

R  
og  
B  
16

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOELT TOEGELIJK  
ONDER GLAS DE AALSMEER

1992-07-09

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

ISSN 0921-710X

EFFECTEN VAN  
GESIMULEERD BUURMANLICHT

PBN projectnummer 1707-3

Rapport 143

Prijs f10,-

Ir. J.A. Bakker  
9 juli 1992

Rapport nr. 143, is te bestellen door het storten van f10,- op girorekening 17 48 55 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 143, Buurmanlicht'



GEBRUIKTE EENHEDEN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	
lux	lichtsterkte volgens menselijke ooggevoeligheid (lumen m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
mol	hoeveelheid deeltjes, 1 mol = 6,023 * 10 <sup>23</sup> deeltjes (o.a. fotonen = lichtdeeltjes)
nm	nanometer (10 <sup>-9</sup> meter), eenheid waarin de golflengte van waarneembare straling wordt uitgedrukt
PAR	photosynthetically active radiation (Watt/m <sup>2</sup> ), hoeveelheid voor fotosynthese bruikbare stralingsenergie uit het golflengtegebied tussen 400 en 700nm.
PPFD	photosynthetic photon flux density (μmol fotonen m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ), aantal voor de fotosynthese bruikbare lichtdeeltjes m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> uit het golflengtegebied tussen 400 en 700nm.
Stuurlicht	Straling die door een plant wordt gebruikt om zijn groei en ontwikkeling aan de omgeving aan te passen
Groeilicht	Straling voor fotosynthese, sterk genoeg om groei mogelijk te maken.
Fotosynthese	Proces waarbij stralingsenergie door een plant wordt omgezet in voor de groei bruikbare chemische energie
Kritische daglengte	De lengte van de lichtperiode waarboven een fotoperiodische reactiesnelheid maximaal is
Kortedagplant	Plant met een maximale fotoperiodische reactiesnelheid bij een lengte van de daglichtperiode gelijk of korter dan de kritische daglengte.
Langedagplant	Plant met een maximale fotoperiodische reactiesnelheid bij een lengte van de daglichtperiode gelijk of langer dan de kritische daglengte.

## VOORWOORD

Dit onderzoek is onderdeel van het door de NOVEM medegefinancierde project 'Neveneffecten van assimilatiebelichting'.

Plantmateriaal werd beschikbaar gesteld door:

- Plantenkwekerij Grootsholten b.v. Naaldwijk
- Sahin zaden Alphen aan de Rijn
- NTS orchidieeën

## INHOUD

GEBRUIKTE EENHEDEN AFKORTINGEN .....	3
SAMENVATTING .....	5
SUMMARY .....	6
1 INLEIDING .....	7
2 ALGEMENE INFORMATIE OVER DE ONDERZOCHE GEWASSEN .....	8
2.1 <i>Callistephus</i> .....	8
2.2 Chrysant .....	8
2.3 <i>Cymbidium</i> .....	9
2.4 <i>Fuchsia</i> .....	10
2.5 Poinsettia .....	10
2.6 Komkommer .....	10
2.7 Tomaat .....	11
3 MATERIAAL EN METHODE .....	12
3.1 $\mu\text{mol}$ als eenheid voor lichtsterkte .....	12
3.2 Proefopzet .....	12
3.3 Manier van telen .....	14
3.4 Verwerking van de resultaten .....	14
4 RESULTATEN EN DISCUSSIE .....	15
4.1 Komkommer .....	15
4.2 Tomaat .....	18
4.3 <i>Callistephus</i> .....	20
4.4 Chrysant .....	21
4.5 <i>Fuchsia</i> .....	24
4.6 Poinsettia .....	25
4.7 <i>Cymbidium</i> .....	26
5 SAMENVATTENDE DISCUSSIE EN CONCLUSIES .....	28
6 REFERENTIES .....	29
Bijlage 1: Lichtmetingen ter ondersteuning van het onderzoek naar buurmanlicht .....	31

## SAMENVATTING

Bij toepassing van assimilatiebelichting straalt een gedeelte van het licht door de gevel en het dek naar buiten. Als gevolg van de concentraties van glastuinbouw en de kleine onderlinge afstand tussen de kassen van verschillende telers bereikt het licht in veel gevallen ook het gewas van de buurman. Nadat in 1988 problemen waren ontstaan door dit 'buurmanlicht' is door het Landbouwschap een verordening opgesteld waarin de uitstraling door de gevels is geregeld. Na het van kracht worden van deze verordening zijn de meeste klachten verdwenen. Door het kasdek uitstralend licht wordt door bewolking gereflecteerd en verspreid over de omgeving. Vooral bij lage bewolking en hoge concentraties van belichtende bedrijven kan de lichtsterkte 's nachts in de omgeving van deze bedrijven waarden bereiken van  $0,10 \mu\text{mol PAR}$ . Om na te gaan of en wanneer dit licht de ontwikkeling van een gewas kan beïnvloeden is onderzoek gestart naar het effect op enkele bloemisterij- en groentegewassen van  $0,05$  en  $0,20$  micromol PAR (ongeveer  $4$  en  $16$  lux) SON-T licht in de eerste of in de tweede helft van de nacht. Bij de lichtbehandelingen was de duur van de belichting acht uur, de donkerperiode zes uur en de periode met daglicht tien uur. De proeven zijn uitgevoerd in het fototron van het PBN. Onderzochte gewassen zijn chrysant, poinsettia, *Fuchsia*, zaaiaster, komkommer, tomaat en *Cymbidium* (lichtsterktes bij *Cymbidium*  $0,05$  en  $0,25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , in de tweede helft van de nacht).

De lengtegroei van komkommer werd geremd door de belichtingen. Bloem- en vruchtontwikkeling werden vertraagd en de aanleg vond hoger op de stengel plaats. De sterkste effecten werden gevonden bij  $0,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  in de tweede helft van de nacht. Bloei bij de chrysant 'Daymark Cream' werd vertraagd ( $0,05 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  eerste en tweede helft van de nacht en  $0,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  eerste helft van de nacht) of tegengehouden ( $0,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  tweede helft van de nacht).

Poinsettia 'Angelika' bloeide bij geen enkele lichtbehandeling, de (donker)controle bloeide volledig.

De langedagplant fuchsia 'Beacon' bloeide alleen bij de belichtingen met  $0,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Zaaiaster 'Milady', 'Kometa' en 'Starlight' reageerde op alle lichtbehandelingen.  $0,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  induceerde bloemknopvorming en veroorzaakte een sterke bladexpansie en stengelstrekking.  $0,05 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  in de nachten induceerde ook bloemknopvorming maar veroorzaakte een minder sterke bladexpansie en stengelstrekking. Tussen de met  $0,05 \mu\text{mol}$  in de voornacht belichte planten en de onbelichte planten werd vrijwel geen verschil waargenomen.

Bij *Cymbidium* 'Pink Joal' werden minder bloemtakken gevormd bij een belichtingssterkte van  $0,25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Van  $0,25 \mu\text{mol}$  kon bij 'Superba' en van  $0,05 \mu\text{mol}$  kon bij 'Pink Joal' en 'Superba' geen effect van de belichting worden aangetoond.

Bij komkommer, chrysant, *Callistephus* en *Fuchsia* had een belichting in de tweede helft van de nacht een groter effect dan een belichting in de eerste helft van de nacht.

De resultaten geven aan dat SON-T licht al bij lichtsterktes van  $0,05 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  effect kan hebben op de groei en ontwikkeling van sommige gewassen. Het is raadzaam om in gebieden met een hoge concentratie van glastuinbouw rekening te houden met de gevoeligheid van gewassen voor licht. Zeker wanneer daglengtegevoelige gewassen worden geteeld.

## SUMMARY

Supplementary lighting of greenhouse crops is widely applied nowadays in the Netherlands, especially for roses but also for lilies, chrysanthemums, freesias and pot plants. Due to the often dense concentration of greenhouses, a neighbouring greenhouse can be exposed to light overspill which may affect the crops therein. Leakage of light through the side walls of the greenhouse is restricted by screens, but a part of the added light leaves the greenhouse through the roof. This light is reflected by clouds and is diffused over the surroundings. When the clouds are low, light levels of up to  $0.20 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  may be expected in a neighbouring greenhouse. Levels of  $0.10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  have been measured in practice.

For this reason, the effects were studied of  $0.05$  and  $0.20 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (400-700 nm) of HPS-light, either in the first or in the second half of the night, on the growth and development of some greenhouse crops. The natural day was 10 h.; the night, either with or without 'overspill' light was 14 h. In the light treatments, a 6 h. period of darkness was maintained. In a second experiment the effects were studied of  $0.05$  and  $0.25 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (400-700 nm) of HPS-light in the second half of the night, on the growth and development of *Cymbidium*. The natural day was 10 h.; the night, either with or without 'overspill' light was 14 h. In the light treatments, a 6 h. period of darkness was maintained.

Elongation growth of *Cucumber* 'Farbio' was reduced by light as compared to dark controls; fruits developed later and from a higher node. Flowering of the short day plant, *Chrysanthemum morifolium* 'Daymark Cream', was delayed by  $0.05 \mu\text{mol}$  in both the first and second half of the night; by  $0.20 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  in the first half, or fully inhibited by  $0.20 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  in the second half of the night. In the short day plant, *Euphorbia pulcherrima* 'Angelika' (Poinsettia), all light treatments prevented flowering. The long day plant, *Fuchsia* 'Beacon', was induced to flower by  $0.20 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , but not by  $0.05 \mu\text{mol}$ . *Callistephus chinensis* (China aster) 'Milady', 'Kometa' and 'Starlight', responded to all light treatments:  $0.20 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  induced flowering and caused a marked leaf expansion and elongation of stems and flower stalks.  $0.05 \mu\text{mol}$  induced flowering without extra elongation and leaf expansion. Generally, light in the second half of the night was more effective than light in the first half of the night.

Development of inflorescences of *Cymbidium* 'Pink Joal' was reduced by  $0.25 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . There was no proof of an effect on development of inflorescences of *Cymbidium* 'Superba' by  $0.05$  and  $0.25 \mu\text{mol}$  and of *Cymbidium* 'Pink Joal' by  $0.05 \mu\text{mol}$ .

The results indicate that growers should take care with the use of supplementary lighting in areas where there are many greenhouses.

## 1 INLEIDING

Bij het gebruik van assimilatiebelichting als aanvullende belichting komt een gedeelte van het licht, via de gevel en het dek, buiten de kas terecht. In eerste instantie waren klachten daarover vooral afkomstig van omwonenden. In 1988 kwamen de eerste klachten over schade aan gewassen. Sindsdien werd het aantal in omloop zijnde verhalen over 'buurmanschade' steeds groter. In de meeste gevallen is het moeilijk te bewijzen dat er sprake is van schade en dat die schade is veroorzaakt door uit nabij gelegen kassen stralend assimilatielicht. Gebrek aan duidelijkheid heeft in verschillende gevallen van (veronderstelde) buurmanschade al geleid tot verstoring van de relatie tussen betreffende partijen. Naar aanleiding van de problemen met buurmanlicht is in 1989 door het Landbouwschap een verordening opgesteld waarin de zijwaartse uitstraling uit kassen is geregeld. In de verordening is 4 lux op de erfscheiding de maximale hoeveelheid licht waarbij nog geen lichtuitstoot beperkende maatregelen hoeven te worden genomen. De 4-lux-norm van het Landbouwschap is gebaseerd op de chrysantenteelt. Uitgangspunt van de verordening was dat 4 lux niet meer van invloed is op de ontwikkeling van chrysant.

De verordening zegt niets over het licht dat door het kasdek uittreedt. De lichthoeveelheid in de omgeving van belichtende kassen kan door via het dek uittreidend licht, afhankelijk van weersomstandigheden en het aantal belichtende bedrijven, waarden bereiken van 0,10  $\mu\text{mol PAR}$  (SON-T licht  $\approx 7$  lux, zie Bijlage 1). Kwantitatieve informatie over het voorkomen van deze situaties ontbreekt. De afstand waarover licht wordt verspreid is afhankelijk van de bewolkingssoort. Bij mistig weer (of zeer laag hangende bewolking) wordt vooral de directe omgeving van een belichtend bedrijf verlicht. Bij toenemende bewolkingshoogte wordt het licht over een groter gebied verspreid. Om te onderzoeken of en in welke mate dit licht de ontwikkeling van planten beïnvloedt is op het Proefstation voor de Bloemisterij in 1991 begonnen met een proef waarin het effect van nagebootst buurmanlicht op enkele gewassen wordt onderzocht. De onderzochte gewassen waren *Callistephus*, chrysant, poinsettia, *Fuchsia*, tomaat, komkommer en *Cymbidium*.

