



# Verkennde studie naar mogelijkheden vruchtdunnen met kunstlicht

F.M. Maas & P.A.H. van der Steeg

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Projectnummer: 210282/210236

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Fruit

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk  
: Postbus 200, 6670 AE Zetten  
Tel. : 0488 - 47 37 00  
Fax : 0488 - 47 3717  
E-mail : frank.maas@wur.nl  
Internet : www.ppo.dlo.nl



# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING .....	5
1 INLEIDING .....	6
2 PROEFOPZET .....	8
3 RESULTATEN .....	9
4 DISCUSSIE .....	12
5 CONCLUSIES .....	13
6 LITERATUUR.....	14

## Samenvatting

Bij veel appelrassen en met name bij kleinvruchtige rassen als Elstar is dunnen noodzakelijk om tijdig de vruchtdracht tot het gewenste niveau terug te brengen. Bij onvoldoende dunning blijft een te groot aandeel van de vruchten te klein en is de kans groot dat de boom het volgende seizoen een beurtjaar zal vertonen. Te veel vruchten in een jaar remt de ontwikkeling van bloemknoppen en daarmee de productie in het volgende teeltseizoen. Voor een regelmatige productie van jaar tot jaar is ook om deze reden dunning noodzakelijk. Chemisch dunnen is de meest gebruikte manier van dunnen in de praktijk. Het werkt over het algemeen beter dan handdunnen omdat het eerder kan worden uitgevoerd en daardoor een groter effect heeft. Bovendien is handdunnen zeer arbeidsintensief en dus duur. De ontwikkeling van niet chemische dunmethoden is echter dringend gewenst vanwege de steeds verder gaande inperking van toegelaten middelen alsmede voor de biologische teelt waarin geen chemische middelen mogen worden gebruikt.

Licht speelt als energiebron voor de aanmaak van suikers een belangrijke rol bij vruchtzetting en vruchtgroei. Tijdelijk beschaduwing van bomen kan een sterke vruchtrui veroorzaken. In dit onderzoek werd onderzocht of een eind van de dag belichting met verrood licht in de boomgaard gebruikt kan worden om bij Elstar een verminderde vruchtzetting of versterkte vruchtrui te bewerkstelligen. Voor diverse andere gewassen is waargenomen dat deze behandeling de verdeling van suikers binnen de plant sterk kan beïnvloeden en kan leiden tot een snelle veroudering van bladeren en de abortie van jonge bloemknoppen.

In 2002 werd vanaf het begin van de bloei tot 8 weken na volle bloei een aantal bomen aan het begin van de donkerperiode gedurende een half uur aan verrood licht blootgesteld. Gedurende het seizoen werd de zetting voor en na de junirui bepaald, het aantal ruivruchten geteld. Bij de oogst werd het aantal vruchten per boom en de kilogramproductie per boom bepaald. Tijdens de winter 2002-2003 werd de scheutgroei van de bomen bepaald door het aantal en de lengte van scheuten langer dan 10 cm te bepalen.

De gebruikte verrood belichting had geen betrouwbare effecten op de vruchtrui, het aantal vruchten en de productie per boom. Ook werden er geen verschillen waargenomen in de scheutgroei van de boom. Uit de bloemtrostelingen voorjaar 2003 bleek dat noch handdunnen noch de behandelingen met verrood licht de bloemknopaanleg in 2002 hebben beïnvloed. Gemiddeld hadden alle bomen in 2003 177 bloemtrossen, 23% minder dan in 2002, maar bij een goede zetting ruim voldoende voor een goede productie in 2003.

# 1 Inleiding

Bij veel appelrassen en met name bij kleinvruchtige rassen als Elstar is dunnen noodzakelijk om tijdig de vruchtdracht tot het gewenste niveau terug te brengen. Bij onvoldoende dunning blijft een te groot aandeel van de vruchten te klein (<70 mm) en wordt het gewenste streefgewicht van 160 g (6 appels/kg) niet bereikt. Daarnaast is Elstar ook een beurtjaargevoelig ras. Te veel vruchten in een jaar remt de ontwikkeling van bloemknoppen en daarmee de productie in het volgende teeltseizoen. Voor een regelmatige productie van jaar tot jaar is ook om deze reden dunning noodzakelijk. Chemisch dunnen is in dit opzicht beter dan handdunnen omdat het eerder kan worden uitgevoerd en daardoor een groter effect heeft. Bovendien is handdunnen zeer arbeidsintensief en dus duur. De ontwikkeling van niet chemische dunmethoden is echter dringend gewenst vanwege de steeds verder gaande inperking van toegelaten middelen alsmede voor de biologische teelt waarin geen chemische middelen mogen worden gebruikt.

