdens de donkerperiode.

plantdata en plantmateriaal.

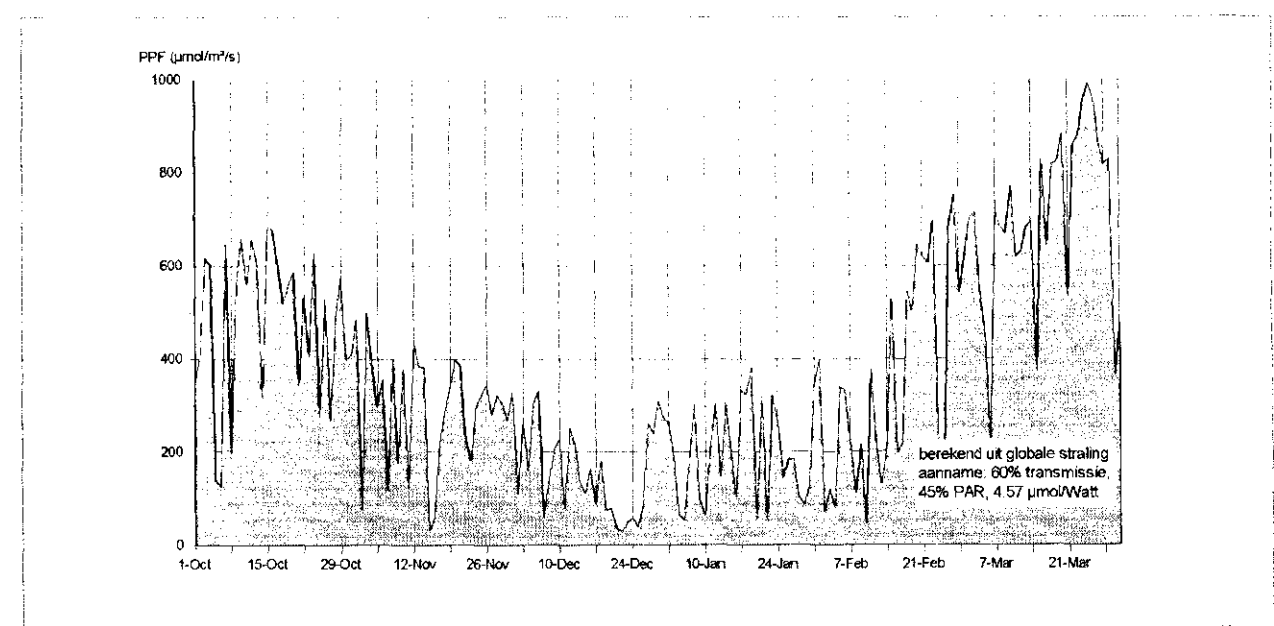
Tabel 3 is een overzicht van plant-, behandelings- en einddata voor de afzonderlijke deelonderzoeken. De scheutlengte van plantmateriaal van Madelon bij de tweede planting was kleiner dan die van het materiaal bij de eerste planting. Voor de beoordeling van het effect van scheutlengte van het uitgangsmateriaal op de ontwikkeling van bloemknoppen is bij de eerste planting bij Madelon een onderverdeling gemaakt in drie klassen van respectievelijk 1-4 cm, 4-6 cm en 6-10 cm en bij de tweede planting op 4 januari in drie klassen: tot 3 cm, van 3-5 cm en van 5-8 cm. Voor het onderzoek met planten van Madelon met één scheut is plantmateriaal gebruikt met een scheutlengte van 1-3 cm, voor het onderzoek met twee scheuten 4-6 en voor grondscheutontwikkeling 6-10 cm. De scheutlengte van het plantmateriaal van Frisco was gemiddeld 4,5 cm.

Tabel 3. Overzicht van plant en behandelingsdata. L = datum laatste oogst, geoogst werd op het moment dat de bloemknoppen oogstbaar (stadium 2) waren. E = datum waarop de hele proef in een keer is geoogst.

Onderzoek	Plantdatum		Teruggeknipt/buigen		Einde/Laatste oogst	
	Frisco	Madelon	Frisco	Madelon	Frisco	Madelon
Enkel scheut 1	30/9/92	6/10/92	nvt	nvt	(L) 8/12	(L) 8/12
Enkel scheut 2	4/1/93	4/1/93	17/2/93	nvt	(E) 24/3/93	(L) 10/3
Dubbelscheut	30/9/92	6/10/92	13/11/92	12/11/92	(E) 15/1/93	(L)17/2
Grondscheutvorming	30/9/92	6/10/92	16/12/92	16/12/92	(L) week 12 1993(L)	
Fotosynthese	metingen aan Madelon in de periode van 24 november tot 15 april					



Figuur 2. Dagsom van fotosynthetisch actieve straling in de kas.

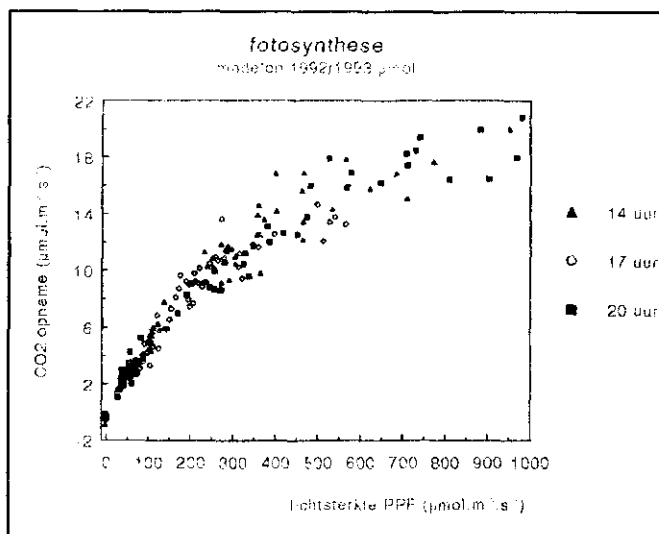


Figuur 3. Maxima van natuurlijke fotosynthetisch actieve straling in de kas tijdens het onderzoek.

4.2 Resultaten met een of twee scheuten per plant bij Madelon

Fotosynthesemetingen

Gedurende het grootste deel van het onderzoek bleef de maximale natuurlijke lichtsterkte in de kas onder 500 μmol (figuur 3), bij deze waarde leverde de bijbelichting nog ruim 10% van de totale hoeveelheid groeilicht. Lichtsterktes boven 500 μmol kwamen weinig en dan vaak slechts gedurende een korte tijd per dag, voor. Het aandeel van het assimilatielicht in de totale daghoeveelheid groeilicht kon op sommige dagen oplopen tot meer dan 80% (Figuur 1). Uit de fotosynthesesnelheid blijkt dat de bladfotosynthesesnelheid bij 500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ nog niet was verzadigd



Figuur 4, Bladfotosynthese Madelon

Bij de hoogste lichtsterktes waarbij is gemeten, was het effect van extra licht op de CO_2 opnamesnelheid relatief wel iets minder dan bij de lagere lichtsterktes.

Invloed uitgangsmateriaal op de scheutontwikkeling

Vier weken na het planten kwamen bij Madelon de eerste bloemknoppen open. De stekken met de langste scheuten op het moment van planten gaven uiteindelijk het laagste aantal bloeiende takken (Tabel 4 en 5). Verlenging van de lichtperiode van 14 of 17 naar 20 uur had bij de eerste teelt een positief effect op het bloeipercentage van de stekken met een scheutlengte 4-6 cm. De bloemknopontwikkeling bij de stekken met een scheutlengte van 6-10 cm bij het planten was bij dit onderzoek waarschijnlijk al te ver om nog door de belichting te worden beïnvloed.

Tabel 4. Het effect van de scheutlengte van het uitgangsmateriaal van 6 oktober en het belichtingsregime op het bloeipercentage van Madelon.

lengteklasse	belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
1-4 cm		94	91	94	6,2	91	95	5
4-6 cm		51	63	72	13	58	65	11
6-10 cm		28	30	20	12	26	27	10

Bij de tweede teelt, waar het uitgangsmateriaal bij de start van de behandelingen wat kleiner was dan bij de eerste teelt, werden bij een lichtperiode van 17 en 20 uur minder loze scheuten gevormd dan bij een lichtperiode van 14 uur. Bij deze teelt werd het hoogste bloeipercentage gevonden bij de scheuten die bij het planten tussen 1 en 3 cm

lang waren. Bij geen van de beide teelten werd een duidelijk effect van een verrood nabelichting op de bloemontwikkeling gevonden.