## 2 ALGEMENE INFORMATIE OVER DE ONDERZOCHE GEWASSEN

### 2.1 *Callistephus*

De zaaiaster of Chinese aster (*Callistephus chinensis*) is een eenjarige plant afkomstig uit China en Japan en behoort tot de familie van de composieten. In het begin van de 18<sup>e</sup> eeuw is *Callistephus* geïntroduceerd in Europa. Aanvankelijk werd de plant (ten onrechte) ingedeeld bij het geslacht aster waardoor *Callistephus* bekend werd onder de verwarrende, naam zomer- of zaaiaster. Tegenwoordig zijn speciale selecties beschikbaar voor de teelt van *Callistephus* als tuinplant of als snijbloem.

Daglengte heeft grote invloed op de ontwikkeling van *Callistephus*. Drie tot vijf weken na zaaien zijn kiemplanten gevoelig voor daglengte. Tussen daglengte en temperatuur bestaat een sterke interactie. Bij lage temperatuur ( $\approx 13^{\circ}\text{C}$ ) is *Callistephus* een kwalitatief langedagplant voor bloemknopaanleg en stengelstrekking. Bij temperaturen boven  $17^{\circ}\text{C}$  een kwantitatief langedagplant (Lin en Watson, 1950).

Langedag stimuleert de aanleg van bloemknoppen. Het aantal afgesplitste bladeren tot de bloemknoppen neemt onder invloed van langedag af. Zijn de bloemknoppen eenmaal aangelegd, dan kan kortedag de bloei vervroegen omdat de uitgroei van bloemknoppen onder korte dag sneller verloopt. De snelste bloei wordt verkregen wanneer een periode langedag wordt gevolgd door een periode kortedag. Langedag stimuleert de bladexpansie en de stengelstrekking ten koste van de uitgroeisnelheid van al aangelegde bloemknoppen (Cockshull, 1985a).

De drempelwaarde van de daglengte voor bloemknopinductie is niet precies bekend, maar ligt tussen de twaalf en veertien uur. 0,02 tot 0,06  $\mu\text{mol PAR}$  gloeilamplicht (1-3 lux) gedurende de nacht is al voldoende om bloemknopvorming te induceren (Withrow en Benedict, 1936 uit Vince-Prue, 1975). Als nachtonderbreking voldoet 0,5 tot 1  $\mu\text{mol PAR}$  (25-50 lux) gloeilamplicht (Canham, 1981)). Voor inductie van bloemknoppen is minimaal een periode van een week langedag nodig (Cockshull, 1985a).

### 2.2 Chrysant

De chrysant (*Dendranthema grandiflora* (syn. *Chrysanthemum morifolium*)) is een kwantitatief kortedagplant. Zowel inductie als bloemknopuitgroei wordt door kortedag (korter dan veertien uur) gestimuleerd. Voor inductie van bloemknopvorming is een donkerperiode van minimaal elf uur nodig. Voor de uitgroei van bloemknoppen een donkerperiode van ongeveer twaalf uur. De kritische daglengte is overigens cultivarafhankelijk. Er zijn cultivars met een kritische daglengte van zestien uur (Vince-Prue, 1975). Hoewel een chrysant onder langedagomstandigheden na verloop van tijd, na het bereiken van het 'Long day leaf number' toch een eindbloemknop vormt, groeien deze knoppen meestal niet uit tot normale bloemen. Voordat bloemknoppen kunnen worden gevormd moet een bepaald, cultivarafhankelijk, aantal bladeren zijn aangelegd. De bloei van de meeste cultivars van chrysant kan worden gestuurd door de natuurlijke daglengte kunstmatig te veranderen. Op deze manier is een jaarronde teelt van chrysanten mogelijk. De hoeveelheid daglicht is van invloed op de effectiviteit van de belichting voor dagverlenging. Hoe hoger de daglichtsom, hoe meer licht nodig is om de ontwikkeling van bloemknoppen te remmen of tegen te houden. Wanneer de hoeveelheid ontvangen daglicht laag is, is ook weinig licht nodig om de bloemknopvorming te remmen. Tijdens korte dag verloopt de bloemknopaanleg en uitgroei sneller en gelijkmatiger wanneer de



ontvangen hoeveelheid stralingsenergie tijdens de lichtperiode toeneemt tot een gemiddelde dagsom van 4,6-6,9 mol m<sup>-2</sup>dag<sup>-1</sup> PAR (daarboven vindt geen toename van snelheid van bloemknopaanleg meer plaats Cockshull, 1972; Langton, 1992). Onder langedagomstandigheden neemt de tijd tot bloemknopaanleg en het aantal aangelegde bladeren tot de bloemknop af bij toenemende daglichtsom. Het aantal tot de bloemknop aangelegde bladeren neemt boven een bepaalde stralingssterkte niet meer af. De bladafsplittingsnelheid wordt door toenemende daglichtsom gestimuleerd (Cockshull, 1975).

Bij de jaarrondteelt van chrysanten wordt in de winter gebruik gemaakt van een onderbreking van de kortedagperiode met een aantal lange dagen. Het doel van deze behandeling is het verbeteren van de kwaliteit van de chrysanten. Door de onderbreking wordt de onder kortedag begonnen vorming van bloemknoppen vertraagd en krijgt de plant een vegetatieve groeiimpuls. Hierdoor wordt de bloei verlaat, maar ontstaan ook zwaardere takken en een beter bloemscherm. Het effect van de onderbreking is sterk afhankelijk van uitgangsmateriaal, de natuurlijke instraling, kasklimaat, de duur en het moment van onderbreken. Het verkeerd toepassen van een onderbreking kan leiden tot doorwas (te langgerekte trosstelen) en knopverdroging.

### 2.3 *Cymbidium*

Over het effect van daglengte bij orchideeën is weinig bekend. Gezien de soms korte periode waarin de bloei van bepaalde cultivars valt lijkt het aannemelijk dat de bloei door daglengte wordt gesynchroniseerd. Uit de praktijk komen sinds 1989 verhalen over schade als gevolg van 'buurmanlicht'. De genoemde effecten van het licht zijn een kleiner aantal knoppen per bloemsteel en daardoor ook kortere bloemstelen. Ook zou het aantal bloemstelen per plant en de algemene plantkwaliteit afnemen. Een overzicht van eventuele cultivarverschillen bestaat niet. De indruk is dat schade vooral werd gemeld bij de cultivars met bloemknopontwikkeling in de periode tussen september en februari en waarvan de bloei valt in de periode november tot mei.

Toepassing van assimilatiebelichting bij *Cymbidium* is in de praktijk onderzocht. Gedurende twee jaar is met 6 W.m<sup>-2</sup> SON-T belicht tot een daglengte van achttien uur wanneer het buitenlichtniveau lager was dan 150 W.m<sup>-2</sup> (globale straling). De gebruikte cultivars behoorden tot het vroege en midvroeg sortiment. Belichte planten hadden een lagere bloemtakproductie, kortere takken en minder bloemen per tak. De scheutproductie werd vrijwel niet door de belichting beïnvloed (Van Os en Verwey, 1991). Naar aanleiding van deze resultaten is een klein oriënterend onderzoek verricht bij een *Cymbidium*teler naar het effect van strooilicht op de bloei bij enkele cultivars. Op grond van de in dit onderzoek verkregen resultaten werd geconcludeerd dat strooilicht een negatieve invloed had op de productie bij *Cymbidium*. Het aantal planten per behandeling was echter zo klein (in totaal 46 planten, vier verschillende cultivars en twee lichtbehandelingen) dat de gevonden verschillen statistisch onbetrouwbaar zijn.

## 2.4 *Fuchsia*

Hoewel sommige cultivars van *Fuchsia* het hele jaar rond bloeien zijn de meeste cultivars kwalitatief langedagplanten. Veel cultivars hebben voor de aanleg van bloemknoppen een periode van 10 tot 25 lange dagen nodig, maar er zijn cultivars bekend waarvoor vijf dagen al voldoende is. Uitgroei van bloemknoppen is onafhankelijk van de daglengte en sommige soorten bloeien na bloeiinductie door lange dag onder korte dag door (Sachs en Bretz, 1960). De fotoperiodische bloeirespons van *Fuchsia* is afhankelijk van de lichtsterkte tijdens de dag. In de winter is de gevoeligheid voor langedag kleiner dan in de zomer (Wilkins, 1985).

## 2.5 Poinsettia

De kerstster of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) staat bekend als een zeer lichtgevoelig soort. Het is een kwalitatief kortedagplant (Grueber, 1985). Tussen de gevoeligheid voor daglengte en temperatuur bestaat een sterke interactie. Deze interactie maakt het moeilijk een kritische daglengte te geven. Bloeiinductie vindt, bij een temperatuur van ongeveer 20°C, plaats wanneer de nacht langer is dan 11,5-12,5 uur (cultivarafhankelijk). Kortedag is niet alleen nodig voor de inductie van bloei, maar ook voor de uitgroei van bloemknoppen. Voor een normale ontwikkeling van de bloemen is een ononderbroken kortedagperiode nodig van vier tot zes weken (Maisano, 1977). De kritische daglengte voor uitgroei van al aangelegde bloemknoppen is langer dan die voor bloemknopaanleg (Langhans en Miller, 1960). Vijf lux gedurende de nacht of een groot deel daarvan is voldoende om bloei te verhinderen. Nachtonderbreking met 1  $\mu\text{mol}$  gloeilamplicht (50 lux) tot 1,5  $\mu\text{mol}$  TL-licht (100 lux) heeft hetzelfde effect. In de praktijk heeft licht van straatverlichting (lage druk natriumlamp) problemen veroorzaakt (lichtsterkte onder de lampen 0,07-0,14  $\mu\text{mol}$  (7 tot 15 lux)).

## 2.6 Komkommer

De telers van komkommer (*Cucumis sativus*) behoorden tot de eersten die schade constateerden als gevolg van uitdrendend assimilatielicht.

De genoemde effecten waren bij komkommer sterke groei- en productievertraging en onvolledig herstel van waterpotentiaal en turgor (Blacquièrre, 1991). De effecten waren groter naarmate de afstand van het gewas tot de gevel kleiner was. Een teler van komkommer heeft problemen gehad die werden veroorzaakt door straatverlichting.

De inductie van bloemknoppen bij komkommer vindt zowel onder korte als langedag plaats. Bij oude komkommerrassen, waarop zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen voorkomen is de sexexpressie echter afhankelijk van de daglengte. Bij langedagomstandigheden wordt de vorming van mannelijke bloemen gestimuleerd en de vorming van vrouwelijke bloemen geremd. De reactie op daglengte is sterk cultivarafhankelijk (Rudich, 1985). Niet alleen daglengte maar ook factoren als temperatuur en voedingstoestand kunnen de verhouding tussen mannelijke en vrouwelijke bloemen beïnvloeden (Kooistra, 1967; Nitsch et al 1952). De tegenwoordig gebruikte cultivars hebben vrijwel alleen vrouwelijk bloemen en worden gezien als daglengteneutraal. De strekkingsgroei van komkommer is wel daglengteafhankelijk. De door fytochroom gecontroleerde remming van de stengelstrekking neemt pas na een donkerperiode van acht tot tien uur af (Gaba en Black, 1979).

## 2.7 Tomaat

De tomaat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hoort bij de familie van de Solanaceae en is afkomstig uit Zuid-Amerika. Ook de telers van tomaat maakten melding van schade als gevolg van binnenkomend assimilatielicht.

De genoemde effecten waren bij tomaat groeivertraging (kortere planten), bloeivertraging en een slechte vruchtzetting bij de eerste tros (Blacquièrre, 1991).

Wanneer tomaten worden opgekweekt met assimilatiebelichting kan schade optreden wanneer langer dan zestien uur per dag wordt belicht. Langere belichtingen geven een groeireductie, verlating van bloei en soms chlorose. Arthur et al ontdekten in 1930 dat tomatplanten die 24 uur per dag worden belicht bladschade gaan vertonen en uiteindelijk doodgaan. Highkin en Hanson (1954) ontdekten dat vergelijkbare effecten werden veroorzaakt door licht/donker ritmes van 6 uur licht en 6 uur donker of 24 uur licht en 24 uur donker terwijl 12 uur licht en 12 uur donker geen schade veroorzaakte. Hillman (1956) vond dat licht-donker ritmes van 26-4, 20-4, 16-4 uur geen schade veroorzaakten, terwijl licht-donker ritmes van 14, 12, 11, 8, 6, 4 uur licht afgewisseld met 4 uur donker dit wel deden. De zich ontwikkelende bladeren bleken het meest gevoelig. De schade door continue belichting kon worden voorkomen wanneer tijdens de belichting dagelijks een periode met een lagere temperatuur werd aangehouden (Hillman, 1956). Vreemd genoeg blijken tomaten in gebieden rond de poolcirkel waar gedurende een bepaalde tijd geen donkerperiode is, toch te kunnen groeien (Misschien als gevolg van dagelijks temperatuurverloop).