Een groot aantal van de chemische dunmiddelen vermindert de vruchtdracht van de boom doordat bevruchting van de bloemen wordt voorkomen en/of de abortie van jonge vruchtjes wordt gestimuleerd. Concurrentie om assimilaten speelt hierbij een belangrijke rol. De kans dat een jong vruchtje uitgroeit wordt in belangrijke mate bepaald door de hoeveelheid suikers en overige voedingsstoffen die het vruchtje kan aantrekken uit de boom. Hoe minder vruchtjes per bloemtros en hoe groter het aantal bladeren in de buurt van de bloemtros des te groter de beschikbaarheid van assimilaten per vrucht is en dus des groter de kans is dat de vrucht volledig uitgroeit. In geval van een beperkt aanbod van assimilaten zullen alleen de 'sterkste' vruchten aan de boom blijven hangen en zullen de overigen door natuurlijke rui van de boom vallen. Vruchten met zaden zijn hierbij sterker dan vruchten zonder zaden omdat zaden hormonen produceren die een belangrijke rol spelen bij het aantrekken van assimilaten. Vruchten die een voorsprong in ontwikkeling hebben binnen een cluster, bijvoorbeeld die ontstaan uit de als eerste bestoven en bevruchte hoofdbloem van een bloemtros, winnen het over het algemeen ook van later bevruchte en van niet bevruchte bloemen binnen eenzelfde bloemtros.

Uit proeven waar de fotosynthese van de bomen tijdelijk werd beperkt door het aanbrengen van schaduwnetten (Polomski et al. 1988, Byers et al. 1990ab, Bepete & Lakso, 1998), het tijdelijk in het donker plaatsen van bomen (Byers 2002) of het gebruik van chemische fotosyntheseremmers (Polomski et al. 1988, Byers et al. 1990b) is gebleken dat al deze maatregelen de vruchtrui stimuleren. Licht is voor planten de energiebron voor de aanmaak van assimilaten. Vanwege de grote afhankelijkheid van licht beschikken planten over speciale pigmenten waarmee zij de hoeveelheid en kwaliteit (kleur of spectrale samenstelling) van het licht registreren. Op basis van deze lichtinformatie past de plant zijn ontwikkeling aan opdat er maximaal gebruik gemaakt kan worden van het licht en hiermee de overlevingskansen van de plant worden geoptimaliseerd. Het vertakkingspatroon van planten, de rangschikking van de bladeren in een boomkruin en de mate van stengelstrekking van planten die elkaar om licht beconcurreren of dreigen te gaan beconcurreren vormen hiervan goede voorbeelden (Smith, 1982).

Het belangrijkste pigment dat die ontwikkeling van de plant stuurt is het fytochroom, een sensor waarmee een plant zeer nauwkeurig de verhouding tussen de hoeveelheden rood en verrood licht kan waarnemen. Omdat planten met hun bladgroen voornamelijk het rode licht absorberen en het verrode licht reflecteren of doorlaten, ontstaat er in, en in de buurt van een gewas, een afname de rood/verrood verhouding van het licht. Een daling van de rood/verrood verhouding van het licht is voor een plant dus een signaal dat de hoeveelheid licht voor fotosynthese gaat afnemen. Met uitzondering van plantensoorten die gewend zijn in de schaduw van andere planten te groeien, reageren de meeste planten hierop met stengelstrekking om te proberen naar het licht toe te groeien. Hiertoe vindt er in de plant dus een verandering van de verdeling van assimilaten plaats. De plant besteedt tijdelijk meer energie aan de groei van de stengel of scheuten en minder aan die van jonge scheuten, bloemknoppen, vruchten en wortels.