Tabel 5. Het effect van de scheutlengte van het uitgangsmateriaal geplant op 4 januari en van het belichtingsregime op het bloeipcentage van stekken van Madelon.

lengteklasse	belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
1-3 cm		51	72	75	7	64	68	5
3-5 cm		46	52	60	8	51	54	6
5-8 cm		32	51	54	6	45	46	5

Oogstverloop bij planten met een enkele scheut (Tabel 6 en 7)

Bij beide teelten bleek de teeltduur door langere belichtingstijden af te nemen, het grootste effect ontstond door verlenging van de lichtperiode van 14 naar 17 uur. Verlenging van de daglengte van 17 naar 20 uur gaf alleen bij de eerste teelt nog afname van de teeltduur. Opvallend was dat ondanks een kortere groeiperiode de gemiddelde taklengte van de geoogste scheuten bij de langere lichtperiode groter was. Gemiddeld over de twee teelten werd het grootste verschil gevonden tussen een daglengte van 14 en 17 of 20 uur. Het verschil in taklengte werd vooral veroorzaakt door een grotere lengte van de internodiën. Het gewicht van de geoogste takken was bij alle lichtperiodes, ondanks het verschil in groeiduur, vrijwel gelijk. Door de verrood nabelichting nam het takversgewicht bij de eerste teelt toe, maar bij de tweede teelt werd geen effect van verrood licht op het takgewicht gevonden. De specifieke bladoppervlakte (SLA) van het blad van de scheuten die bij een daglengte van 20 uur waren ontstaan was lager dan van het blad van de scheuten bij de andere daglengtes. Het bij een daglengte van 20 uur gevormde blad was dus dikker. Bij een gelijk bladdrooggewicht was de bladoppervlakte bij een daglengte van 20 uur het kleinst. Opvallend was het hogere drogestofgehalte (bij de tweede teelt) van het blad bij een langere lichtperiode. Bij vervolgonderzoek zou nagegaan kunnen worden of dit verschil is veroorzaakt door een verlaagde drukpotentiaal (daarvoor is het verschil van 2% wel groot) of structurele veranderingen, of door bijvoorbeeld accumulatie van zetmeel.

Tabel 6. Oogstgegevens enkele scheut Madelon eerste teelt.

	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
teeltduur (dagen)	59	56	54	1,2	56	56	1
taklengte (cm)	58,7	59,3	61	1,8	59,1	60,2	1,4
neklengte (cm)	11,2	11,6	11,4	0,4	11,4	11,3	0,4
bladaantal	11,9	11,4	11,7	0,5	11,7	11,7	0,3
versgewicht (g)	19,4	19,3	19,8	0,7	18,9	20,1	0,5
internodiën lengte (cm)	4,97	5,24	5,24	0,16	5,06	5,14	0,12

Tabel 7. Oogstgegevens behandeling 1 Madelon tweede teelt.

algemeen	Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
teeltduur (dagen)		63	58	58	0,8	60	60	0,6
taklengte (cm)		53	55	56	1,2	54	56	0,6
neklengte (cm)		10,1	10,5	10,5	0,5	10,4	10,4	0,4
takgewicht (g)		17,7	17,9	17,3	0,8	17,2	18	0,6
bladkenmerken								
bladoppervlakte (cm ²)		425	427	388	19	407	419	16
bladgewicht (droog, g)		1,49	1,52	1,49	0,08	1,47	1,53	0,06
drogestof % blad		24	25	26	0,5	25	25	0,4
SLA cm ² .g ⁻¹		287	283	264	8	280	275	7

Scheutgroei en ontwikkeling van een plant met twee scheuten (Tabel 8-11)

Op 12 november is Madelon teruggeknipt op twee vijfbladen. Op het moment van terugknippen (37 dagen na het planten van de stek) was bij de meeste aangelegde bloemknoppen de kleur van de kroonbladeren al zichtbaar. Opvallend was dat uit het gemiddelde knopstadium (1=gesloten puntknop, 2=oogststadium, ...5=volledig geopende bloem) bij het terugknippen kan worden afgeleid dat de ontwikkelings-snelheid bij een lichtperiode van 14 uur minder was geweest dan bij de lichtperiode van 17 of 20 uur. Bij de resultaten met planten met een enkele scheut kwam al naar voren dat de teeltduur door een langere lichtperiode was afgenomen. Wanneer de periode tot het bereiken van een bepaald stadium door een langere lichtperiode wordt verkort, betekent dit dat het ontwikkelingsstadium dat bereikt is na een bepaalde periode ook onder invloed van de lichtperiode moet veranderen. Dit laatste blijkt uit het knopstadium op het moment van terugknippen (Tabel 8).

De lengte en het versgewicht van het afgeknipte gedeelte was hoger bij scheuten die bij een langere lichtperiode waren geteeld. Door de verrood nabelichting werd de scheutlengte iets vergroot.

Tabel 8. Stand van zaken op het moment van terugknippen op twee vijfbladen bij Madelon.

	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	Rood	Verrood	LSD
knopstadium	1,0	1,6	1,7	0,4	1,4	1,4	0,4
taklengte (cm)	45,1	47,0	49,1	2	46,1	48,0	1,7
neklengte (cm)	10,1	10,5	10,5	0,54	10,4	10,4	0,44
aantal bladeren	7,9	7,6	8,0	0,41	7,8	7,7	0,33
versgewicht bloemtak (g)	13,9	15,6	17,5	1,38	15,2	16,2	1,13
versgewicht loze tak (g)	12,3	13,1	14,8	1,78	12,9	13,8	1,45

Op het moment van terugknippen is van een aantal takken de bladoppervlakte en het gewicht van het bovenste drieblad gemeten. Door verlenging van de lichtperiode

van 14 naar 17 of 20 uur nam de grootte van dit blad duidelijk toe (Tabel 9). Het specifiek bladoppervlak was, in tegenstelling tot blad van de scheuten van de tweede teelt, bij alle behandelingen hetzelfde.

Tabel 9. Bladkenmerken van het bovenste drieblad van Madelon bij de verschillende belichtingsregimes op het moment van terugknippen op twee vijfbladen.

	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
gem oppervlakte (cm ²)	46,7	54,4	53,9	4,0	51,3	52,1	3,2
gem drooggewicht (mg)	168	203	195	15,3	185	192	12,5
SLA (cm ² gram ⁻¹)	278	270	277	18,4	277	273	15

Het aantal bloeiende scheuten dat zich na het terugknippen op twee vijfbladen ontwikkelde was hoog. Van alle uitgelopen scheuten vormde 84% uiteindelijk een bloemknop, van de bovenste scheuten kwam 98% in bloei. De hoeveelheid beschikbare assimilaten was bij alle behandelingen blijkbaar voldoende om een goede bloemontwikkeling mogelijk te maken. Voor zowel het belichtingsregime als voor de verrood nabelichting kon geen significant behandelingseffect op het percentage loze scheuten worden aangetoond (Tabel 11). De lengte van de geoogste takken was weer het grootst en de groeiduur het kortst bij de daglengte van 17 en 20 uur. De verrood nabelichting had in dit onderzoek geen effect op het versgewicht van de takken (Tabel 10). Op grond van de resultaten bij het onderzoek aan de planten met een enkele scheut was verwacht dat bij een langere daglengte een hoger bloeipercentage zou zijn gevonden. In het geval van twee scheuten lijkt de bloemontwikkeling van de tweede (onderste) scheut niet te reageren op de voor een enkele scheut gunstige langere daglengte.

Tabel 10. Het effect van belichtingsregime en verrood nabelichting bij Madelon op knopuitloop en bloemvorming na terugknippen op twee ogen.

	Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
% loze scheuten totaal		14	15	14	5,7	14	14	4,6
% planten met 2 uitgelopen ogen		74	74	71	9,9	71	75	8,2
% planten met 2 bloemscheuten		52	53	48	12	49	53	9,4
% planten met 1 bloem- en 1 loze scheut		20	19	21	8,3	21	19	6,7
% planten met 2 loze scheuten		2	3	2	2,6	2	3	2,1
% planten met 1 bloemscheut		26	25	29	10	28	25	8,4
% planten met 1 loze scheut		<1	<1	<1	1,3	<1	<1	1

Tabel 11. Takgewicht, taklengte en groeiduur van bloeiende scheuten van Madelon na terugknippen op twee ogen.

	Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
taklengte (cm)		57	61	62	1,8	59	61	1,5
takgewicht (g)		16,8	17,2	16,9	0,6	17	17,2	0,5
groeiduur (dagen)		81	76	76	1,6	78	78	1,4

4.3 Resultaten met een of twee scheuten per plant bij Frisco

Oogstverloop bij planten met een enkele scheut (Tabel 12 en 13)

De ontwikkeling van de eerste scheut bij de stekken van Frisco verliep veel minder homogeen dan bij Madelon. Ook het bloeipcentage van de eerste scheuten was bij Frisco lager. Het percentage scheuten met een bloem was na terugknippen van de primaire scheut wel wat hoger. De gegeven lichtbehandelingen hadden geen duidelijk effect op het bloeipcentage van de scheuten (Tabel 12 en 13). Bij de eerste teelt van Frisco met een enkele scheut werd alleen de taklengte door een langere daglengte positief beïnvloed.

Tabel 12. Oogstgegevens enkele scheut Frisco eerste teelt

	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
bloei (%)	64,2	68,4	64,7	5,7	65,5	65,5	4,6
teeltduur (dagen)	53,5	52,6	53,1	1,4	52,9	53,3	1,1
taklengte (cm)	38,5	40	42,5	2,3	39,7	41,1	1,8
bladaantal	8,7	8,7	8,9	0,5	8,7	8,8	0,4
takgewicht (g)	13,9	13,7	14,2	1,2	13,6	14,2	1
neklengte (cm)	10	10,4	10,7	0,5	10,3	10,4	0,34

Bij de tweede teelt van Frisco met een enkele scheut was zowel de taklengte als het scheutgewicht het grootst bij een daglengte van 17 of 20 uur. Een langere lichtperiode had bij Frisco, net als Madelon, een gunstig effect op de scheutgroei. In tegenstelling tot het effect van daglengte op de vorming van bloemknoppen bij Madelon, kon ook bij de tweede teelt van Frisco echter geen verband worden gelegd tussen daglengte en bloeipcentage.

Tabel 13. Oogstgegevens enkele scheut Frisco tweede teelt, alles in één keer gesneden bij een gemiddelde bloemdiameter van 2 cm.

Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
bloei (%) bij terugknippen	35	30	34	12	33	33	9,8
bloei (%) bij oogst	69,5	56,3	56,7	13	58,8	63,4	10,6
takgewicht (g)	16,7	18,7	19,1	0,9	17,9	18,4	0,7
taklengte (cm)	41,1	45,3	46,3	1	44,2	44,3	0,8
looslengte (cm)	43,2	47,7	48	1,14	46,1	46,6	0,9
loosgewicht (g)	19,3	20,8	21,4	0,9	20	21	0,7

Scheutgroei en ontwikkeling van een plant met twee scheuten (Tabel 14)

Op het moment van terugknippen op twee vijfbladen is het versgewicht van het afgeknipte gedeelte bepaald. Het gewicht van de afgeknipte scheuten was het laagst bij een daglengte van 14 uur (Tabel 14). Opvallend was dat het bloeipcentage van de bovenste en onderste scheut ongeveer gelijk (laag) was. Terwijl bij een enkele scheut een bloeipcentage (na terugknippen) werd gevonden van ongeveer 60%, lag het bloeipcentage bij de planten met twee scheuten veel lager: op ongeveer 30%. Het bloeipcentage van Frisco lijkt nauwelijks te worden beïnvloed door de gegeven belichtingen. Wat betreft de scheutgroei is een daglengte van 17 of 20 uur duidelijk beter dan een lichtperiode van 14 uur net zoals bij Madelon.

Tabel 14. Effect van belichtingsregime en verrood nabelichting op bloeipcentage na terugknippen op twee ogen bij Frisco. Bloei uitgedrukt als percentage van het totale aantal scheuten.

Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
gewicht teruggeknipte scheut (g)	6,08	6,77	6,53	0,37	6,47	6,46	0,29
bloei bovenste oog	24	35	35	11	31	32	9
bloei onderste oog	34	21	32	11	27	32	9
totaal	29	28	34	7,4	29	32	6,1

4.4 Grondscheutvorming bij Madelon en Frisco (Tabel 15 en 16)

De gemiddelde scheutlengte van de gevormde grondscheuten nam door een langere lichtperiode toe. Opvallend was dat het aantal gevormde grondscheuten onder invloed van de belichtingsduur ook veranderde. Zowel bij Frisco als bij Madelon werden bij een lichtperiode van 17 uur meer takken gevormd dan bij een belichtingsduur van 14 of 20 uur. Door het groter aantal gevormde grondscheuten en het nauwelijks veranderde takgewicht was ook de geproduceerde hoeveelheid plantmateriaal (op versgewichtbasis) het hoogst bij een belichtingsduur van 17 uur. Bij dit onderzoek was het rendement van een gegeven hoeveelheid licht dus het hoogst bij een lichtperiode van 17 uur. Een verrood nabelichting gaf bij Madelon een iets zwaardere scheut, terwijl langer belichten bij Madelon een iets lichtere tak opleverde (lager specifiek takgewicht g/m). Bij Frisco werden deze laatste effecten niet gevonden.

Tabel 15. Grondscheutontwikkeling bij verschillende daglengte en verrood nabelichting bij Madelon

Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
scheutgewicht (g)	44,3	42,8	42,5	1,8	42,2	44,2	1,4
scheutlengte (cm)	93,9	94,4	95,1	2,6	93,7	95,2	1,5
specifiek takgewicht (g.cm ⁻¹)	0,46	0,45	0,44	0,01	0,44	0,46	0,01
aantal scheuten per plant	1,5	1,8	1,4	0,2	1,6	1,6	0,2
produktie per plant (g)	66,5	77,0	59,5	7,9	67,5	70,7	6,4
ontstaan (weken na inbuigen)	10,9	10,1	10,5		10,4	10,6	
groeiduur (dagen)	46,4	45,6	45,7	0,7	46,1	45,6	0,6

Tabel 16. Grondscheutontwikkeling bij verschillende daglengte en verrood nabelichting bij Frisco

Belichting	14 uur	17 uur	20 uur	LSD	rood	verrood	LSD
scheutgewicht	19,8	21	21,6	1,7	20,7	20,9	1,4
scheutlengte	53	55,5	57,3	1,8	54,9	55,6	1,5
specifiek takgewicht (g.cm ⁻¹)	0,37	0,37	0,37	0,01	0,37	0,37	0,01
aantal scheuten per plant	1,95	2,3	2,1	0,2	2,08	2,16	0,2
produktie per plant (g)	38,6	48,3	45,4	5,6	43,1	45,1	4,6
ontstaan (weken na inbuigen)	7,2	7,6	7,9		7,4	7,8	
groeiduur (dagen)	40,4	39,1	39,3	0,7	39,6	39,5	0,6

4.5 Discussie roos

Fotosynthese

Lichtverzadiging van de fotosynthese kwam bij de tijdens de onderzoeksperiode (van oktober tot april) voorkomende lichtsterktes niet voor. De hoogst gemeten blad-fotosynthesesnelheid ($20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, Madelon) werd gemeten bij een lichtsterkte van $1000 \mu\text{mol PAR}$, een waarde die niet eens zoveel van de 's zomers in een kas voorkomende lichtsterktes afwijkt. Omdat tijdens het onderzoek bijna geen meetresultaten verzameld konden worden bij lichtsterktes van meer dan $1000 \mu\text{mol}$, is niet duidelijk of de fotosynthese nog hogere waarden kan bereiken bij lichtniveaus boven $1000 \mu\text{mol}$. Op grond van de meetresultaten tot nu toe kan wel geconcludeerd worden dat het momentane rendement van assimilatiebelichting in de periode van het jaar waarin bij de rozenteelt gebruik wordt gemaakt van assimilatiebelichting (september tot april) niet wordt beperkt door lichtverzadiging van de fotosynthese maar meer door de relatieve bijdrage aan de totale hoeveelheid groeilicht.

Uitgangsmateriaal

Het gevonden verschil in bloeipercantage tussen de Madelon-stekken met verschillende scheutlengte bij het planten laat zien dat het uitgangsmateriaal een belangrijke invloed heeft op de latere scheutontwikkeling. Bij rozen is de knoprust op een tak sterk afhankelijk van de positie op de tak. Hoe hoger de positie, hoe makkelijker een knop uitloopt (Zieslin en Mor, 1990). Het is aannemelijk dat deze gradiënt in knoprust ook terug te vinden moet zijn wanneer wordt gestekt. Dit laatste blijkt ook uit het werk van De Vries (1993). De vraag die op grond van de hierboven genoemde relatie tussen de scheutlengte bij het planten en de latere scheutontwikkeling kan worden gesteld is: zijn de gevonden verschillen in bloemvorming veroorzaakt door het plantstadium tijdens het planten van de stekken (misschien is er verband tussen de scheutlengte en de gevoeligheid voor ongunstige omstandigheden?) of door verschillen in knopkwaliteit tijdens het maken van de stek. In beide gevallen zal het percentage loze scheuten, door selectie van het plantmateriaal, beïnvloed kunnen worden. De selectie- en de behandelingsmethode van het plantmateriaal voor de twee hierbovengenoemde mogelijkheden zal echter wel verschillen.