De ontwikkeling van de bloemtrossen is afhankelijk van de hoeveelheid licht gedurende de dag. Met toenemende lichtsterkte neemt het aantal bladeren tot de eerste bloemtros af tot een bepaald cultivar-afhankelijk aantal (vaak ongeveer zes tot zeven) (Kinet, 1977). Over daglengte-effecten bij tomaat is weinig bekend. De tomaat is al ingedeeld als daglengteneutrale, als kortedag- maar ook als langedagplant. Hurd (1973) en Kinet (1977) vonden dat bij vergelijking van het effect van verschillende daglengtes, bij gelijkblijvende daglichtsom, dagverlenging met lage lichtsterktes resulteerde in een toename van het aantal bladeren tot de eerste bloemtros en daardoor een produktieverlating. Kinet (1977) vond bovendien dat dagverlenging gegeven na aanleg van de bloeiwijze de bloemknopopening vertraagde en de bloemknopabortie vergrootte. Het aantal bladeren tot de eerste tros is ook afhankelijk van de temperatuur. Met toenemende temperatuur neemt ook het aantal gevormde bladeren tot de eerste bloemtros toe. Het aantal dagen tot bloei wordt echter nauwelijks beïnvloed omdat door verhoging van de temperatuur ook de bladafplitsingsnelheid toeneemt (Calvert, 1959; Hussey, 1963).

### 3 MATERIAAL EN METHODE

#### 3.1 $\mu\text{mol}$ als eenheid voor lichtsterkte (zie ook Bijlage I)

Voor dit onderzoek is de lichtsterkte uitgedrukt als  $\mu\text{mol}$  fotonen uit het golflengtegebied tussen 400 en 700 nm. Dit is de beste eenheid om fotosynthetisch actieve straling uit te drukken (Mc Cree, 1972). Door de lichtsterkte is bij 'buurmanlicht' geen sprake van fotosynthetisch actieve straling (groeilicht), maar van fotomorfogenetisch actieve straling (stuurlicht). Een goede eenheid voor stuurlicht is niet te geven omdat bij planten voor dit licht een aantal receptoren aanwezig is met ieder een eigen specifiek absorptie- en actiespectrum. Er bestaat dan ook geen stuurlichtmeter. Straling uit het golflengtegebied tussen 300 en 800 nm wordt door planten als informatie over de omgeving 'waargenomen'. De beste manier om stuurlicht te karakteriseren is het geven van de spectrale fotonenverdeling uit dit golflengtegebied. Wanneer straling met dezelfde spectrale samenstelling moet worden vergeleken, zoals bij buurmanlicht (meestal) het geval is omdat de spectrale samenstelling bekend is, kan wel gebruik gemaakt worden van een eenheid. In dit onderzoek is daarvoor het aantal fotonen uit het golflengtegebied tussen 400 en 700 nm gebruikt omdat de voor planten waarneembare straling van een SON-T lamp in dit gebied valt. Hoewel de eenheid lux in dit geval bruikbaar is als relatieve maat, is hiervan geen gebruik gemaakt omdat in deze eenheid de menselijke ooggevoeligheid is verwerkt. Fysiologisch gezien is het gebruik van de eenheid lux om straling voor planten te meten onzin.

#### 3.2 Proefopzet

Voor het onderzoek naar het effect van buurmanlicht op verschillende planten is gebruik gemaakt van het fototron van het Proefstation voor de Bloemisterij. De gegeven lichtbehandelingen zijn terug te vinden in tabel 1 en 2. Het fototron bestaat uit vier kasafdelingen die ieder bestaan uit een ruimte waarin daglicht naar binnen valt en twee van het daglicht afgesloten ruimtes. In de donkere ruimtes kan met verschillende kunstlichtbronnen een belichting (stuurlicht) worden gegeven. In iedere afdeling bevinden zich vier verrijdbare karren waarop planten gekweekt kunnen worden die op ieder gewenst moment automatisch van de daglichtruimte naar de donkere ruimte (en vice versa) gereden kunnen worden. Het klimaat ( $\text{CO}_2$ , luchtvochtigheid, temperatuur, zonwering en belichting) wordt voor iedere ruimte afzonderlijk met behulp van een computer gecontroleerd. Gedurende het onderzoek is, voor zover mogelijk, een periode met tien uur natuurlijk daglicht aangehouden. De belichtingen werden gegeven aan het einde van de daglichtperiode (voornacht) of voorafgaand aan de daglichtperiode (nanacht). De lengte van de donkerperiode bij de lichtbehandelingen was zes uur. Voor de belichtingen is gebruik gemaakt van een 70 Watt SON-T lamp. Door gebruik van neutraal (geen invloed op spectrale samenstelling) schermdoek is de lichtsterkte teruggebracht tot de gewenste waarden. Door reflectie langs het plafond en wanden van de cel ontstond in de cel een diffuse lichtverdeling. De lichtsterkte is gemeten in een horizontaal vlak. Voor de metingen is gebruik gemaakt van een Bottemanne RA200Q quantumsensor. De hiermee gemeten waarden kwamen relatief overeen met de waarden die zijn bepaald met behulp van PRC 106 luxmeter (meter landbouwschap) en kwantitatief met de meetwaarden van de Li190SA quantumsensor van Licor.

Tabel 1: Overzicht van de lichtbehandelingen bij komkommer, tomaat, chrysant, *Callistephus*, poinsettia en *Fuchsia*. Ingestelde dag/nachttemperatuur 17°/17°C. Daglichtperiode tien uur, donkerperiode bij de belichtingen zes uur. (Meethoogte 0,90 m (bovenkant kar) en 1,50 m)

Behandeling	Lichtsterkte ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Belichting
Controle	0	geen
0,20 $\mu\text{mol}$ EOD	0,18-0,22	voornacht
0,05 $\mu\text{mol}$ EOD	0,04-0,06	voornacht
0,20 $\mu\text{mol}$ EON	0,18-0,22	nanacht
0,05 $\mu\text{mol}$ EON	0,04-0,06	nanacht

Tabel 2: Overzicht van de lichtbehandelingen bij *Cymbidium*. Ingestelde dag/nacht temperatuur 17°/15°C. Daglichtperiode tien uur, donkerperiode bij de belichtingen zes uur. De belichtingen werden gegeven in de tweede helft van de nacht na een donkerperiode van zes uur (Meethoogte 0,90 m (bovenkant kar) en 1,50 m).

Behandeling	Lichtsterkte ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Belichting
Controle	0	geen
0,25 $\mu\text{mol}$ EON	0,23-0,26	nanacht
0,05 $\mu\text{mol}$ EON	0,04-0,06	nanacht

Tabel 3: Overzicht data zaai en behandelingen plantmateriaal

Gewas	Cultivar	aantal	zaai	start behandeling	einde behandeling
Komkommer	Mustang	55	01-05	23-05	10-06
	Farbio	55	10-06	14-06	30-07
	Corona	55	01-09	05-09	14-11
Tomaat	Perfecta	50	17-04	23-05	25-06
	Furon	50	12-06	26-06	14-08
	Furon	50	22-08	05-09	21-11
<i>Callistephus</i>	12525/12692	210	15-05	29-05	14-08
	/12533 <sup>1</sup>	herhaling vervallen door te hoog uitvalpercentage			
Chrysant	Daymark Cr.	150	bew. stek	23-05	17-07
	Daymark Cr.	150	bew. stek	06-09	11-11
<i>Fuchsia</i>	Beacon	150	bew. stek	23-05	14-08
	Beacon	150	bew. stek	02-09	01-21
Poinsettia	Angelika	150	bew. stek	23-05	14-08
	Angelika	150	bew. stek	02-09	12-11
<i>Cymbidium</i>	Pink Joal	24	plant	17-09	09-01
	Superba	36	plant	17-09	09-01

<sup>1</sup> Selecties Sahin; 12525='Kometa'; 12692='Milady'; 12533='Starlight'

### 3.3 Manier van telen

Een overzicht van de gebruikte gewassen en cultivars, zaai en plantdata en behandelingsperiode is te vinden in tabel 3. Aan het einde van de behandelingsperiode zijn de cymbidiums overgebracht naar een normale kas waar de uitgroei van de bloemtakken is gevolgd.

Komkommer en tomaat zijn direct in de bakken van de fototronkarren opgekweekt, *Callistephus* chrysan, *Fuchsia* en poinsettia in potten. Als substraat is een potgrondmengsel gebruikt met osmocote als voorraadbemesting. Voor het onderzoek met *Cymbidium* zijn door twee praktijkbedrijven planten beschikbaar gesteld. Deze zijn geleverd in containers met steenwol. Tijdens het onderzoek is daarin verder geteeld, waarbij de bemesting werd gegeven tijdens de watergift door gebruik te maken van een voedingsoplossing. Bij iedere behandeling zijn de gewassen op dezelfde volgorde op de karren geplaatst om eventuele plaatseffecten zoveel mogelijk te verkleinen. Om kasverschillen te controleren zijn in iedere daglichtruimte van het fototron planten (*Fuchsia*, chrysan en poinsettia) gezet, waaraan regelmatig lengtemetingen zijn gedaan. Het verschil tussen de gemiddelde waarden per afdeling bedroeg niet meer dan 5%. Om eventuele systematische verschillen veroorzaakt door een kaseffect zo klein mogelijk te maken zijn voor het onderzoek in september de behandelingen opnieuw over de afdelingen verdeeld.

### 3.4 Verwerking van de resultaten

Bij de verwerking van de resultaten van komkommer, tomaat, *Cymbidium* en *Callistephus* zijn alle planten uit de behandelingen gebruikt. Bij de andere gewassen zijn per behandeling steeds tien planten gebruikt. Deze meetplanten stonden steeds tussen andere (rand) planten in. Bij de verwerking zijn de individuele planten beschouwd als experimentele eenheid. Daarbij is aangenomen dat de variatie tussen de planten gelijk was aan de variatie tussen de afdelingen. De verschillen tussen de behandelingsgemiddelden zijn tweezijdig getoetst volgens  $LSD_{0,95}$ . Volgens deze toets significante behandelingsverschillen zijn in de tabellen aangegeven met verschillende letters. In de figuren is de  $LSD_{0,95}$ -waarde aangegeven met een verticale streep. Wanneer niet alle planten van een behandeling bij de berekening van het behandelingsgemiddelde zijn gebruikt, bijvoorbeeld wanneer nog niet alle planten bloeiden, is niet getoetst. In de tabellen zijn deze waarden aangegeven met een asterisk (\*).

## 4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

### 4.1 Komkommer

Het eerste onderzoek is gestart met plantmateriaal (cv. 'Mustang') met een lengte van gemiddeld 60 cm. Door de groeisnelheid was slechts een behandelingsduur van achttien dagen mogelijk. Ondanks de korte behandelingsduur bleken de verschillende behandelingen effect te hebben. Bij de belichte planten ontwikkelden de eerste bloemen zich hoger op de stengel (tabel 4) waardoor een verlating van bloei ontstond. Het effect was het grootst bij de belichting met 0,20  $\mu\text{mol}$  EON<sup>2</sup>. De lengtetoeename tussen de zesde en zeventiende behandelingsdag was bij de belichte planten kleiner dan bij de niet belichte planten, evenals het versgewicht van de met 0,20  $\mu\text{mol}$  in de nanacht belichte planten. Opvallend is het effect van moment van belichten. Wanneer werd belicht in de tweede helft van de nacht was het effect van de belichting, bij gelijke lichtsterkte, groter. Bij de herhaling van het onderzoek is belicht vanaf het moment dat de planten waren gekiemd. De behandelingsduur kon op die manier aanzienlijk worden verlengd. De bij het onderzoek met 'Mustang' gevonden effecten op bloemontwikkeling werden in het onderzoek met 'Farbio' (tabel 5) en het daaropvolgende onderzoek met 'Corona' (tabel 6) weer gevonden. Ook hier een vertraging van de bloei onder invloed van de belichting en een sterker effect bij hogere lichtsterkte en belichting in de tweede helft van de nacht. Deze vertraging komt in tabel 5 ook naar voren wanneer wordt gekeken naar het aantal vruchten en totaal vruchtgewicht. Het aantal afgesplitste bladeren en de internodiën lengte was bij Corona (tabel 6) bij belichting in de tweede helft van de nacht significant kleiner bij 0,05 en 0,20  $\mu\text{mol}$ . De lengtegroei van 'Farbio' en 'Corona' werd door belichting verminderd (afbeelding 1 en 2). Het effect op de lengtegroei van 'Farbio' van belichting met 0,05 en 0,20  $\mu\text{mol}$  in de voornacht en 0,05  $\mu\text{mol}$  in de nanacht was even sterk. De lengtegroei van 'Farbio' onder een belichting met 0,20  $\mu\text{mol}$  in de nanacht bleef bij de andere behandelingen achter. Het effect van belichting met 0,20 of 0,05  $\mu\text{mol}$  was bij 'Corona' ongeveer even groot. Bij belichting in de nanacht was de lengtegroei het kleinst.