Tallose experimenten met vele plantensoorten hebben aangetoond dat planten hun ontwikkelingspatroon aanpassen aan deze rood/verrood verhouding. Met name in de glastuinbouw wordt deze kennis toegepast om door middel van bijbelichting met kunstlicht of door selectief wegfilteren van rood of verrood licht de ontwikkeling van het gewas te sturen. De ontwikkeling van zijscheuten in tomaat kan worden geremd door aan het einde van iedere lichtperiode kunstlicht met veel verrood licht te geven (Tucker, 1975). In rozen leidde een dergelijke belichting tot abortie van bloemknoppen en jonge vruchtjes (Maas & Bakx, 1995).

Ook voor appel zijn er aanwijzingen dat de rood/verrood verhouding van het licht een rol speelt bij vruchtzetting. Een kwartier rood licht midden in de nacht vanaf volle bloei tot na de junirui verminderde de vruchtval (Greene et al., 1986). Als in appelbomen onder invloed van een verandering in de rood/verrood verhouding van het licht de assimilatenverdeling richting vruchten verandert zou een dagelijkse nabelichting met verrood licht mogelijk het omgekeerde effect van een nachtelijke rood licht behandeling kunnen hebben en dus vruchtdunnend kunnen werken. Tengevolge van een verminderde toevoer van assimilaten naar het vruchtcluster zouden dan alleen de sterkste overblijven. Bovendien is te verwachten dat het dunneffect relatief zal zijn en dat naarmate er meer assimilaten in de boom beschikbaar zijn er minder vruchtabortie optreedt en dat ook de mate van dunning minder zal zijn in bomen met een lagere vruchtdracht. Het in dit rapport beschreven onderzoek betreft een eerste verkennende proef naar de mogelijkheden vruchtzetting bij Elstar te beïnvloeden via een dagelijkse belichtingsperiode met verrood licht aan het eind van de dag gedurende 8 weken vanaf het moment van bloei. Naast vruchtzetting werden ook waarnemingen verricht om te bepalen of de behandelingen met kunstlicht van invloed zijn op de uitloop en ontwikkeling van scheuten. De lichtbehandeling werd in deze proef vergeleken met onbehandeld en handdunnen 8 weken na volle bloei.

## 2 Proefopzet

De proef werd uitgevoerd in Randwijk in een perceel Elstar op M.9 met tussenstam 'Summerred'. De bomen zijn als tweejarige geveerde bomen in 1999 geplant in enkele rijen in Noord-Zuid richting, een plantafstand van 3 x 1,25 m en met 'Delcorf' als bestuiverras. Tabel 1 geeft een overzicht van de 5 behandelingen in 8 herhalingen die in deze proef werden vergeleken. Naast onbehandeld en handgedund (8 weken na volle bloei) waren dit drie behandelingen belichten waarin bomen vanaf aanvang bloei tot 8 weken na volle bloei dagelijks bij aanvang van de avondschemering 30 minuten werden blootgesteld aan verrood licht. Belichting vond in deze proef plaats door in ieder veldje van 8 bomen boven 1 boom een lamp op te hangen (figuur 1). Door middel van een 'lampenkap' werd de lichtbundel zoveel mogelijk op deze boom geconcentreerd. Om lichthinder in de boomgaard te vermijden werd het voor het menselijk oog zichtbare licht vrijwel volledig weggefilterd door het aanbrengen van een laag oranje en blauwe theaterfolie. Deze filtercombinatie houdt al het licht met golflengte kleiner dan 700 nm tegen en laat alleen het verrood licht met golflengtes tussen 700 en 800 nm en infrarode straling door. Hierdoor was tijdens de belichting slechts een zwak donkerrood licht in de boomgaard zichtbaar (figuur 2).

De drie lichtbehandelingen in de proef waren drie opeenvolgende bomen in het veldje in dezelfde rij: de boom direct onder de lamp, één van de bomen daar direct naast alsmede de boom die daar weer naast stond. Deze opzet was gekozen om vast te stellen in hoeverre het effect van de belichting afhankelijk was van de hoeveelheid verrood licht die de boom kreeg. Op diverse momenten tijdens de behandelperiode is 's nachts met behulp van een lichtmeter (Skye instruments SKR100 voorzien van een SKR110 660/730 nm sensor) de hoeveelheid verrood licht (730 nm) bij deze waarnemingsbomen gemeten. Deze gegevens staan weergegeven in tabel 2. Tijdens de totale behandelperiode van 8 weken werd het aanvangstijdstip van de belichting aangepast aan het tijdstip van zonsondergang.