Belichtingsregime

Naast de hoeveelheid, is ook het belichtingsregime van invloed op de scheutontwikkeling. Streckingsgroei, ontwikkelingssnelheid en aantal grondscheuten veranderde onder invloed van belichtingsregime bij gelijkblijvende hoeveelheid licht. Voor zowel Frisco als Madelon gaf een lichtperiode, bij gelijke lichthoeveelheid (dagsom), van 17 uur betere resultaten dan een lichtperiode van 14 of 20 uur.

Dit betekent dat de daglichtsom alleen niet gebruikt kan worden om de groei van een gewas te verklaren; bij gelijkblijvende daglichtsom kan de scheutontwikkeling bij rozen door verschillende daglengte worden beïnvloed. Ook Moe (1972) vond al in 1972 dat langedag-omstandigheden de bloemknopaanleg en ontwikkeling en de stengelstrekking van rozen bevorderde, vooral de strekking van de nek was gevoelig voor daglengte. Bij het onderzoek naar het effect van daglengte heeft Moe gloeilampen gebruikt. De rood/verrood-verhouding van het licht van gloeilampen is laag, terwijl het licht van SON-T-lampen juist een heel hoge rood/verrood-verhouding heeft. Het effect van daglengte op stengelstrekking lijkt daarom onafhankelijk van het effect van verrood op stengelstrekking. In het in dit rapport beschreven onderzoek werd door een verrood nabelichting de stengelstrekking weliswaar ook versterkt, maar in mindere mate dan door verlenging van de daglengte. Waarom de daglengte een rol speelt bij de gevonden effecten op scheutontwikkeling is uit het onderzoek niet duidelijk geworden. Carpenter et al (1972) vonden een positief effect van dagverlenging met 12 $\mu\text{mol PAR}$ (mengsel van gloeilamp en grolux) op de produktie van vier rosecultivars. Het positieve effect was in de periode maart-april groter dan in de periode november-december. Door de hogere instraling in de eerstgenoemde periode zijn meer assimilaten beschikbaar. Mogelijk staat de assimilatenverdeling onder invloed van de daglengte en worden onder invloed van langedag minder reservestoffen opgeslagen, die in plaats daarvan direct ten goede komen aan de scheutgroei. Voor meer duidelijkheid hierover is meer gedetailleerd onderzoek naar de invloed van lichtkwaliteit en daglengte op de assimilatenverdeling nodig.

Een ander punt dat aandacht verdient is het effect van de bijbelichting op de bladmorphologie. Bij Madelon werd het bovenste drieblad groter bij een lichtperiode van 17 en 20 uur dan bij een lichtperiode van 14 uur. De bladdikte van dit blad veranderde echter niet. Opvallend was dat wanneer werd gekeken naar alle bladeren bij een lichtperiode van 20 uur, een toename van de bladdikte werd gevonden en een afname van de totale bladoppervlakte. De bladontwikkeling bij de gegeven belichtingen was bij een daglengte van 17 en 20 uur afhankelijk van de positie van het blad op de scheut. Dit lijkt op een interactie tussen belichtingsduur en lichtkwaliteit. Een verrood nabelichting had geen effect op de bladmorphologie of bladgrootte. Een hoge rood/verrood-verhouding op het blad gedurende langere tijd echter wel. Het licht dat op de lager gelegen bladeren valt heeft, door de filterwerking van de hoger gelegen bladeren, een veel lagere rood/verrood-verhouding dan het door de bovenste bladeren opgevangen licht. Dit laatste is misschien de oorzaak voor de gevonden verschillen tussen het bovenste blad en de overige bladeren aan een tak.

5 Eustoma

Eustoma grandiflorum (synoniem: *Lisianthus russellianum*) hoort bij de familie van de Gentianaceae en komt van nature voor in het zuidelijk gedeelte van de V.S. De teeltduur is in vergelijking met andere uit zaad gekweekte gewassen erg lang. Tussen het zaaien en de eerste bloei ligt een periode van 5 tot 7 maanden. De kieming van het zaad is afhankelijk van licht.

Eustoma lijkt een daglengtegevoelige soort wat betreft de bloemontwikkeling. De literatuur is hierover echter niet eenduidig (zie o.a. Halevy en Kofranek 1984; Roh et al, 1985; Roh en Lawson, 1984; Van Leeuwen et al, 1987). Wanneer melding wordt gemaakt van een reactie op daglengte gaat het om een positief langedag-effect op bloemknopontwikkeling. Uit recent onderzoek door T. Blacqui re (Proefstation voor de Bloemisterij) met *Eustoma grandiflorum* 'Fuji blue', 'Kyoto Picotee Blue' en 'Yodel white' bleek dat de ontwikkelingssnelheid van bloemen met de daglengte kon worden beïnvloed. De bloei bij een lichtperiode van 16 en 14 uur viel veel vroeger dan bij 12 en 10 uur (resultaten nog niet gepubliceerd). Van der Krogt (1985) vond bij bloeivervroeging door dagverlenging in sommige gevallen een afname van het aantal bladeren op de tak.

Ook de temperatuur blijkt in sommige gevallen een belangrijke rol te spelen bij de scheutontwikkeling (Fauchier, 1992; Pergola, 1991; Van der Krogt, 1985). Door verhoging van de teelttemperatuur kan de periode tussen zaai en de eerste bloei belangrijk worden verkort. Versnelling van de ontwikkeling door verhoging van de temperatuur gaat echter ten koste van de steeltstevigheid, steeldikte, steellengte en het aantal gevormde bladeren (Van der Krogt, 1985). Bij te hoge temperatuur tijdens de opkweek van het zaaigoed neemt bovendien de kans op rozetvorming toe.

Onder Nederlandse omstandigheden valt de aanvoerperiode tussen april tot en met november. In de periode daarbuiten is de aanvoer erg laag. Verschillende telers proberen met behulp van assimilatiebelichting een jaarrondteelt te realiseren, tot nu toe met wisselend succes. Wanneer de bloemontwikkeling van de in de praktijk gebruikte Eustomacultivars inderdaad onder invloed staat van daglengte kan hierop met het belichtingsregime worden ingespeeld. Gebruik van de mogelijkheid om met het belichtingsregime de groei en ontwikkeling van Eustoma in de gewenste richting te sturen kan bovendien het rendement van de gegeven belichting verhogen.

5.1 Materiaal en methode

Op 23 juli 1992 in Multicellbakken met veenpluggen gezaaide planten van de cultivar 'Fuji donker blauw' zijn 7 oktober geplant in tempex goten gevuld met perliet fractie 1 (zie ook hoofdstuk 3 en Bijlage 1). Bij het planten is een dichtheid aangehouden van 64 planten.m⁻² (4 rijen per goot). De belichtingsregimes (Tabel 2) met daglengtes van 14, 17 of 20 uur met of zonder een verrood nabelichting zijn gegeven vanaf het moment van planten. Voor iedere lichtbehandeling zijn vier goten (met elk 120 planten) gebruikt. Op het moment van planten waren twee volledig ontvouwen bladparen aanwezig. Bij het planten is geselecteerd op de spanwijdte van het bovenste bladpaar; daarbij is onderscheid gemaakt tussen planten met een spanwijdte van respectievelijk 2-3 cm en 3-4 cm. Bij de metingen zijn de randrijen buiten beschouwing gelaten. Takken werden geoogst zodra de eerste bloem geopend was. De laatste takken zijn 25 maart 1993 geoogst. Bij het oogsten is teruggeknipt op de onderste twee bladparen. De meetresultaten zijn gemiddeld per bak. Deze gemiddelden zijn gebruikt voor het berekenen van de LSD-waarden met een onbetrouwbaarheid van 5% (n=24).