Tabel 4; Resultaten eindogst (10-06-91) na 18 dagen behandeling van 'Mustang'.

Behandeling	Controle	0,20 $\mu\text{mol}$ EOD	0,05 $\mu\text{mol}$ EOD	0,20 $\mu\text{mol}$ EON	0,05 $\mu\text{mol}$ EON
% bloeiende planten	100	64	91	45	55
positie eerste bloem <sup>2</sup>	3,5	3,9	4,0	4,5	3,7
positie laatste bloem <sup>2</sup>	4,9	4,5	4,7	5,0	4,5
bloeiende internodiën <sup>3</sup>	2,2a	1,0bc	1,5b	0,8c	0,9bc
lengtetoeename dag 6-17	88,7a	83,6b	82,2b	77,5c	83,8b
totaal versgewicht (g)	348a	329a	314ab	295b	350a

<sup>2</sup> Bij vergelijking van de resultaten moet rekening worden gehouden met het feit dat voor de berekening van de bloempositie alleen de bloeiende planten zijn gebruikt. De belichte planten bloeiden niet allemaal, waardoor de in tabel 4 (en ook tabel 6) weergegeven behandelingsverschillen waarschijnlijk worden onderschat.

<sup>3</sup> gemiddelde van alle planten

Tabel 5; Resultaten eind oogst (31-07-91) na 46 dagen behandeling van 'Farbio'.

Behandeling	Controle	0,20 $\mu$ mol EOD	0,05 $\mu$ mol EOD	0,20 $\mu$ mol EON	0,05 $\mu$ mol EON
dagen tot bloei	37,7a	40,5b	39,3b	43,2c	40,3b
positie eerste bloem	3,8a	4,6b	4,6b	5,6c	4,6b
positie laatste bloem	14,1a	13,8a	13,8a	12,0b	13,5a
aantal vruchten p.plant <sup>3,4</sup>	4,4a	2,2b	2,5b	1,0c	2,5b
aantal bladeren <sup>5</sup>	22,8a	22,5a	22,9a	21,7a	22,4a
internodiën lengte (cm) <sup>5</sup>	9,8a	9,6ab	9,7ab	9,0b	9,8a
vruchtgew. p.plant (g) <sup>3</sup>	263a	87b	102b	23c	70bc
totaal versgewicht (g)	724a	641ab	672ab	560b	643ab

Tabel 6; Resultaten eind oogst (14-11-91), na 69 dagen behandeling van 'Corona'.

Behandeling	Controle	0,20 $\mu$ mol EOD	0,05 $\mu$ mol EOD	0,20 $\mu$ mol EON	0,05 $\mu$ mol EON
% bloeiende planten <sup>*</sup>	100	54,5	81,8	18,2	45,5
positie eerste bloem <sup>*2</sup>	6,6	9,3	8,7	8,5	8,4
positie laatste bloem <sup>*2</sup>	13,6	11,3	11,3	10,7	11,0
bloeiende internodiën <sup>3</sup>	6,3a	1,2b	2,6c	0,4b	0,7b
aantal bladeren <sup>5</sup>	18,9a	18,8a	18,1a	17,0b	16,3b
internodiën lengte (cm) <sup>5</sup>	8,9a	8,3bc	8,8ab	7,4d	8,1c
totaal versgewicht (g)	244a	234ab	250a	214b	215b

## Conclusie

De plantontwikkeling van de komkommercultivars 'Mustang', 'Corona' en 'Farbio' kan, zeker gedurende de eerste zes tot tien weken van een teelt, door SON-T licht met een lage intensiteit worden beïnvloed. Effecten kunnen bij een lichtsterkte van 0,05  $\mu$ mol PAR al binnen twee weken ontstaan. Belichting in de tweede helft van de nacht was effectiever dan belichting in de eerste helft van de nacht. Zowel de bloei als de lengtegroei van de komkommerplanten kan door belichting worden beïnvloed. De bloemontwikkeling werd vertraagd en de eerste bloemen ontwikkelden zich bij de belichte planten in een hogere bladoksel dan bij de onbelichte planten. Internodiënstrekking en daarmee de plantlengte van 'Corona' nam onder invloed van belichting met 0,05 en 0,20  $\mu$ mol PAR in de tweede helft van de nacht af. Opvallend was dat het totaal versgewicht (hele plant inclusief bloemen en eventuele vruchten) en in het

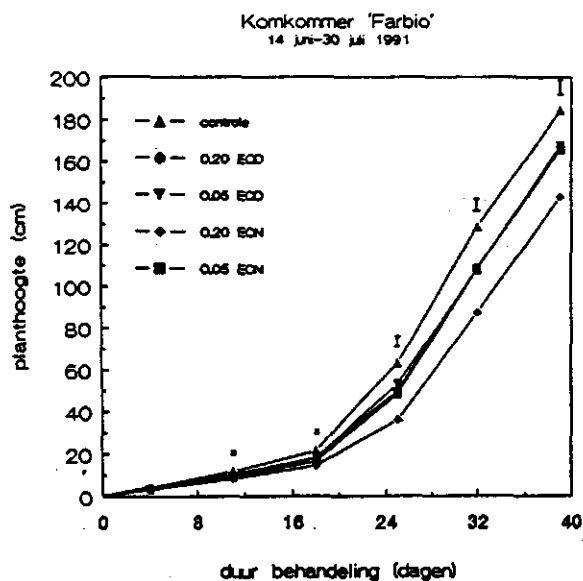
<sup>4</sup> groter dan 10 cm

<sup>5</sup> tot 5 cm onder top

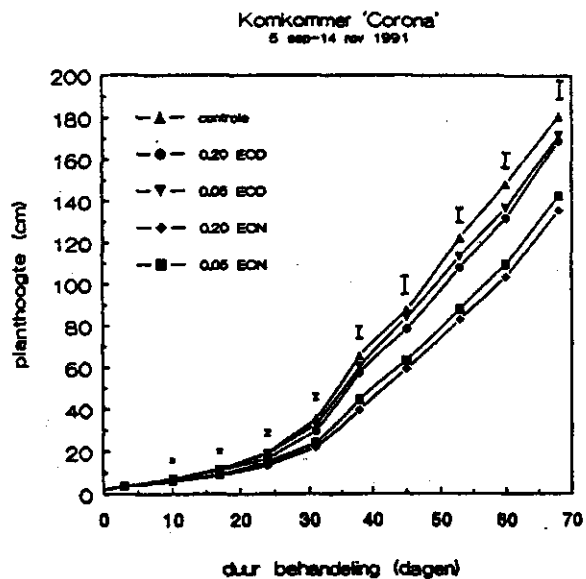


laatste experiment ook de bladafsplittingsnelheid door belichting in de tweede helft van de nacht negatief beïnvloed werd.

Omdat niet gelijktijdig met drie verschillende cultivars is gewerkt is een uitspraak over cultivarverschillen of effect van de tijd van het jaar niet mogelijk. De gevonden effecten in het najaar waren sterker dan in de zomer, maar dit verschil zou ook veroorzaakt kunnen zijn door de verschillende cultivars.



**Afbeelding 1** Komkommer 'Farbio'; Lengtegroei bij de verschillende belichtingen.  $LSD_{0,95}$  weergegeven met een verticale streep.



**Afbeelding 2** Komkommer 'Corona'; Lengtegroei bij de verschillende belichtingen.  $LSD_{0,95}$  weergegeven met een verticale streep.

## 4.2 Tomaat

Het plantmateriaal dat werd gebruikt bij het eerste onderzoek was bij de start ruim vijf weken oud. Dit beperkte de duur van het onderzoek tot 32 dagen. De reactie van de planten op de belichtingen was minder duidelijk dan de reactie van komkommer. Uit de gegevens in tabel 7 tot en met 9 is af te leiden dat de variatie tussen de planten groot is en ook dat de resultaten van de verschillende onderzoeken niet overeenkomen. Een algemene lijn zoals bij komkommer is voor tomaat op grond van de resultaten niet goed vast te stellen. Het lijkt erop dat door belichting bloemknopopening, groeisnelheid en stengelstrekking negatief beïnvloed werden.

Tabel 7; Resultaten eindooft tomaat 'Perfecta' (16 juni) na 32 dagen behandeling.

Behandeling	Controle	0,20 $\mu$ mol EOD	0,05 $\mu$ mol EOD	0,20 $\mu$ mol EON	0,05 $\mu$ mol EON
internodiënlengthe (cm) <sup>6</sup>	7,0a	6,8a	6,6a	6,9a	7,1a
bloemen tros <sup>1</sup> <sup>7</sup>	7,7a	6,4b	8,3a	6,3b	6,3b
bloemen tros <sup>2</sup> <sup>7</sup>	6,9a	5,5b	6,3ab	5,3b	5,9ab
bloemen tros <sup>3</sup> <sup>7</sup>	4,7a	3,6a	3,5a	3,8a	4,4a
bloemen tros <sup>4</sup> <sup>7*</sup>	1,3	0,9	0,6	0,1	0,4
bloeiende trossen	3,6a	3,3a	3,3a	3,1a	3,2a
plantlengthe (cm)	137a	134a	133a	131a	139a
tot. versgewicht (g)	628a	619a	629a	549a	619a

Tabel 8; Resultaten eindooft 'Furon'. Eindooft 14 augustus na 49 dagen behandeling.

Behandeling	Controle	0,20 $\mu$ mol EOD	0,05 $\mu$ mol EOD	0,20 $\mu$ mol EON	0,05 $\mu$ mol EON
dagen tot bloei	31,2a	33,5b	31,9ab	31,6ab	30,1a
internodiënlengthe (cm) <sup>6</sup>	8,2a	7,5a	8,2a	8,2a	8,7a
bloemen tros <sup>1</sup> <sup>7</sup>	6,9a	5,8ab	6,2ab	4,5b	6,2ab
bloemen tros <sup>2</sup> <sup>7</sup>	6,7ab	6,1ab	5,1ab	4,8b	7,6a
bloemen tros <sup>3</sup> <sup>7</sup>	5,0a	3,3a	4,0a	2,9a	4,4a
bloemen tros <sup>4</sup> <sup>7*</sup>	0,8	0,2	0,8	0,0	1,2
bloeiende trossen	3,4ab	3,1b	3,3ab	3,0b	3,6a
aantal vruchten > 1cm	4,7a	2,5a	4,3a	3,1a	3,1a
tot. vruchtgewicht (g)	48,5a	35,2a	47,9a	41,4a	54,4a
plantlengthe (cm)	146a	155a	159a	145a	170a
tot. versgewicht (g)	532b	676a	691a	562ab	664ab

Tabel 9 Tomaat 'Furon'. Eindooft 20 november na 76 dagen behandeling.