Aan de waarnemingsbomen werden de aantallen bloemtrossen bij aanvang van de proef en het aantal vruchten bij de oogst geteld. De vruchten werden ook gewogen, waaruit het gemiddeld vruchtgewicht werd berekend. Ook het aantal ruivruktjes werd geteld. Het zettingspercentage, uitgedrukt als aantal vruchten per 100 bloemtrossen, werd berekend voor zowel voor als na het moment van natuurlijke rui.

Tabel 1. Behandelingen lichtdunproef Elstar

1. Onbehandeld
2. Handdunnen 8 weken na volle bloei
3. Verrood belichting 1, boom 1, boom onder lamp
4. Verrood belichting 2, boom 2, direct naast boom onder lamp
5. Verrood belichting 3, boom 3, 2 plaatsen naast boom onder lamp

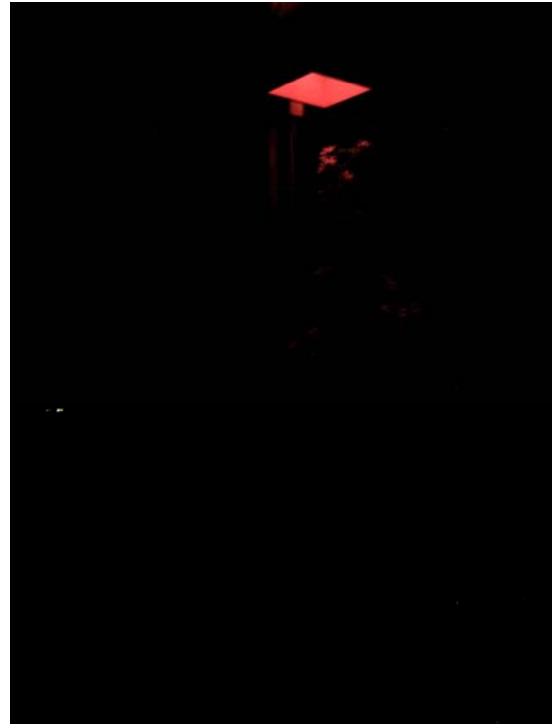
Tabel 2. Hoeveelheden verrood licht ( $\mu\text{mol fotonen/m}^2/\text{s}$ ) in boomgaard op verschillende afstanden van lichtbron<sup>1)</sup>

Afstand boven grond (m)	Behandeling 3 (boom 1)	Behandeling 4 (boom 2)	Behandeling 5 (boom 3)
2	0,936	-	-
1	0,166	0,12	0,13
0	0,060	0,03	0,04

<sup>1)</sup>lichtbron geplaatst op ca. 0,5 m boven top van boom 1, boom 2 is directe buurboom, boom 3 is de buurboom van boom 2 in dezelfde rij. Waarden zijn het gemiddelde van metingen direct na zonsondergang op 5 en 25 april 2002 met 8 herhalingen per behandeling.



Figuur 1. Opstelling verrood lamp boven Elstar boom



Figuur 2. Verrood belichting aan begin van de nacht.



Figuur 3. Verrood belichting in boomgaard zichtbaar gemaakt door via lange belichtingstijd camera. Voor menselijk oog was het verrode licht slechts zichtbaar als in figuur 2.

Tabel 4 geeft een overzicht van de belangrijkste waarnemingen aan bloei, zetting en productie van Elstar bij



de verschillende behandelingen die in deze dunproef met kunstlicht zijn uitgevoerd. Bij aanvang van de proef was het aantal bloemtrossen per boom gemiddeld 229 en waren er geen betrouwbare verschillen tussen de waarnemingsbomen. Ook de zetting voor de rui verschilde niet tussen de behandelingen en bedroeg gemiddeld 132 vruchten per 100 bloemtrossen. Vanaf bloei tot 25 juli bedroeg het aantal ruivruchten per boom gemiddeld 97. Er werden geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen waargenomen. Na de rui was met uitzondering van handdunnen de zetting bij de overige behandelingen gelijk en bedroeg deze gemiddeld 79 vruchten per 100 bloemtrossen, ruim tweemaal zoveel als bij de handgedunde bomen.