5.2 Resultaten

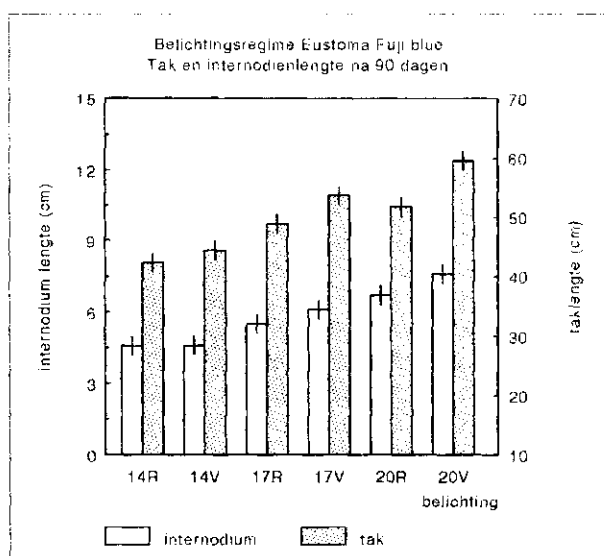
Steekproef negentig dagen na het planten

Negentig dagen na het begin van de behandelingen, vlak voordat de eerste bloemtakken het oogststadium (open en meeldraden zichtbaar) hadden bereikt, is uit iedere bak een steekproef van vijf takken genomen (in totaal 120 takken) om het effect van de behandelingen op de ontwikkeling van de planten tot op dat moment te kunnen bepalen.

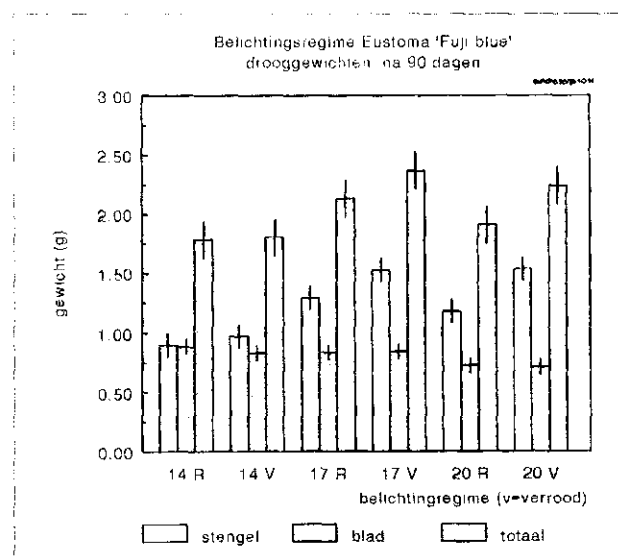
Onder invloed van een langere lichtperiode nam de internodiënstrekking toe. Het aantal afgesplitste bladeren en daardoor het aantal internodiën, nam onder die omstandigheden echter iets af. Desondanks was de taklengte negentig dagen na het begin van de behandelingen bij een daglengte van 17 en 20 uur respectievelijk 19 en 29% groter dan bij een daglengte van 14 uur. Door de verrood nabelichting werd de internodiënstrekking nog eens extra vergroot, vooral bij een daglengte van 17 en 20 uur (Figuur 5; Tabel 17).

Tabel 17. De invloed van daglengte en verrood nabelichting op de takopbouw van Eustomaplanten, 90 dagen na het planten. SLA = specifieke bladoppervlakte (cm^2 per gram drogestof)

Lengte lichtperiode	14 uur		17 uur		20 uur		LSD	
	Nabelichting	Rood	Verrood	Rood	Verrood	Rood		Verrood
Totaal versgewicht (g)		16,1	15,9	17,6	19,1	15,8	17,4	1,7
Stengelpersgewicht (g)		6,9	7,4	9,1	10,4	8,4	10,2	1,6
Bladversgewicht (g)		9,2	8,6	8,5	8,6	7,4	7,2	1,0
Aantal bladparen		9,4	9,5	9,1	8,9	8	8	0,8
Bladoppervlakte (cm ²)		305	287	281	284	251	248	45
Oppervlakte per bladpaar (cm ²)		32,3	30,7	31,2	32,2	31,4	31,4	5,2
SLA (cm ² blad/g droog blad)		348	350	340	336	343	350	40



Figuur 5. Tak- en internodiën lengte van Eustoma 'Fuji donker blauw' 90 dagen na planten ($\pm$ s.e.).



Figuur 6. Drooggewicht van stengel en blad van Eustoma 'Fuji donker blauw' 90 dagen na planten ($\pm$ s.e.).

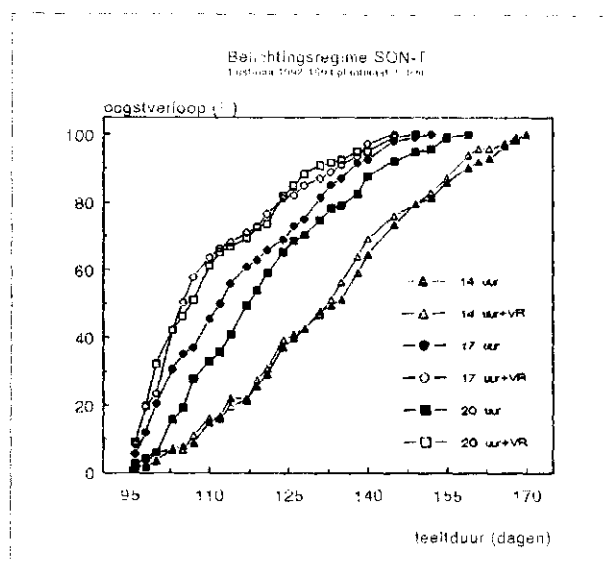
Hoewel de lengte van de lichtperiode en de verrood nabelichting beide van invloed waren op lengte van de internodiën, werd het aantal internodiën (aantal bladparen) en de hoeveelheid blad alleen door de daglengte beïnvloed. De planten opgekweekt bij de langste daglengte hadden na 90 dagen het minste aantal bladparen.

Het vers- en drooggewicht van de takken was bij een daglengte van 17 of 20 uur het hoogst (Figuur 6), de trend was dat een verrood nabelichting het versgewicht bij 17 en 20 uur iets verhoogde. Dat het totaal plantgewicht, ondanks een kleinere bladoppervlakte bij een daglengte van 17 en 20 uur, gelijk en zelfs hoger was dan bij een daglengte van 14 uur, zou veroorzaakt kunnen zijn door de grotere internodiën waardoor een meer open gewas is ontstaan, met een betere lichtonderschepping.

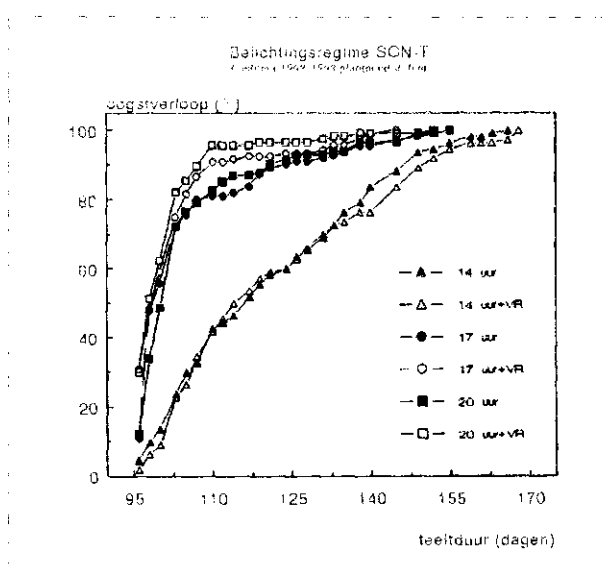
Hoe langer de lichtperiode, hoe groter het aandeel van de stengel in het totaal drooggewicht. Door de verrood nabelichting nam het gedeelte van de drogestof vastgelegd in de stengel ook toe. Terwijl het aantal bladparen, de totale bladoppervlakte en het gewichtsaandeel van het blad op het totaalgewicht afnamen onder invloed van een langere lichtperiode, werd de bladdikte (SLA) en de gemiddelde bladgrootte niet door de behandelingen beïnvloed (Tabel 17). De gevonden verschillen in bladoppervlakte zijn dus vooral veroorzaakt door een verandering van het totaal aantal afgesplitste bladeren.

Geogoste takken

De gemiddelde teeltduur was zowel afhankelijk van de plantgrootte bij het begin van de teelt als de verschillende belichtingen. Planten waarvan de spanwijdte van het bovenste bladpaar op het moment van planten 3-4 cm was, zijn gemiddeld 12 dagen eerder geoogst dan planten van 2-3 cm. Door verlenging van de daglengte van 14 naar 17 en 20 uur werd de oogst vervroegd en nam bovendien de duur van de oogstperiode af. Opvallend was dat, bij de planten met een spanwijdte van 2-3 cm bij het planten, een verrood nabelichting de duur van de oogstperiode en de gemiddelde teeltduur verkortte bij zowel 17 als bij 20 uur, maar dat een verrood nabelichting op het oogstverloop bij een daglengte van 14 uur geen effect had (Figuur 7 en 8 ; Tabel 18).