Behandeling	Controle	0,20 $\mu$ mol EOD	0,05 $\mu$ mol EOD	0,20 $\mu$ mol EON	0,05 $\mu$ mol EON
aantal dagen tot bloei	44,4a	46,7b	47,0b	47,5b	47,3b
internodiënlengthe (cm) <sup>6</sup>	8,2a	6,9b	7,0b	7,2b	7,1b
bloemen tros1 <sup>7</sup>	4,8	4,3	5,0	4,1	5,3
bloemen tros2 <sup>7</sup>	6,1	6,3	5,3	5,0	6,0
bloemen tros3 <sup>7</sup>	5,8	4,8	4,9	5,0	4,3
bloemen tros4 <sup>7*</sup>	2,1	0,9	0,4	3,5	0,2
aantal bloeiende trossen	3,8	3,8	3,3	4,0	3,2
aantal vruchten > 1cm	2,8	1,4	1,2	1,8	1,7
plantlengthe (cm)	169a	152b	151b	150b	154b
tot. versgewicht (cm)	404ab	419ab	449a	357b	405ab

<sup>6</sup>tot 10 cm onder de top

<sup>7</sup> tijdens behandeling opengekomen aantal tot eindooft

### 4.3 *Callistephus*

*Callistephus* staat bekend als een zeer lichtgevoelig gewas. In dit onderzoek was dagverlenging met een lichtsterkte van 0,05 micromol/m<sup>2</sup>s (SON-T) voldoende om de aanleg van bloemknoppen te versnellen. Door belichting werd de bladontwikkeling gestimuleerd. Door sterkere bladstrekking nam de grootte van de belichte planten, ten opzicht van de niet belichte planten toe. Het effect van belichten met 0,20 micromol was al na twee weken behandeling duidelijk zichtbaar. De niet belichte planten bleven in rozet en hadden klein donkergroen blad. Het blad van de belichte planten was duidelijk groter en lichter groen van kleur. De planten uit de behandelingen met de hoogste lichtsterkte reageerden het sterkst. Dagverlenging tijdens uitgroei van bloemknoppen stimuleerde de strekking ten koste van de uitgroeisnelheid van de bloemknoppen. Dit effect was sterker naarmate de lichtsterkte groter was (tabel 10). Opvallend is dat de planten bij dagverlenging met 0,05  $\mu\text{mol}$  in de eerste helft van de nacht, met uitzondering van de cultivar *Milady*, nauwelijks van de niet belichte planten verschilden. Blijkbaar is in deze periode meer licht nodig voor een goede bloemknopaanleg. *Starlight* reageerde bij belichting met 0,05  $\mu\text{mol}$  ook in de tweede helft van de nacht nauwelijks. Deze cultivar lijkt wat minder gevoelig dan de overige twee. De overige belichtingen waren wel voldoende voor een goede bloemknopaanleg. Belichting in de tweede helft van de nacht had meer effect dan belichting in de eerste helft van de nacht. Het eerste onderzoek moest in verband met een volgend onderzoek worden beëindigd voordat de aangelegde bloemknoppen allemaal in bloei waren gekomen.

Tabel 10; *Callistephus* eindresultaten 23 mei tot 14 augustus. De gegevens in de tabel hebben betrekking op het moment dat de proef werd beëindigd. Bij de niet bloeiende planten waren op dat moment wel bloemknoppen aanwezig.

		Controle	0,20 $\mu\text{mol}$ EOD	0,05 $\mu\text{mol}$ EOD	0,20 $\mu\text{mol}$ EON	0,05 $\mu\text{mol}$ EON
Milady	planthoogte (cm)	10a	27,8b	15,1c	34,6d	20,9e
	% bloei	0	63	0	0	100
Kometa	planthoogte (cm)	10,4a	26,1b	8,5a	33,4c	17,4d
	% bloei	0	14	0	0	38
Starlight	planthoogte (cm)	10,5a	16,7b	7,1a	28,3c	8,9a
	% bloei	0	0	0	14	0

### Conclusie

*Callistephus* is, met name in de tweede helft van de nacht, gevoelig voor licht met een sterkte van 0,05  $\mu\text{mol}$ . De gevoeligheid is per cultivar verschillend. Van de gebruikte cultivars was 'Milady' het meest gevoelig en 'Starlight' het minst. Belichting na aanleg van bloemknoppen stimuleert de stengelstrekking ten koste van de uitgroeisnelheid van de aangelegde bloemknoppen. In overeenstemming met wat Cockshull (1985a) vond was voor deze strekking meer licht nodig dan voor de inductie van bloei.

#### 4.4 Chrysant

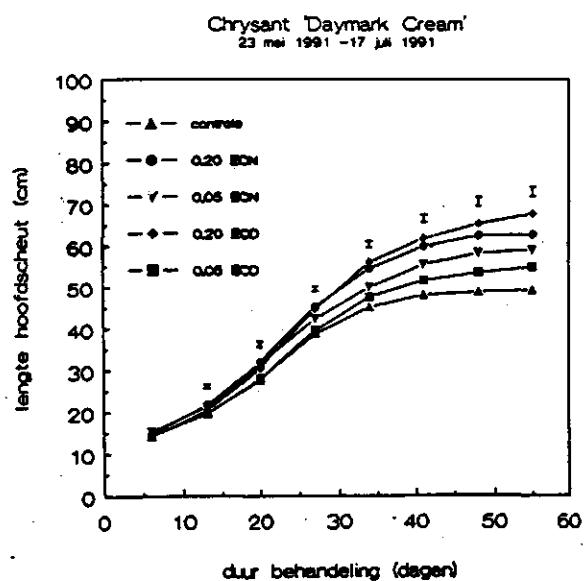
De bloemknopontwikkeling bij chrysant 'Daymark Cream' werd zowel in de zomer als in het najaar door de verschillende belichtingen beïnvloed. Chrysant reageerde op de korte dag vrijwel direct met de aanleg van bloemknoppen. Na twee weken behandeling werden al significante effecten op de lengtegroei gevonden. Tegelijkertijd met de bloemknopaanleg nam de lengtegroei van de planten af (afbeelding 3 en 4). Bij 0,05  $\mu\text{mol}$  vond ook aanleg van bloemknoppen plaats, maar met enkele dagen vertraging ten opzichte van de niet belichte planten. De lengte van de hoofdscheut (tabel 11) was bij een belichting van 0,05  $\mu\text{mol}$  in de voornacht langer. Het effect van licht met gelijke sterkte was in de nanacht groter dan in de voornacht. Splittakken, waardoor de lengte van de hoofdscheut achterbleef bij die van de hele plant, kwamen in de zomer bij alle belichtingen voor (afbeelding 3, 4, 5 en 6), terwijl in het najaar dit alleen het geval was bij de belichting met 0,20  $\mu\text{mol}$  in de eerste helft van de nacht. Bij de met 0,20  $\mu\text{mol}$  tijdens de nanacht belichte planten was in het najaar zelfs na een teeltduur van 84 dagen (36 afgesplitste bladeren, lengte gemiddeld 118 cm) nog geen zijscheut of bloemknop zichtbaar.

Tabel 11 Eindresultaten chrysant 'Daymark Cream' 23-05 tot 17-07

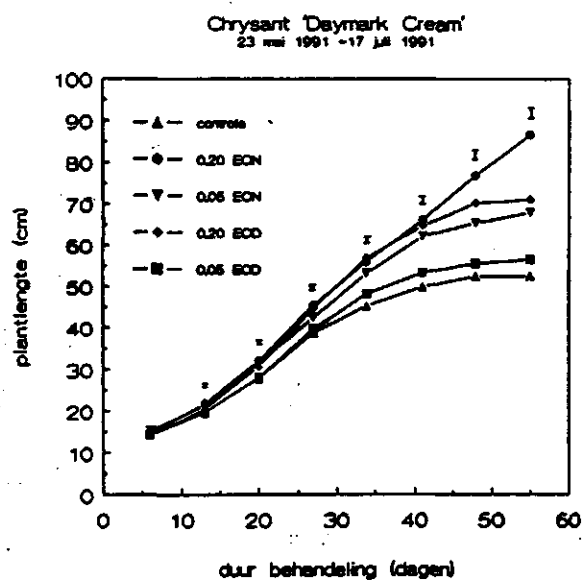
Behandeling	Controle	0,20 $\mu\text{mol}$ EOD	0,05 $\mu\text{mol}$ EOD	0,20 $\mu\text{mol}$ EON	0,05 $\mu\text{mol}$ EON
Dagen tot bloei	48a	>55	55b	>55	>55
open bloemen	4,10a	0,0	0,80b	0,0	0,0
knoppen > 1cm	23,5a	2,4b	16,0c	0,0d	2,2e
apex zijscheuten generatief	+	-	+	-	+
apex hoofdscheut generatief	+	+	+	+	+
plantlengte	53a	71b	56c	86d	68c
lengte hoofdscheut	49a	68b	55c	61d	61d
plantgewicht (g)	54a	63b	53a	70c	63b

Tabel 12 Eindresultaten chrysant 'Daymark Cream' 6-09/11-11

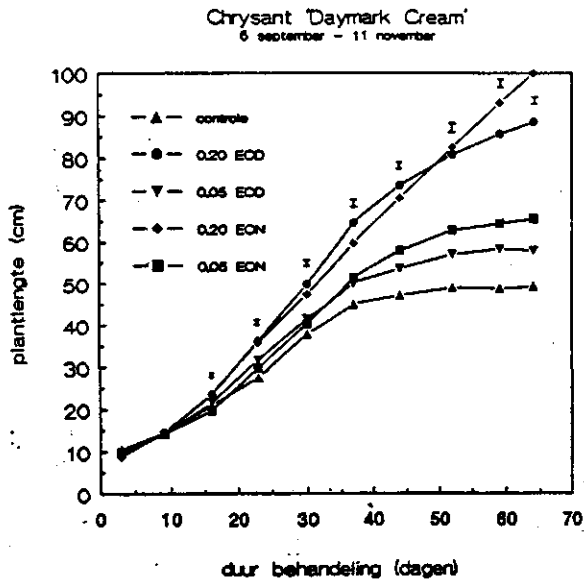
Behandeling	Controle	0,20 $\mu$ mol EOD	0,05 $\mu$ mol EOD	0,20 $\mu$ mol EON	0,05 $\mu$ mol EON
Dagen tot bloei	55a	>67	67b	>67	>67
aantal open bloemen	8,3a	0,0	2,0b	0,0	0,0
knoppen > 1cm	3,2a	3,5a	9,8b	0,0	14,2c
apex zijscheuten generatief	+	+	+	afwezig	+
apex hoofdscheut generatief	+	+	+	-	+
internodium 1e zijscheut	11,2a	17,8b	11,9a	>30,9	14,3b
internodium laatste zijscheut	18,2a	21,7b	19,1a	>30,9	21,8b
plantlengte (cm)	49,2a	88,5d	57,9b	100,0e	65,5c
lengte hoofdscheut cm	49,2a	81,5b	57,8b	100,0e	65,5c
plantgewicht	39,7a	56,2b	39,9a	53,5b	43,6c
aantal internodiën tot hoofdknop	18,2a	17,8a	19,1b	30,9c	21,8d



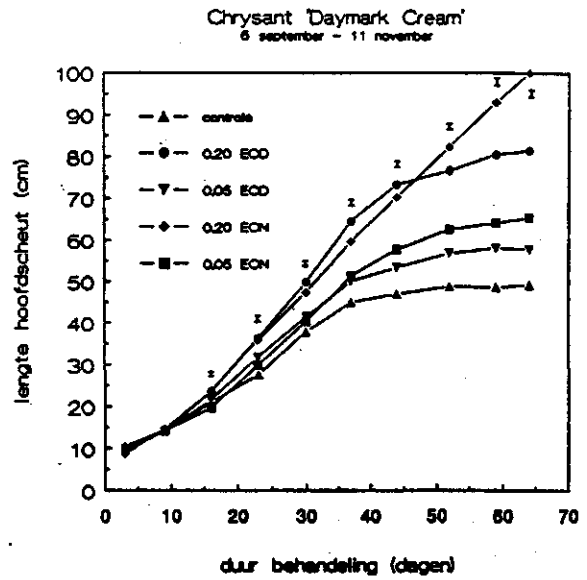
Afbeelding 3 Chrysant 'Daymark Cream'; Plantlengte bij de verschillende belichtingen.  $LSD_{0,95}$  weergegeven met een verticale streep.



Afbeelding 4 Chrysant 'Daymark Cream'; Lengtegroei van de hoofdscheut bij de verschillende belichtingen.  $LSD_{0,95}$  weergegeven met een verticale streep.



**Afbeelding 5** Chrysant 'Daymark Cream'; Plantlengte bij de verschillende belichtingen.  $LSD_{0,95}$  weergegeven met een verticale streep.



**Afbeelding 6** Chrysant 'Daymark Cream'; Lengtegroei bij de verschillende belichtingen.  $LSD_{0,95}$  weergegeven met een verticale streep.

## Conclusie

Licht met een sterkte van  $0,05 \mu\text{mol}$  wordt door chrysant 'Daymark cream' niet altijd als donker ervaren. De gevoeligheid voor licht tijdens de donkerperiode is niet voor de hele 'nacht' gelijk. Het effect van het licht tijdens het onderzoek varieerde tussen een vertraging van de bloei van ongeveer een week tot een volledige remming van de bloemknopaanleg (gedurende de lengte van het onderzoek).

#### 4.5 *Fuchsia*

*Fuchsia* 'Beacon' reageerde alleen op belichting met een sterkte van 0,20  $\mu\text{mol}$  met aanleg van bloemknoppen. Gedurende het onderzoek werden geen bloemknoppen aangelegd bij de met 0,05  $\mu\text{mol}$  belichte en de onbelichte planten (tabel 13 en 14). Zowel in het eerste experiment als in het tweede experiment bleek de vorming van bloemknoppen bij belichting met 0,20  $\mu\text{mol}$  in de tweede helft van de nacht sneller te verlopen dan bij belichting met dezelfde sterkte in de eerste helft van de nacht. De bloemknoppen werden bij belichting in de nanacht lager (en dus eerder) op de stengel aangelegd. Hoewel tijdens het onderzoek geen bloemknoppen werden aangelegd bij de met 0,05  $\mu\text{mol}$  belichte planten, bleek stekmateriaal afkomstig van de met 0,05  $\mu\text{mol}$  belichte planten onder langedagomstandigheden sneller te bloeien dan stekmateriaal afkomstig van met 0,05  $\mu\text{mol}$  in de voornacht en de niet belichte planten. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn voor partitiële bloeiinductie (Bernier, 1988).