Tabel 3. Bloei, zetting en productie Elstar

Beh.	# bloem- trossen/ boom 2002	#Vruchten/ boom	Productie (kg/boom)	Vrucht- gewicht (g)	Zetting voor rui (#vruchten/ 100 bloem- trossen)	Zetting na rui (#vruchten/ 100 bloem- trossen)	# rui- vruchten/ boom	# bloem- trossen/ boom 2003
1	221	205 bc	23,7 bc	122 a	129	95 b	78	170
2	230	77 a	12,5 a	169 b	-	35 a	-	176
3	221	183 b	21,9 b	121 a	129	87 b	94	185
4	240	201 bc	24,2 c	123 a	132	84 b	117	152
5	234	222 c	24,9 c	115 a	138	96 b	98	204
F-test	ns	<0,001	<0,001	<0,001	ns	<0,001	ns	ns
LSD <sub>0,05</sub>	nb	23	1,9	13	nb	12	nb	nb

ns = niet significant; nb = niet berekend

Ten opzichte van onbehandeld heeft de behandeling met verrood licht niet geleid tot betrouwbare veranderingen in maatverdeling bij Elstar (Tabel 5). Beide behandelingen gaven een maatacijfer van ongeveer 430. Slechts iets meer dan 40% van de appels viel in de commerciële interessante maatklasse van 70 mm of meer.

Tabel 4. Maatsortering onbehandelde en met verrood belichte bomen

Maatklasse/maatacijfer <sup>1</sup>	Onbehandeld (behandeling 1)	Verrood (behandeling 3)	F-test <sup>2</sup>
% < 55 mm	2,3	0,6	-
% 55-60 mm	6,5	3,8	-
% 60-65 mm	18,2	18,6	-
% 65-70 mm	29,0	35,3	-
% 70-75 mm	25,9	29,9	-
% 75-80 mm	12,9	10,0	-
% 80-85 mm	4,8	1,6	-
% > 85 mm	0,5	0,12	-
Maatacijfer	430	427	n.s.
% > 70 mm	44,1	41,6	n.s.

<sup>1</sup>maatacijfer=(1x %<55) + (2x %55-60) + (3x %60-65) + (4x %65-70)+ (5x %70-75) + (6x %75-80) + (7x %80-85) + (8x %>85)

<sup>2</sup>n.s. = niet significant verschillend

De groei van de bomen veranderde niet door de belichting met verrood licht. Het aantal scheuten met een lengte van meer dan 10 cm was gelijk voor onbehandelde, handgedunde en verrood belichte bomen en bedroeg gemiddeld 30 per boom met een gemiddelde lengte van 21 cm en een totale lengte per boom van 6,5 meter (Tabel 6).

Tabel 5. Scheutgroei onbehandelde, handgedunde en verrood belichte bomen

Behandeling	Aantal scheuten >10 cm	Gemiddelde scheutlengte (cm)	Totale scheutlengte (m/boom)
1. onbehandeld	30	20	6.5
2. handdunnen	32	24	7.6
3. verrood licht	28	19	5.6
F-test <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1</sup>n.s. = niet betrouwbaar verschillend