Figuur 7. Oogstverloop van Eustoma 'Fuji donker blauw' plantgrootte 2-3 cm.



Figuur 8. Oogstverloop van Eustoma 'Fuji donker blauw' plantgrootte 3-4 cm.

Tabel 18. De invloed van de lichtperiode, verrood nabelichting en plantgrootte op het oogstverloop van *Eustoma grandiflorum* 'Fuji Blue', uitgedrukt als het gemiddeld aantal dagen na planten tot 25%, 75% en 100% oogst (‘ = geschatte waarden).

Plantgrootte		2-3cm							3-4cm							
Daglengthe		14 uur		17 uur		20 uur		LSD	14 uur		17 uur		20 uur		LSD	
Nabelichting		R	VR	R	VR	R	VR	(5%)	R	VR	R	VR	R	VR	(5%)	
25% oogst		119	118	101	100	106	99	5,6	103	104	97	95`	97	95`	5,6	
75% oogst		146	144	128	120	130	121	7,1	134	137	105	103	104	102	7,1	
25-75% oogst		27	26	27	20	25	22	4,1	31	33	8	8`	7	7`	4,1	
teeltduur (dagen)		134	133	116	112	121	111	6,1	121	122	106	103	105	101	6,1	

Het verschil in grootte van het uitgangsmateriaal vertaalde zich bij het grootste uitgangsmateriaal in een kortere teeltduur, eerdere bloei, kortere en lichtere takken bij de oogst (Tabel 19); bij het uitgangsmateriaal van 2-3 cm viel de bloei later, maar de uiteindelijk geoogste takken waren langer dan van het grotere uitgangsmateriaal.

Tabel 19. De invloed van de grootte van het uitgangsmateriaal op de kwaliteit van de geoogste takken van *Eustoma grandiflorum* 'Fuji Blue'

Spanwijdte bovenste bladpaar	2-3 cm	3-4 cm	LSD (5%)
Positie zijtak	6,24	5,33	0,4
Taklengte	61,0	57,6	1,7
Versgewicht	26,7	24,7	2,0
Internodiuumlengte (mm)	58,7	60,4	1,3
Aantal bladparen	10,7	9,8	0,4
Internodiumpositie bloem	7,1	6,2	0,4

Verkorting van de teeltduur werd vooral veroorzaakt door het in een lagere bladoksel uitgroeien van de eerste bloemknoppen (Tabel 20). Het aantal bloemen per tak werd niet door de behandelingen beïnvloed. Gemiddeld had iedere tak 2,3 ($\pm 0,14$) open of gekleurde knoppen. Versnelling van de bloei en, daardoor verkorting van de teeltduur, ging ten koste van het takgewicht bij de oogst. Afname van het aantal internodiën onder de eerste bloem door de gegeven belichtingen ging gepaard met een grotere internodiënlengte, waardoor de uiteindelijke taklengte niet of nauwelijks verminderde.

Opvallend was dat in bladoksels onder de eerst uitgegroeide bloemknop al kleine (tot 2 mm) bloemknoppen aanwezig waren. Deze knoppen groeiden echter niet uit. Bij sommige takken was, duidelijk zichtbaar met behulp van een microscoop (vergroting 10-50x), zelfs bij het vierde bladpaar onder de eerste echte bloem nog een bloemknop aanwezig. De indruk was zelfs dat, gerekend vanaf de wortels, bij alle planten van de verschillende behandelingen de eerste bloemknoppen op eenzelfde hoogte (bladoksel) aanwezig waren (geen verdere data bekend) maar dat de knoprust, afhankelijk van de teeltomstandigheden, pas bij hoger gelegen bloemknoppen werd doorbroken.

Tabel 20. De invloed van daglengte en verrood nabelichting op de geoogste takken van Eustoma.

	Lengte lichtperiode		14 uur		17 uur		20 uur		LSD
	Nabelichting		Rood	Verrood	Rood	Verrood	Rood	Verrood	
Taklengte (cm)			60,6	62	55,7	56	59	63	3
Versgewicht (g)			30,7	31,9	24,8	21,3	23,4	22,1	3,5
Aantal bladparen			12	12	9,9	9,1	9,6	8,9	0,7
Internodiën lengte (cm)			5	5,2	5,7	6,3	6,2	7,3	0,2
Bladoksel eerste bloem			8,1	8,1	6,1	5,7	6,2	5,7	0,6

5.3 Discussie Eustoma

In tegenstelling wat door Halevy en Kofranek (1984) werd gevonden bleek in dit onderzoek een significant effect van de fotoperiode op het bloeitijdstip. Zonder dat het aantal bloemen per tak veranderde, nam het aantal dagen tot bloei onder invloed van een langere lichtperiode af. De bloeivervroeging werd veroorzaakt door een afname van het aantal internodiën onder de eerste bloem. Omdat een langere lichtperiode tegelijkertijd de internodiën- en daardoor ook de stengelstrekking stimuleerde ging bloeivervroeging nauwelijks ten koste van de taklengte. Een lichtperiode van 20 uur gaf geen extra bloeivervroeging ten opzichte van een lichtperiode van 17 uur. De stengelstrekking werd door deze langere lichtperiode echter nog extra gestimuleerd. Een verrood nabelichting veroorzaakte bij alle daglengtes extra stengelstrekking. Dit effect was groter (absoluut gezien) naarmate de fotoperiode langer was. Verrood nabelichting van het kleinste uitgangsmateriaal veroorzaakte bij een daglengte van 17 en 20 uur bovendien een kleine bloeivervroeging en verkorting van de oogstperiode.

Eustoma is een goed voorbeeld van een gewas waarbij assimilatiebelichting energie levert voor groei en tegelijkertijd door de verandering van daglengte en lichtkwaliteit de gewasontwikkeling kan sturen. Door het aanhouden van een lange lichtperiode kan de uitgroei van bloemknoppen worden vervroegd en de oogstperiode verkort. De eerste bloem wordt echter wel lager op de stengel aangelegd. Onder invloed van een korte lichtperiode worden de takken zwaarder (stengelstrekking minder sterk), maar neemt de teeltduur toe. Toepassing van assimilatiebelichting zonder met de gevoeligheid van Eustoma voor daglengte en lichtkwaliteit rekening te houden kan het rendement van de bijbelichting verminderen.

6 Nabeschuwing

Omdat de produktie van planten in direct verband staat met de hoeveelheid licht is het niet vreemd dat gedurende de wintermaanden met assimilatiebelichting forse opbrengstverhogingen mogelijk zijn. Met de in de praktijk veel gebruikte belichtingssterkte van $36 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (3000 lux) en lichtperiode van 18-20 uur komt dan al gauw meer dan de helft van de dagelijkse hoeveelheid groeilicht van de bijbelichting. Voor de beoordeling van de invloed van assimilatiebelichting op de produktie is het belangrijk om de bijdrage van het bijgegeven licht te relateren aan de totale hoeveelheid licht. Hoe groter die bijdrage, hoe groter het te verwachten effect. Gezien de resultaten van de fotosynthesemetingen aan bladeren van Madelon is lichtverzadiging van de fotosynthese een factor die tijdens de winterperiode een te verwaarlozen rol speelt in het uiteindelijke rendement van de gegeven belichting op de produktie van Madelon.

Los van de hoeveelheid licht is de manier waarop dit licht wordt gegeven van invloed op het uiteindelijke rendement. Zowel bij de onderzochte rozen Madelon en Frisco als bij Eustoma 'Fuji donker blauw', heeft het lichtregime invloed op de manier waarop de planten reageren op een gegeven hoeveelheid assimilatiebelichting. Bij de onderzochte rozen gaf een lichtperiode van 17 of 20 uur betere resultaten dan een lichtperiode van 14 uur, met name wat betreft het bloeipercantage, scheutlengte en de groeisnelheid van de scheuten. Verlenging van de lichtperiode van 17 naar 20 uur leverde geen extra voordeel meer op en had bij Madelon zelfs een negatieve invloed op de ontwikkeling van grondscheuten.

Eustoma 'Fuji donker blauw' reageerde duidelijk op de lengte van de lichtperiode. Bij een daglengte van 14 uur worden meer bladparen afgesplitst voordat de eerste bloemen uitgroeien dan bij een langere daglengte. Hierdoor worden de takken zwaarder, maar nauwelijks langer, dan de takken die bij een langere lichtperiode zijn opgekweekt. Deze reactie kan worden gebruikt door de bijbelichting te gebruiken om de lengte van de lichtperiode aan te passen aan de gewenste plantontwikkeling.