Tabel 13 Resultaten eindooft *Fuchsia* 'Beacon' 23 mei 1991 tot 14 augustus 1991

Behandeling	Controle	0,20 $\mu\text{mol}$ EOD	0,05 $\mu\text{mol}$ EOD	0,20 $\mu\text{mol}$ EON	0,05 $\mu\text{mol}$ EON
dagen tot bloei	>82	68	>82	65	>82
plantlengte (cm)	41	45	44	42	45
positie eerste bloem	>18	9,1	>18	8,9	>18

Tabel 14 Resultaten eindooft *Fuchsia* 'Beacon' 2 september 1991 tot 4 december 1991

Behandeling	Controle	0,20 $\mu\text{mol}$ EOD	0,05 $\mu\text{mol}$ EOD	0,20 $\mu\text{mol}$ EON	0,05 $\mu\text{mol}$ EON
dagen tot bloei	>93	93a	>93	71b	>93
plantlengte (cm)	62	68	66	59	63
positie eerste bloem	>18	15,6a	>18	12,8b	>18

#### Conclusie

Licht met een sterkte van 0,05  $\mu\text{mol}$  was onvoldoende om bloei te induceren bij *Fuchsia* 'Beacon'. De aanleg van bloemknoppen kan door belichting met 0,20  $\mu\text{mol}$  worden geïnduceerd. De gevoeligheid voor licht in de nanacht is groter dan voor licht in de voornacht.



## 4.6 Poinsettia

Bloeiinductie werd bij Poinsettia 'Angelika' door alle gegeven belichtingen tegengehouden. Opvallend was dat de tijd vanaf het moment van korte dag tot de uiteindelijke bloei bij het onderzoek van 23 mei tot 14 augustus gelijk was aan de tijd bij het onderzoek van 2 september tot 12 november (tabel 15 en 16). De hoeveelheid daglicht had in dit onderzoek geen invloed op de ontwikkelingssnelheid van de bloemen. Door de overgang van vegetatieve groei naar generatieve groei neemt de groeisnelheid, en daardoor de plantlengte, vooral tijdens de zomerteelt duidelijk af. De groei tijdens het onderzoek van 2 september tot 12 november was door de kleinere hoeveelheid daglicht duidelijk minder dan tijdens het onderzoek in de zomer. Het groeiverschil tussen de onbelichte en de belichte planten was bij het tweede onderzoek ook minder duidelijk. Opvallend is dat de lengte van de planten die zijn belicht met  $0,05 \mu\text{mol}$  aan het eind van de behandeling nauwelijks langer was dan die van de onbelichte planten, terwijl de met  $0,20$

$\mu\text{mol}$  belichte planten wel langer waren dan de controleplanten. Mogelijk was bij de laagste belichtingssterkte sprake van partiële inductie (Bernier, 1988)

Tabel 15 Resultaten eindooft Poinsettia 'Angelika' 23 mei 1991 tot 14 augustus 1991

Behandeling	Controle	$0,20 \mu\text{mol}$ EOD	$0,05 \mu\text{mol}$ EOD	$0,20 \mu\text{mol}$ EON	$0,05 \mu\text{mol}$ EON
dagen tot roodkleuring	33	>83	>83	>83	>83
dagen tot bloei	81	>83	>83	>83	>83
plantlengte (cm)	42a	66b	62b	68b	60b

Tabel 16 Resultaten eindooft Poinsettia 'Angelika' 2 september 1991 tot 12 november 1991.

Behandeling	Controle	$0,20 \mu\text{mol}$ EOD	$0,05 \mu\text{mol}$ EOD	$0,20 \mu\text{mol}$ EON	$0,05 \mu\text{mol}$ EON
dagen tot begin roodkleuring	35	>84	>84	>84	>84
dagen tot bloei	84	>84	>84	>84	>84
plantlengte (cm)	17a	27b	21ac	23bc	18a

## Conclusie

De bloei van Poinsettia 'Angelika' kan door licht met een sterkte van  $0,05 \mu\text{mol}$  tegengehouden worden (voor de duur van het onderzoek).

#### 4.7 *Cymbidium*

De eerste takken van 'Superba' werden in de eerste week van januari geoogst, de laatste takken werden 1 april 1992 geoogst. Het verloop van de takproductie is weergegeven in afbeelding 7. Van de niet belichte planten werden gemiddeld meer takken geoogst. De variatie tussen de planten binnen de behandelingen was echter erg groot. Het aantal takken per plant varieerde binnen een behandeling bij 'Superba' tussen de twee en veertien. Door deze variatie was het behandelingsverschil dat nodig was om een significant behandelingseffect aan te kunnen tonen erg groot (tabel 17  $LSD_{0,95}$ ). De gevonden verschillen tussen de behandelingen waren daarom statistisch niet betrouwbaar. De produktie van 'Pink Joal' viel in de periode tussen 2 maart en 14 mei. Het verloop van de takproductie is weergegeven in afbeelding 8. De produktie van de niet belichte planten was hoger dan de produktie van de belichte planten. Net zoals bij 'Superba' was de variatie tussen de planten binnen een behandeling erg groot. Het aantal takken per plant varieerde binnen een behandeling tussen de twee en acht (over alle behandelingen zelfs tussen twee en elf). Het verschil tussen de takproductie van de niet belichte planten en de met  $0,25 \mu\text{mol}$  belichte planten van 'Pink Joal' was, in tegenstelling tot het verschil tussen de behandelingen met 'Superba' net statistisch betrouwbaar (onbetrouwbaarheid 5%). Het aantal bloemen per plant was bij de verschillende behandelingen niet betrouwbaar verschillend.

Opvallend was de sterke variatie binnen de behandelingen. Voor het aantonen van produktieverschillen bij 'Superba' en 'Pink Joal' van minimaal een tak per plant (produktieverschil respectievelijk 13 en 16%) zijn respectievelijk per behandeling vijftig en dertig planten nodig.

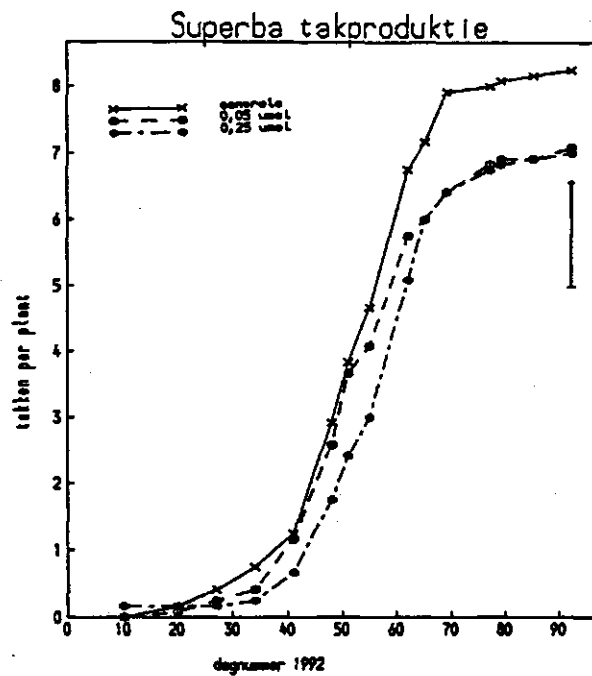
Het lijkt onwaarschijnlijk dat de produktie van hoog- en laagproducerende planten in een volgend produktieseizoen zal zijn omgekeerd. Voor een gemiddelde produktie zou bijvoorbeeld een plant van 'Superba' met dit jaar een produktie van twee takken het volgend jaar twaalf takken moeten produceren en een plant met veertien takken dit jaar helemaal geen. Uitselcteren van slecht producerende planten lijkt een aantrekkelijke, relatief eenvoudige methode voor verhoging van de opbrengst.

#### Conclusie

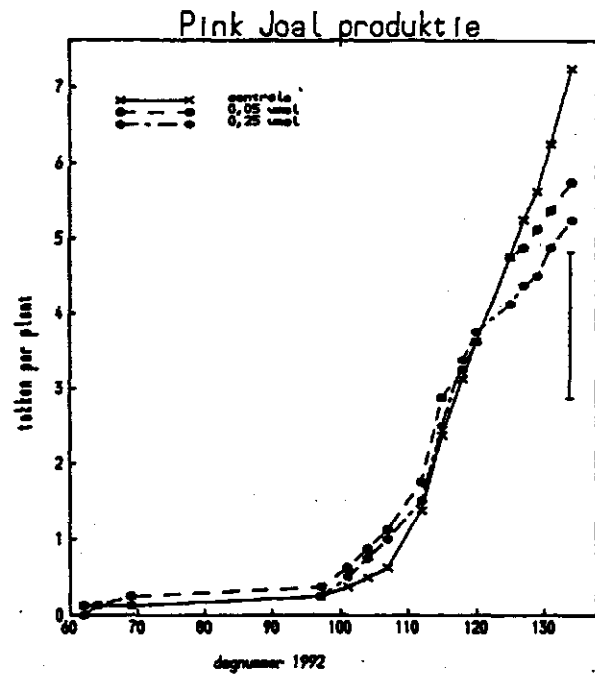
Hoewel de verschillen tussen de behandelingen relatief gezien erg groot waren kon een belichtingseffect, door de zeer grote variatie tussen de planten, erg moeilijk worden bewezen. Het bij 'Pink Joal' gevonden effect was net significant. Dat wijst erop dat SON-T licht met een sterkte van  $0,25 \mu\text{mol}$  de produktie negatief kan beïnvloeden. De verkregen gegevens berusten echter op een in enkelvoud uitgevoerde proef en kunnen daarom slechts worden gezien als een sterke aanwijzing voor een negatief effect van de belichting op de produktie.

Tabel 17 Eindresultaten *Cymbidium* 'Suberba' en 'Pink Joal'.

Behandeling	Controle	0,05 $\mu$ mol	0,25 $\mu$ mol	LSD <sub>0,95</sub>
<b>SUPERBA</b>				
taklengte (cm)	59,7	60,5	61,1	3,08
lengte bloembezetting (cm)	29,1	29,5	31,0	1,90
aantal bloemen per tak	14,6	14,3	14,9	0,96
takgewicht (g)	94,7	94,8	97,7	9,47
aantal bloemen per plant	121	101	104	30,8
aantal takken per plant	8,3	7,1	7,0	2,02
<b>PINK JOAL</b>				
taklengte (cm)	56,1	55,5	58,5	6,26
lengte bloembezetting (cm)	23,1	22,8	25,0	2,65
aantal bloemen per tak	9,3	8,9	9,9	1,09
takgewicht (g)	125	120	137	21,52
aantal takken per plant	7,3a	5,8ab	5,3b	1,90
aantal bloemen per plant	67,6	51,2	52,0	17,08



Afbeelding 7 *Cymbidium* 'Superba'; aantal geproduceerde takken per plant. LSD<sub>0,95</sub> weergegeven met een verticale streep.



Afbeelding 8 *Cymbidium* 'Pink Joal'; aantal geproduceerde takken per plant. LSD<sub>0,95</sub> weergegeven met een verticale streep.

## 5 SAMENVATTENDE DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Uit de onderzoeksresultaten kan worden geconcludeerd dat de plantontwikkeling van verschillende cultuurgewassen door kleine hoeveelheden SON-T licht gedurende de natuurlijke donkerperiode beïnvloed kan worden. Licht met een sterkte van  $0,05 \mu\text{mol}$  wordt door verschillende cultuurgewassen waargenomen. In situaties waarin de hoeveelheid licht waarden bereikt waarbij in het onderzoek effecten op plantontwikkeling zijn gevonden, bestaat dus een risico dat de groei en ontwikkeling beïnvloed wordt. Omdat  $0,05 \mu\text{mol}$  in het onderzoek de laagste belichtingssterkte was, is niet duidelijk wat de grens zou moeten zijn waaronder licht door planten niet meer wordt waargenomen. Het is duidelijk dat de gevoeligheid sterk gewasafhankelijk is. Bovendien is uit de literatuur bekend dat factoren zoals gewasstadium, voorgeschiedenis, kasklimaat, voeding en watergift de gevoeligheid kunnen beïnvloeden.