## 4 Discussie

Voor volgroeide Elstar bomen geplant op 3x1 m geldt een streefproductie van ongeveer 100 appels per boom met een vruchtgewicht van 160 g. Uit de vruchtdracht van 205 vruchten per boom voor de onbehandelde bomen blijkt duidelijk dat de bomen in het voor de proef gebruikte perceel fors gedund moesten worden om deze streefproductie te behalen. Geen van de lichtbehandelingen leidde tot betrouwbaar minder vruchten per boom en een betrouwbare toename van het vruchtgewicht in vergelijking met onbehandeld. Handdunning, uitgevoerd 8 weken na volle bloei, van de zwak groeiende bomen tot 77 vruchten per boom gaf een toename van het gemiddeld vruchtgewicht van 122 tot 169 g. Uitgaande van het streefvruchtgewicht van 160 g hadden de bomen een iets hogere vruchtdracht kunnen hebben. Ondanks het feit dat geen van de dunbehandelingen een betrouwbare dunning heeft gegeven en de bomen gemiddeld 2,5 maal zoveel vruchten droegen als de handgedunde bomen, heeft dit in 2003 niet tot een sterk verminderde bloei geleid. Het aantal bloemtrossen per boom in 2003 was gemiddeld 177 per boom, 23% minder dan in 2002 maar nog altijd ruim voldoende om bij goede zetting de streefproductie van 100 appels en 16 kg per boom mogelijk te maken.

Voor de rui was de zetting in deze proef ca. 1,3 vrucht per bloemtros. Na de junirui was hiervan gemiddeld 0,9 vrucht van overgebleven. Om bij het gemiddelde aantal bloemtrossen van 229 per boom bij 100 vruchten per boom uit te komen moeten, zelfs als iedere bloemtros maar 1 vrucht geeft, hele bloemtrossen worden weggedund. Een dagelijkse belichting van 30 min verrood blijkt onvoldoende om meer vruchten van de boom te laten ruien dan het aantal dat via natuurlijke rui van de boom valt. Omdat nooit goed is onderzocht in hoeverre vruchtzetting bij appel kan worden verstoord door het geven van verrood licht is ook niet bekend hoeveel verrood licht hiervoor nodig is. In proeven bij een groot aantal andere gewassen waren lichthoeveelheden van 5 tot 55  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  voldoende om tot een reactie te leiden. Het kan niet worden uitgesloten dat de in deze proef gebruikte intensiteit van maximaal 0,9 tot 0,06  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  onderin de boom te laag was om een effect op vruchtzetting te hebben.

## 5 Conclusies

De gebruikte verrood belichting leidde niet tot dunning bij Elstar. De dagelijkse nabelichting met een lage intensiteit verrood licht gedurende 30 minuten na zonsondergang vanaf bloei tot 8 weken na bloei had geen effect op de vruchtzetting, het aantal vruchten, de kilogramproductie en de bloemknopaanleg. De gemiddelde vruchtzetting in deze proef bedroeg ca. 90 vruchten per 100 bloemtrossen en de totale vruchtdracht 203 appels per boom. Omdat het streefaantal appels per boom bij de gebruikte plantdichtheid van 3 x 1m ongeveer 100 per boom bedraagt betekent dit dat bij 1 vrucht per bloemtrossen de helft van alle bloemtrossen volledig gedund had moeten worden.

## 6 Literatuur

- Bepete M. & Lakso A.N. (1998). Differential effects of shade on early-season fruit and shoot growth rates in 'Empire' apple. *HortScience* 33: 823-825.
- Byers R.E. (2002). Influence of temperature and darkness on apple fruit abscission and chemical thinning. *Journal of Tree Fruit Production* 3: 41-53.
- Byers R.E., Barden J.A. & Carbaugh D.H. (1990a). Thinning of spur 'Delicious' apples by shade, terbacil, carbaryl, and ethephon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 9-13.
- Byers R.E., Barden J.A., Polomski R.F., Young R.W. and Carbaugh D.H. (1990b) Apple thinning by photosynthetic inhibition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 14-19.
- Greene D.W., Craker L.E., Brooks C.K., Kadkade P. & Bottecelli C. 1986. Inhibition of fruit abscission in apple with night-break red light. *HortScience* 21: 247-248.
- Maas F.M. & Bakx E.J. (1995). Effects of light on growth and flowering of *Rosa hybrida* 'Mercedes'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 571-576.
- Polomski R.F., Barden J.A., Byers R.E. and Wolf D.D. (1988). Apple fruit nonstructural carbohydrates and abscission as influenced by shade and terbacil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 506-511.
- Smith H. (1982). Light quality, photoreception and plant strategy. *Annual Review Plant Physiology* 33: 481-518.
- Tucker D.J. (1975). Far-red light as a suppressor of side shoot growth in the tomato. *Plant Science Letters* 5: 127-130.