7 Referenties

- Blacqui re, Tj. 1987. Fysiologische aspecten: meer dan produktieverhoging. Vakblad voor de Bloemisterij **37**:25
- Boardman, N.K., 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Ann. Rev. Plant Physiol. **28**:355-358
- Bredmose, N. 1993. Effect of year-round supplementary lighting on shoot development, flowering and quality of two glasshouse rose cultivars. Scientia Hortic. **54**: 69-85.
- Bredmose, N., 1994. Biological efficiency of supplementary lighting on cut roses the year round. Scientia Hortic. **59**: 75-82.
- Carpenter, W.J., Rodriguez, R.C. Carlson, W.H., 1972. Effect of daylength on the growth and flowering of roses (*Rosa hybrida*). J. Amer. Soc. Hort. Sci. **97**:135-138.
- De Graaf- van der Zande, M.Th., Blacqui re, T., Van Mourik, N., 1992. Bloeibe nvloeding van Ranunculus asiaticus met behulp van daglengte. Rapport **150**, PBN Aalsmeer. ISN 0921-710X.
- De Graaf van der Zande, M.Th., Krijger D., 1993. Spelen met daglengte levert wel spreiding op maar geen produktieverhoging. Vakblad voor de Bloemisterij **4**: 30-33.
- De Hoog, J. Jr. 1993. Teelttemperatuur heeft tweeledige werking: verklaring en behandeling van loos bij roos. Vakblad voor de Bloemisterij **3**: 40-41.
- De Kreij, C. 1985. Voedingsoplossingen voor de teelt van rozen in kunstmatige substraten. Serie voedingsoplossingen in de glastuinbouw nr. 5. PTG Naaldwijk, PBN Aalsmeer en Consulentschappen voor de tuinbouw. 44p.
- De Vries, D.P. 1993. The vigour of glasshouse roses. Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor in de landbouw- en milieuwetenschappen. Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Dubois, L.A.M. 1987. De rol van grondscheuten bij bloemproductie kasrooszaailingen. Landbouwkundig tijdschrift. **3**: 24,25
- Dubois, L.A.M. 1990. Grondscheuten zijn de basis voor produktie snijrozen. Vakblad voor de Bloemisterij, **30**: 30-33.
- Fauchier P. 1992. Le Lisianthus, une fleur   découvrir. Revue Horticole **323**: 38-47.
- Hacket, W.P., Sachs, R.M., 1966. Flowering in *Bougainvillea* 'San Diego Red'. J. Am. Soc. Hort. Sci. **88**: 606-612.
- Halevy, A.H., Kofranek A.M., 1984. Evaluation of lisianthus as a new flower crop. Hortscience **19**: 845-847.
- Jiao, J., Tsujita, M.J., Grodzinski, B., 1988. Predicting growth of Samantha roses at different light, temperature and CO₂ levels based on net carbon exchange. Acta Hort. **230**: 435-442.
- Jiao, J. 1989. Predicting growth response of greenhouse roses to aerial environments based on CO₂ exchange studies. Ph.D. thesis, Univ. of Guelph, Ontario.
- Jiao, J., Tsujita, M.J., Grodzinski, B. 1991. Optimizing aerial environments for greenhouse rose production utilizing whole-plant net CO₂ exchange data. Can. J. Plant Sci. **71**: 253-261.
- Jiao, J., Tsujita, M.J., Grodzinski, B. 1991. Influence of temperature on net CO₂ exchange in roses. Can. J. Plant Sci. **71**: 235-243.
- Jiao, J., Tsujita, M.J., Grodzinski, B. 1991. Influence of radiation and CO₂ enrichment on whole plant net CO₂ exchange in roses. Can. J. Plant Sci. **71**: 245-252.
- Kipp, J.A., Wever, G. 1993. Wortelmedia. Informatiereeks No. 103. Proefstation voor Tuinbouw onder glas Naaldwijk. 48p.
- Kromwijk, A., Van Mourik N., Boer C., Akse, F. 1992. Roos Sonia 'Sweet Promise' op veertien onderstammen en de eigen wortel geteeld op steenwol. Rapport 144. Proefstation voor de Bloemisterij Aalsmeer. 24p
- Kinet, J.M., 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. Sci. Hort **6**: 15-26.

- Kosh-Khui, M., George, R.A.T. 1977. Responses of glasshouse roses to light conditions. *Scientia Hort.*, **230**: 435-442.
- Louwerse, W., Van der Zweerde, W. 1977. Photosynthesis, transpiration and leaf morphology of *Phaseolus vulgaris* and *Zea mays* grown at different irradiances in artificial and sunlight. *Photosynthetica* **1**: 11-21
- Mae, T., Vonk C.R., 1974. Effect of light and growth substances on flowering of *Iris X Hollandica* 'Wedgewood'. *Acta. Bot. Neerlandica* **23**: 321-331.
- Moe, R. 1972. Effect of daylength, light intensity and temperature on growth and flowering of roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **96**: 796-800.
- Moe, R. 1987. Supplementary lighting for greenhouse crops, basic effects on photosynthesis and growth. *Ahlemer Assimilationstag* March 4, 1987. 22p
- Mor, Y., Halevy, A.H. 1980. Promotion of sink activity of developing rose shoots by light. *Plant. Physiol.* **66**: 990-995.
- Mor, Y., Halevy, A.H. 1984. Dual effect of light on flowering and sprouting of rose shoots. *Physiol. Plant.* **61**: 119-124
- Mortensen L.M., Gislerød H.R., Mikkelsen, H. 1992. Maximizing the yield of greenhouse roses with respect to artificial lighting. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* **6**: 27-34.
- Mortensen L.M., Gislerød H.R., Mikkelsen, H. 1992a. Effects of different levels of supplementary lighting on the year round yield of cut roses. *Gartenbauwissenschaft* **4**: 198-202
- Pergola G. 1991. The need for vernalization in *Eustoma russellianum*. *Scientia Hort.* **51**, 123-127.
- Roh, M.S., Halevy, A.H. and Wilkins, H.F. 1985. *Eustoma grandiflorum*. In *Handbook of flowering* (A.H. Halevy, Ed.), Vol. II, 322-327. CRC press, Boca Raton.
- Roh, M.S., Lawson, R.H. 1984. The lure of Lisianthus. *Greenhouse Manager*, 103, 104, 108, 110, 112-114, 116-121.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1985. *Plant physiology*. Third edition. International Thomson Organisation, 540p.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1992. *Plant physiology*. Fourth edition. Wadsworth Publishing Company Belmont, California. 682p.
- Slootweg, G., 1993. Waterhuishouding van belichte en onbelichte rozen. *Uit. maandverslag PBN maart 1993*.
- Sonneveld, C., Straver, N. Voedingsoplossingen voor groenten en bloemen geteeld in water of substraten. Serie voedingsoplossingen voor de glastuinbouw no. 8. PTG te Naaldwijk, PBN te Aalsmeer en Consulentschappen voor de tuinbouw. 35p
- Taiz, L., Zeiger, E. 1991. *Plant physiology*. Benjamin/Cummings California. 599p
- Urban, L. Langelez, I. 1992. Effect of high-pressure mist on leaf water potential, leaf diffusive conductance, CO₂ fixation and production of cultivar 'Sonia' rose plants grown in rockwool. *Scientia Hort.*, **50**: 229-244
- Van der Krogt, Th. M. 1985. *Eustoma russellianum*. Teeltproeven met *Eustoma* als snijbloem. *Rapport 36*. Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland. 14p.
- Van Leeuwen, G., Voegelzang, J., Van der Wiel, A. 1992. Assimilatiebelichting bij een volgroeid rozegewas. *Vakblad voor de Bloemisterij* **41**: 40-43.
- Van Leeuwen *et al.* 1987. Teelt van zomerbloemen. *Bloementeeltnformatie* No.15. Consulentschap in Algemene Dienst voor de Bloemisterij. pp 116-118.
- Van Meeteren, 1981. Light-controlled flower-bud abscission of liliuim 'Enchantment' is not mediated by photosynthesis. *Acta Hort.* **128**: 37-43.
- Van Rijssel, 1992. Belichtingsonderzoek roos. Economische evaluatie, voorlopige conclusies na afloop van het tweede teeltjaar. Interne notitie PBN.
- Zieslin, N., Mor, Y. 1990. Light on roses a review. *Scientia Horticulturae*, **43**: 1-14