Wetenschappelijk onderzoek naar effecten van buurmanlicht voor iedere mogelijke praktijksituatie is door het grote aantal verschillende situaties uitgesloten. Het is dus ook niet mogelijk met enige zekerheid of bij benadering iets te zeggen over de mate van uitval of schade bij een gewas die zal ontstaan in geval van indirecte en directe belichting.

De in het onderzoek gebruikte (regelmatige) lichtregimes zullen in de praktijk niet voorkomen. Alleen wanneer licht direct (via gevel) op een gewas valt is er sprake van een regelmatig regime. Daarbovenop komt nog het licht dat indirect, door reflectie tegen bewolking en dus onregelmatig, op het gewas terechtkomt. Of het ontbreken van regelmaat tot meer of minder effect zal leiden is niet bekend.

Bij de chrysantenteelt wordt vaak gebruik gemaakt van cyclische belichting waarbij gedurende een bepaalde periode in de nacht ieder half uur vijf minuten wordt belicht. De belichting heeft vrijwel hetzelfde effect als een nachtonderbreking van enkele uren continu licht zolang de gegeven lichtsom gelijk is. Van Kalanchoë (een kortedagplant) is bekend dat een langedag of lichtonderbreking gedurende een periode van bloei-inducerende kortedagen resulteert in een bloeivertraging van anderhalf tot twee dagen (Cockshull, 1985b). Uit literatuur is verder bekend dat omstandigheden die op zichzelf niet sterk genoeg zijn om bepaalde reacties te induceren wel de gevoeligheid van een gewas kunnen vergroten (Bernier, 1984). Dit zou betekenen dat ook bij onregelmatig voorkomende lichtonderbrekingen effecten kunnen ontstaan.

Omdat uit het onderzoek regelmatig bleek dat in de nanacht de gevoeligheid voor licht groter was dan in de voornacht, kan de kans op schade misschien worden verkleind door aanpassing van het belichtingsregime. Over het effect van de lichtintensiteit overdag is weinig bekend, maar in de literatuur zijn voorbeelden bekend waaruit blijkt dat de gevoeligheid voor licht tijdens de normale donkerperiode afneemt met toenemende hoeveelheid daglicht. Wanneer dit ook voor korte periodes (een dag) zou gelden biedt dit misschien nog een mogelijkheid het belichtingsregime aan te passen door na een dag met weinig instraling minder te belichten. Het is daarbij wel de vraag of het rendement van, in een bepaalde periode, gegeven assimilatiebelichting afhankelijk is van de daglichtsom.

## 6 REFERENTIES

- Arthur, J.M., Gutrie, J.D., J.M. Newell. 1930. Some effects of artificial climates on the growth and chemical composition of plants. *Amer. Jour. Bot.* 17: 416-482.
- Bernier, G., 1985. The factors controlling floral evocation; an overview. In *Light and the flowering process*. Vince-Prue, D., Thomas, B., Cockshull, K.E. Academic press. London p. 278-291.
- Calvert, A., 1959. Effects of the early environment on the development of flowering in tomato. *Light and temperature interactions. J. Hortic. Sci.* 36:154-162
- Consulentschap in Algemene Dienst voor de Bloemisterij, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk, proefstation voor de Bloemisterij te Aalsmeer.
- Cockshull, K.E. and Hughes, A.P. 1969. Growth and dry-weight distribution in *Callistephus chinensis* as influenced by lighting treatment. *Ann. Bot.*, 33, 367-379.
- Cockshull, K.E. 1972. Photoperiodic control of flowering in chrysanthemum, in *Crop Processes un controlled environments*, Rees, A.R., Cockshull, K.E., Hand, D.W., Hurd, R.G. ed., Academic Press, London: 235-250
- Cockshull, K.E. 1975. Premature budding in year-round chrysanthemums, *Ann. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst.*:128-136
- Cockshull, K.E. 1985. *Chrysanthemum morifolium*. -In: *Handbook of flowering*. Halevy, A.H. (ed), Vol II p. 238-257, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Cockshull, K.E. 1985a. *Callistephus chinensis*. -In: *Handbook of flowering*. Halevy, A.H. (ed), Vol II p. 112-114, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Cockshull, K.E. 1985b. The photoperiodic induction of flowering in short-day plants. In *Light and the flowering process*. Vince-Prue, D., Thomas, B., Cockshull, K.E. Academic press. London p. 33-49.
- Gaba V., Black, M. 1979. Two separate photoreceptors control hypocotyl elongation in green seedlings. *Nature* 278: 51-54
- Grueber, K.L. 1985. *Euphorbia pulcherrima*. -In: *Handbook of flowering*. Halevy, A.H. (ed), Vol II p. 488-495, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Highkin, H.R., Hanson, J.B.. 1954. Possible interaction between light-dark cycles and endogenous daily rhythms on the growth of tomato plants. *Plant Physiol* 29: 301-302.
- Hart, J.W. 1991, *Light and plant growth. Topics in plant physiology I*. Unwin Hyman London. 204p
- Hillman, W.S. 1956. Injury of tomatoplants by continuous light and unfavorable photoperiodic cycles. *American journal of Botany* 43: 89-96.
- Hurd, R.G. 1973. Long-day effects on growth and flower initiation of tomato plants in low light. *Ann. Appl. Biol.* 73: 221-228
- Hussey, G. 1963. Growth and development in the young tomato. The effect of temperature and light intensity on growth of the shoot apex and leaf primordia. *J. Exp. Bot.* 14:316-325
- Van Os, P., Verwey, J. 1991. Assimilatiebelichting bij *Cymbidium* afgeraden. *Vakblad voor de bloemisterij* 29: 54-55.
- Kinet, J.M. 1977. Effect of light conditions on the development if the inflorescence in tomato. *Sci. Hortic.*,6:15-26
- Kooistra, E. 1967, Femaleness in breeding glasshouse cucumbers, *Euphytica*, 10:1-17
- Langhans, R.W., Miller, R.O. 1960. Influence of daylength, temperature and number of short days on the flowering of *Poinsettia*. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 87: 515-520.
- Langton, F.A. 1992. Interrupted lighting of chrysanthemums, monitoring of average daily light integral as an aid to timing. *Scientia horticultrae*, 49:147-157

- Lin, L.C. en Watson, D.P., 1950. The influence of daylength and temperature on the growth and flowering of *Callistephus chinensis* Nees. Proc. Am Soc. Hortic. Sci., **55**, 441-446
- Maisano, J.J. jr. 1977. Bud delay on poinsettia, Conn. Greenhouse Newsl., **81**, 22-23.
- Nitsch, J.P., Kurz, E.B., Livermann, J.L., Went, F.W. 1852. The development of sex expression in cucurbit flowers, Am. J. Bot. **39**: 32-43
- Picken, A.J.F., Hurd, R.G. a,d Vince Prue, D. 1985. *Lycopersicon esculentum*. -In: Handbook of flowering. Halevy, A.H. (ed), Vol III p. 330-346, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Rudich, J. 1985. *Cucumis Sativus*. -In: Handbook of flowering. Halevy, A.H. (ed), Vol II p. 365-373, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Sachs, R.M. en Bretz C.F. 1960. The effect of daylength, temperature and gibberellic acid upon flowering in *Fuchsia hybrida*, Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. **80**:581-588
- Vince Prue, D., Thomas, D., Cockshull, K.E. (edt) 1984. Light and the flowering process. Ac. Press. London. GB 301 p. ISBN 0-12-721960-9.
- Vince Prue, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Company (UK) ISBN 0-07-084048-2. 444p
- Wilkins, H.F. 1985. *Fuchsia \* Hybrida*. -In: Handbook of flowering. Halevy, A.H. (ed), Vol. III p. 38-41, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Withrow, R.B. and Benedict, H.M. 1936. Photoperiodic responses of certain greenhouse annuals as influenced by intensity and wavelengths of artificial light used to lengthen the daylight period. Pl. Physiol., **11**, 225-249.

## Bijlage 1: LICHTMETINGEN TER ONDERSTEUNING VAN HET ONDERZOEK NAAR BUURMANLICHT

### 1 Inleiding

Vaak is er sprake van een concentratie van glastuinbouwbedrijven, waar verschillende bedrijven gebruik maken van assimilatiebelichting. Afhankelijk van bewolking en afstand tot de belichtende bedrijven kan de hoeveelheid licht die uiteindelijk op een bepaalde plaats terecht komt sterk variëren. Bij mistig weer (of zeer laag hangende bewolking) wordt vooral de directe omgeving van een belichtend bedrijf verlicht. Bij toenemende bewolkingshoogte wordt het licht over een groter gebied verspreid. Kwantitatieve informatie over het voorkomen en sterkte van dit licht is niet beschikbaar. De in het onderzoek gebruikte lichtsterktes van 0,05 en 0,20  $\mu\text{mol PAR}$  (*Cymbidium* 0,05 en 0,25  $\mu\text{mol}$ ) zijn gekozen op grond van de 4 lux (4 lux SON-T komt ongeveer overeen met 0,05  $\mu\text{mol PAR SON-T}$ ) norm die door het Landbouwschap is opgesteld. Bij die verordening is als uitgangspunt genomen dat chrysanten dagverlenging met licht met een sterkte van 4 lux niet 'waarnemen'. Komt de lichtsterkte op de erfscheiding als gevolg van door de gevel uitstralend licht boven 4 lux, dan moet een gevelscherm worden aangebracht.

Door het model van Van Rijssel zoals dat is gebruikt in het eindrapport over lichtuitstoot bij assimilatiebelichting ten behoeve van de adviseur Beroepen Milieubeheer (Van Rijssel, 1991) worden waarden voorspeld die, als gevolg van reflectie tegen bewolking van door het kasdek uitstralend licht, boven 4 lux kunnen uitkomen. Volgens het model is de lichtsterkte in de omgeving van belichtende bedrijven sterk afhankelijk van bewolkingsdichtheid en aantal belichtende bedrijven in de omgeving. Hoe hoger de bewolking hoe verder het uitgestraalde licht over de omgeving verspreid wordt. Omdat dit model niet in de praktijk is getoetst en omdat niet bekend was of de in het onderzoek gebruikte lichtsterktes vergelijkbaar waren met in de praktijk voorkomende waarden, zijn in het najaar van 1991 en het voorjaar van 1992 enkele oriënterende metingen verricht.

### 2 Problemen bij het meten van licht

**Gebruikte eenheden.** Voor het meten van licht worden verschillende eenheden gebruikt. Dit veroorzaakt veel onduidelijkheid, vooral wanneer licht met een verschillend stralingsspectrum bekeken wordt. Tegenwoordig zijn de drie meest gebruikte eenheden lumen, joules en fotonen. De stralingssterkte wordt verkregen door het aantal eenheden dat per seconde een bepaalde oppervlakte raakt. ( $\text{lumen s}^{-1}\text{m}^{-2}$  (=lux),  $\text{Joules s}^{-1}\text{m}^{-2}$  (=  $\text{Watt m}^{-2}$ ) en  $\text{fotonen s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ).

Straling uit het golflengtegebied tussen 400 en 700 nm wordt door planten gebruikt bij de fotosynthese. Het golflengtegebied waarin planten licht als informatiebron gebruiken ligt tussen 380 en 800 nm. De gevoeligheid van planten voor straling is niet te vergelijken met de ooggevoeligheid. De eenheid lux, die daarop is gebaseerd, is daarom ongeschikt als absolute maat voor groei- of stuurlicht bij planten. Zeker wanneer straling met verschillende stralingsspectra moet worden vergeleken. De eenheid lux kan, in de praktijk, in principe wel gebruikt worden als relatieve maat zolang sprake is van hetzelfde stralingsspectrum. Zodra echter lichtbronnen met verschillend stralingsspectrum moeten worden vergeleken is de eenheid lux onbruikbaar. Hetzelfde geldt wanneer met behulp van kleurfilters in het scherm de spectrale samenstelling van het uitredende licht veranderd wordt.

De fotosynthese wordt bepaald door het aantal geabsorbeerde fotonen uit het golflengtegebied tussen 400 en 700 nm. De fotosynthetisch actieve straling (PAR) wordt daarom tegenwoordig uitgedrukt als het aantal (meestal in  $\mu\text{mol}$ ) fotonen uit het golflengtegebied tussen 400 en 700 nm. De energieinhoud van fotonen neemt af met toenemende golflengte. Per foton wordt een bepaalde hoeveelheid energie gebruikt voor de fotosynthese. Dat betekent dat de energieëfficiëntie van fotonen in de fotosynthese verbetert naarmate de golflengte toeneemt (tussen 400 en 700 nm). Het effect van iedere geabsorbeerde foton uit het golflengtegebied tussen 400 en 700 nm is voor een gewas echter vrijwel hetzelfde (McCree, 1972). De (energie) eenheid Watt houdt hiermee geen rekening en is daarom minder geschikt als eenheid voor fotosynthetisch actieve straling. Door PAR uit te drukken in Watt wordt de straling met korte golflengte overgewaardeerd.

Door planten wordt informatie over de (licht)omgeving verzameld met behulp van verschillende pigmenten (fotoreceptoren) met ieder een specifiek absorptie- en actiespectrum in het golflengtegebied tussen 300 en 800 nm. Hierdoor is het onmogelijk een plantgevoeligheidscurve te geven voor stuurlicht. De hoeveelheid fotosynthetisch actieve straling (PAR in aantal fotonen) is in dit geval ook een ongeschikte absolute maat om de hoeveelheid stuur- of informatielicht te waarderen. De tot nu toe beste manier om stuurlicht te karakteriseren is het geven van de spectrale fotonenverdeling.

Voor het in elkaar omrekenen van de verschillende eenheden bestaan verschillende omrekeningsfactoren, die echter niet eenduidig zijn. Zo varieert de, in literatuur gehanteerde, omrekeningsfactor voor SON-T licht van  $\mu\text{mol}$  fotonen naar lux tussen de 71 en 91!. Bij omrekening van meetwaarden naar andere eenheden kunnen dus forse fouten ontstaan.

Het verkeerde gebruik van eenheden om de hoeveelheid en samenstelling van straling aan te geven leidt in veel gevallen tot verkeerde conclusies en tegenstrijdige resultaten van lichtonderzoek met planten, vooral wanneer verschillende lichtbronnen met elkaar worden vergeleken.

**Meetmethode en sensortype.** Naast het gebruik van de juiste eenheid om straling te karakteriseren levert het meten van de straling de nodige problemen op. Bij het meten van door een gevel vallend licht heeft de hoekgevoeligheid van de meetsensor invloed op het meetresultaat. De meeste sensoren geven vergelijkbare waarden wanneer diffuse straling wordt gemeten. Er bestaat echter een grote variatie tussen verschillende fotodetectoren wat betreft de hoekafhankelijke stralinggevoeligheid (zie bijvoorbeeld Anonymous, 1985). Zelfs *cosinus gecorrigeerde sensoren* kunnen onderling 25% verschillen (Bottemanne pers. meded). Gebruik van verschillende sensoren onder omstandigheden waarbij de te meten straling niet homogeen verdeeld is of onder een hoek op de sensor valt, geeft daardoor verschillende resultaten. Bij metingen aan assimilatiebelichting is bijna altijd sprake van een inhomogene of niet diffuse lichtverdeling. Gebruik van verschillende sensoren leidt in dit soort gevallen tot niet vergelijkbare resultaten. Voor goed vergelijkbare resultaten moeten sensortype en meetcondities heel nauwkeurig omschreven worden.

Vaak worden meetresultaten omgerekend naar bepaalde eenheden (Watt,  $\mu\text{mol}$  fotonen, lux) zonder de meetcondities en sensortype te vermelden. Het gebruik van dezelfde eenheid maakt de met verschillende sensoren verkregen resultaten niet beter vergelijkbaar, maar geeft wel aanleiding tot vergelijking en daardoor tot onduidelijkheid. De verordening van het Landbouwschap met betrekking tot belichting is in 1988 ontstaan na problemen met 'buurmanlicht'. De vastgestelde maximale norm voor lichtemissie door de gevel is gesteld op 4 lux gemeten met een vlakke lichtmeter in een horizontaal



vlak op de erfscheiding. Meten in een verticaal vlak, in de richting waar het licht vandaan komt, is moeilijk door de invloed van de kasconstructie op de meetresultaten. Het verschil tussen meten van straling in een horizontaal vlak en een verticaal vlak, terwijl het licht door de gevel valt, kan in sommige gevallen (afhankelijk van afstand tot de kas, kashoogte, ophanhoogte van lampen en meethoogte) meer dan een factor tien bedragen. Dat betekent dat wanneer 3 lux wordt gemeten in een horizontaal vlak geen gevelschem geplaatst hoeft te worden, maar het lichtniveau in een verticaal vlak gemeten 30 lux kan bedragen.

Terwijl een gevelschem het direct binnenvallend assimilatielicht tegenhoudt, komt door het kasdek uittredend licht, door reflectie tegen het wolkendek, ook in de omgeving van een belichtend bedrijf terecht. Het meten van dit (indirecte) licht levert wat minder problemen op omdat de verdeling over het algemeen veel meer diffuus is en daardoor de invloed van het type sensor op de gevonden meetwaarden minder groot. Overigens heeft het plaatsen van een gevelschem in veel gevallen voor een duidelijke verbetering van de situatie gezorgd. In veel situaties kon, voor het aanbrengen van een scherm, een duidelijke correlatie worden waargenomen tussen de lichtgradiënt van het buurmanlicht en de gewasreactie. Door het plaatsen van een gevelschem verdween de lichtgradiënt en daarmee de zichtbare reactie van het gewas daarop. Na het ingaan van de verordening is het aantal meldingen van schade dan ook afgenomen. In sommige gevallen neemt een gevelschem voor de buurkas zoveel dag/groeilicht weg dat dáárdoor een negatief effect ontstaat. Volgens een teler waarbij dit het geval was, was het middel (in dit geval) erger dan de kwaal.

**Direct en indirect binnenvallend assimilatielicht.** Het verschil tussen direct en indirect binnenvallend assimilatielicht is dat in het eerste geval sprake is van een vrijwel niet veranderende lichtsterkteverdeling. In het tweede geval van een sterk wisselende (bewolkingsafhankelijk) lichtsterkteverdeling. Bij direct binnenvallend assimilatielicht is bij daarvoor gevoelige gewassen een direct verband waarneembaar tussen lichtgradiënt en de reactie van het gewas. Hoe hoger en dichter het gewas, hoe minder ver het licht in de kas zal doordringen. De afstand waarover licht uit een belichtend bedrijf wordt verspreid is afhankelijk van de bewolking. Bij mistig weer of zeer laaghangende bewolking, wordt vooral de directe omgeving van een belichtend bedrijf verlicht. Bij toenemende bewolkingshoogte wordt het licht van een individueel bedrijf over een groter gebied verspreid. Tegelijkertijd neemt het lichteendeel van andere verderafgelegen belichtende bedrijven op de hoeveelheid licht toe.

### 3 Lichtmetingen in de praktijk

Bij de metingen is gebruik gemaakt van drie verschillende stralingsmeters.

- 1 Draagbare Bottemanne fotosynthetische stralingssensor RA 200Q, oplossend vermogen 0,01  $\mu\text{mol PAR}$ .
- 2 Draagbare PRC luxmeter nr 106, oplossend vermogen 0,1 lux, beschikbaar gesteld door het Landbouwschap
- 3 Licor quantumsensor, gekoppeld aan een Keithley 485 picoammeter in combinatie met een analoge datalogger (Kipp), oplossend vermogen ongeveer 0,00002  $\mu\text{mol}$ . (Vaste opstelling)

Alle gebruikte sensoren waren vlakke lichtsensoren, dat betekent cosinus gecorrigeerd voor een hoek van minimaal 80° (ten opzicht van loodlijn)

Uit enkele oriënterende metingen waarbij gebruik gemaakt is van kunstlicht bleek de gevoeligheid van de sensoren vergelijkbaar. (vergelijking Bottemanne met PRC en Bottemanne met Licor)

Voor de eerste metingen is gemeten met de eerste twee meters. Daarbij is gelet op de volgende factoren:

- geen andere lichtbronnen of obstakels in de nabije omgeving
- geen directe belichting van de sensor
- meten in horizontaal vlak (waterpas)
- bij metingen in de buurt van belichtende bedrijven geen direct licht (via gevel)

**Praktijkmetingen met draagbare meters.** Met de Bottemanne en PRC-meter zijn verschillende metingen in de omgeving van Aalsmeer en Kudelstaart uitgevoerd. Bij alle metingen was er sprake van meerdere belichtende bedrijven binnen een straal van 400 meter van het meetpunt. Tijdens de metingen bleek dat binnen enkele minuten, ondanks een ogenschijnlijk homogene bewolking, toch sterke wisselingen in lichtsterkte kunnen voorkomen. Voor het bepalen van een lichtverdeling moet dus op meerdere plaatsen tegelijkertijd worden gemeten gedurende langere tijd. Bij de eerste metingen zijn waarden gemeten van  $0,10 \mu\text{mol}$  (ongeveer 7-9 lux) op een afstand van 250 meter van het dichtstbijzijnde belichtende bedrijf. Op het moment dat deze waarden zijn gemeten was het zwaar bewolkt met een vrijwel volledig egaal gesloten wolkendek. Opvallend was dat in deze situatie de afstand tot een belichtend bedrijf geen grote invloed had op de gemeten lichtsterkte. In een aan een belichtend bedrijf grenzend, niet belichtend bedrijf zijn waarden gemeten van 5 lux tot op een afstand van 200 meter van het belichtende bedrijf. Op dezelfde plaats was de hoeveelheid licht tijdens onbewolkt weer met de gebruikte meters niet meetbaar. Onder deze omstandigheden was de lichtsterkte op een afstand van meer dan 10 meter van een belichtend bedrijf te laag om te meten.

**Praktijkmetingen met vaste opstelling.** In het voorjaar van 1992 kwam apparatuur beschikbaar waarmee het mogelijk was de lichtsterkte continu te registreren. Met deze meetapparatuur zijn gedurende enkele dagen (12-18 maart) bij een bedrijf enkele metingen verricht. Dit bedrijf lag midden in een gebied met verschillende belichtende bedrijven en was daarom goed geschikt voor dit soort metingen.

De sensor (Licor) is horizontaal (meethoogte 1,50 meter) opgesteld op 10 meter van de gevel grenzend aan een bedrijf met assimilatiebelichting. Er was een gevelscherm aangebracht. Ondanks een gesloten gevelscherm kwam tijdens onbewolkt weer licht in de kas terecht. In de eerste plaats omdat het gevelscherm niet helemaal lichtdicht was, in de tweede plaats omdat door het dek van de kas met belichting uitstralend licht reflecteerde tegen de binnenkant van het hoger gelegen dek van de kas zonder belichting. De onder deze omstandigheden gemeten lichtsterkte was  $0,005 \mu\text{mol}$ .

Gedurende een week is de lichtsterkte op een plaats continu gemeten. De hoogste waarden ( $0,07 \mu\text{mol}$ ) zijn gemeten bij een gesloten laaghangende bewolking. Bij hogere wisselende (niet gesloten) bewolking werden pieken gevonden die in de buurt kwamen van  $0,03 \mu\text{mol}$ .

**Conclusies.** Hoewel het directe buurmanlicht door een gevelscherm wordt weggenomen kan de lichtsterkte gedurende de nacht, door reflectie van door het dek vallend licht tegen een wolkendek, in de kas van een niet belichtende teler boven de  $0,05 \mu\text{mol}$  komen. Dat is meer dan de laagste belichtingssterkte in het onderzoek naar effecten van kleine hoeveelheden SON-T licht.

De in de praktijk gemeten lichtsterktes liggen dus in de buurt van de lichtsterktes die in het onderzoek zijn gebruikt. De meetresultaten geven ook steun aan het model van Van Rijssel. De gevonden lichtsterktes liggen redelijk in de buurt van de door het model voorspelde waarden. Voor een goede verificatie van het model zijn meer en andere metingen nodig dan de metingen die nu zijn uitgevoerd. Met de huidige meetresultaten kan bijvoorbeeld niets gezegd worden over de afstand tot het belichtende bedrijf, de weersgesteldheid en de relatie daarvan met de hoeveelheid licht die op een bepaalde plaats terechtkomt. Daarvoor moet op meerdere plaatsen tegelijk worden gemeten, of in een schaalmodel worden uitgetest (Mw Van Berghem, TNO Soesterberg). Door wisselende bewolking wisselt ook de hoeveelheid buurmanlicht die via reflectie een kas binnenkomt sterk. Of hierdoor het effect op gewasontwikkeling wordt beïnvloed is moeilijk te zeggen. Veel gewassen reageren op nachtonderbreking even sterk als op continue belichting maar er is meestal wel een minimale (gewasafhankelijke) dosis licht nodig.

#### Referenties

- Anonymous, 1985. Silicon photodetectors and infrared emitters. Siemens data book 1985/1986.
- Van Rijssel, E. 1991. Wolken kaatsen veel licht terug, Vakblad voor de bloemisterij 33: 38-39
- McCree, K.J. 1972. Agricultural Meteorology 9:191-216.