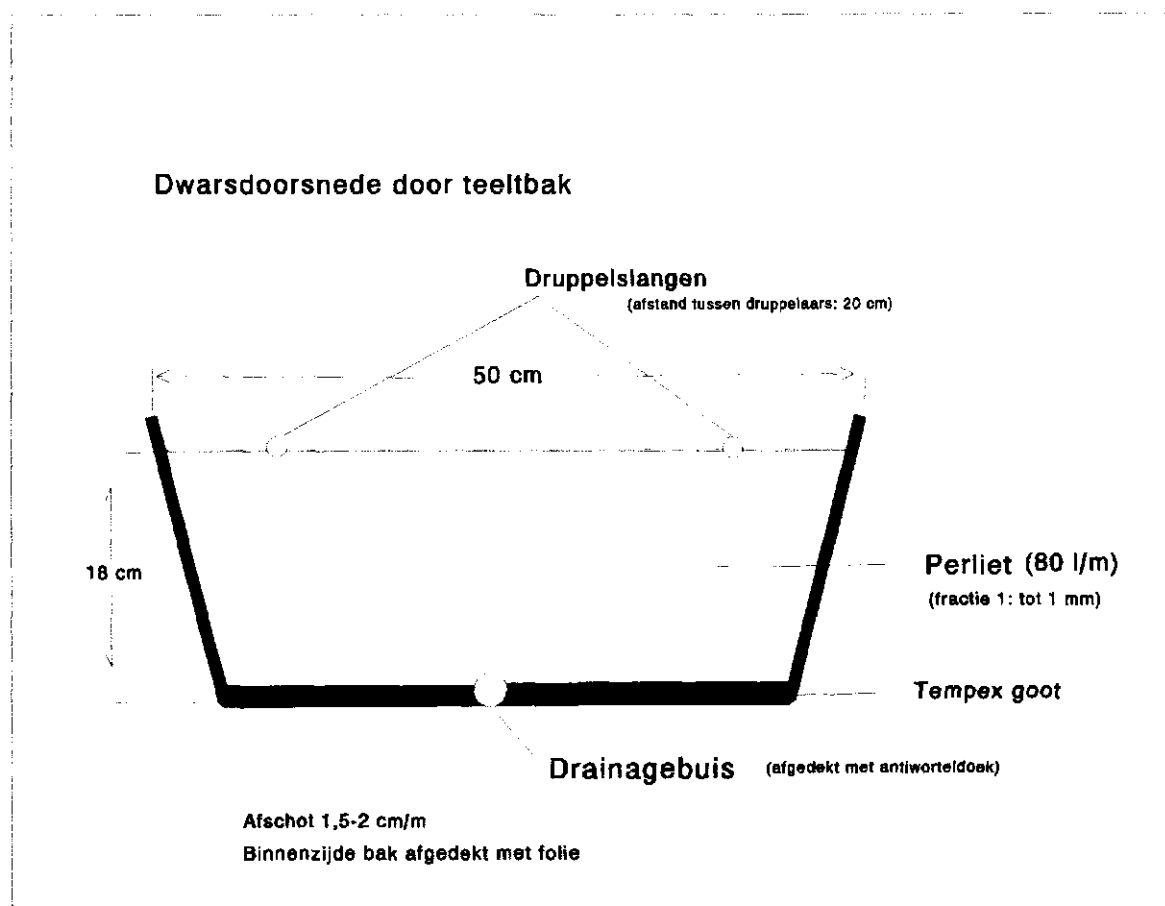
Bijlage 1. Beschrijving van gebruikte perliet en teeltsysteem.

Fysische gegevens fijne perliet (Pull, Agra perliet fractie 1: korrelgrootte tot 1 mm)
Bron: Kipp, J.A., Wever, G. 1993.

Perliet is een chemisch inert substraat en bevat geen organisch materiaal. De pH is niet gebufferd en is ongeveer 6,5-7,5. De EC is laag (0,1) en het bufferend vermogen voor nutriënten is vrijwel nihil. Perliet is een stabiel substraat maar kan verpulveren bij mechanische bewerkingen. De bulkdichtheid is 94 kg/m^3 en perliet kent geen hysteresis (het waterhoudend vermogen bij een bepaalde drukhoogte of vochtspanning is onafhankelijk van de manier waarop die drukhoogte is bereikt; door uitdrogen of door bevochtigen). Het poriënvolume van fijne perliet is 97%.

Tabel B1. Verband tussen de drukhoogte en de volumefracties water en lucht

drukhoogte (cm)	-3.2	-10	-36	-50	-100
pF-waarde	0.5	1.0	1.5	1.7	2.0
Volume% water	70	70	46	40	39
Volume% lucht	27	27	51	57	58



Bijlage 1. Schematische tekening (dwarsdoorsnede) van de gebruikte goten

Bijlage 2. Proefopzet en kasindeling.

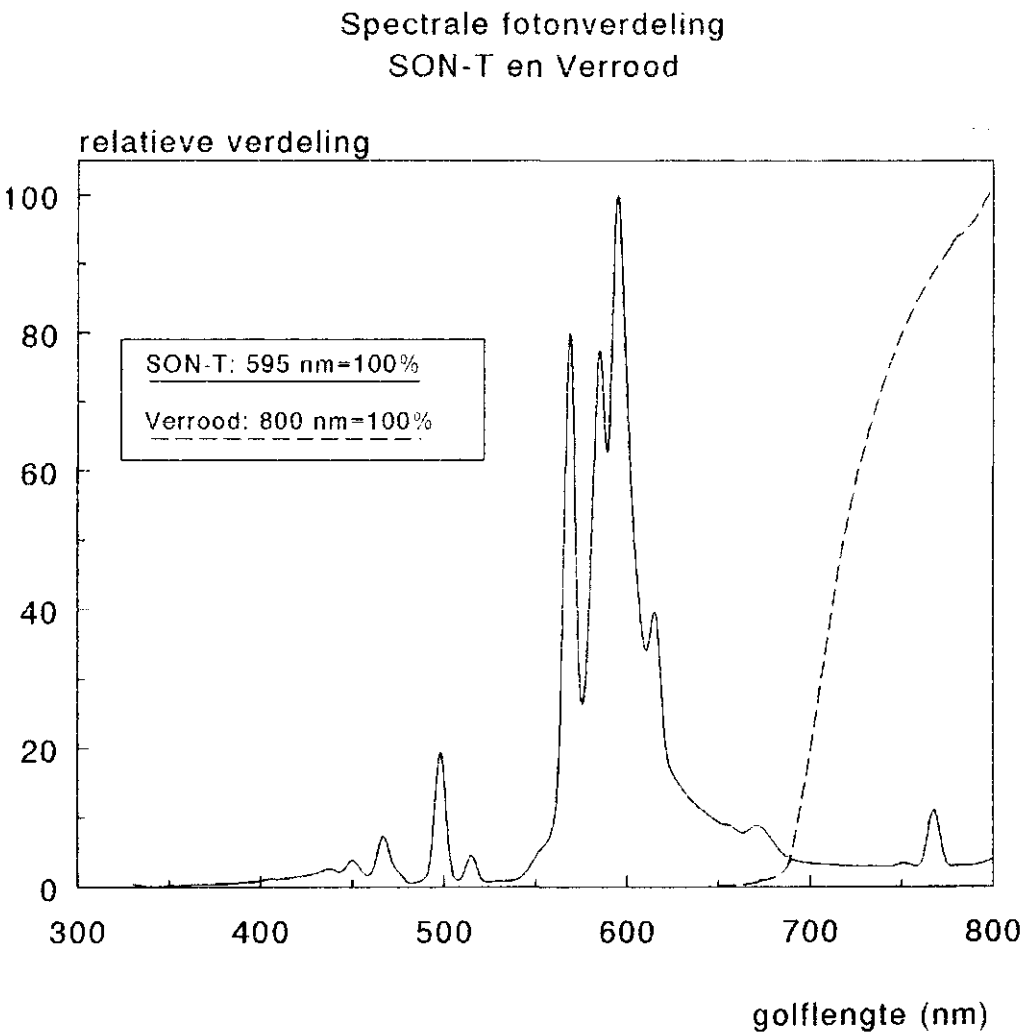
Overzicht lichtbehandeling per kasafdeling

17 uur Verrood	20 uur Verrood	14 uur Verrood
20 uur Verrood	14 uur Verrood	17 uur Verrood

Verdeling van de planten over een afdeling

Eustoma	Eustoma	GS=Grondscheut DS=Dubbel Scheut ES=Enkele Scheut
Roos GS	Roos GS	
Roos DS	Roos DS	
Roos ES	Roos ES	
Roos GS	Roos GS	
Roos DS	Roos DS	
Roos ES	Roos ES	
Roos GS	Roos GS	
Roos DS	Roos DS	
Roos ES	Roos ES	
Eustoma	Eustoma	

Bijlage 3. Stralingsspectrum SON-T en Verrood



↗

↘

↗

↘