Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Aalsmeer
Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer
Tel. 0297-352525, fax 0297-352270

ISSN 1385 - 3015

STURING VAN DE BLOEMONTWIKKELING VAN ASTER DOOR DAGLENGTE

PBG/DIARP project 93/09

Project 1408

A. Durieux
T. Blacquière

Aalsmeer, oktober 1997

Rapport 109
Prijs *f* 25,00

Rapport 109 wordt u toegestuurd na storting van *f* 25,00 op gironummer 174855 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 109, STURING VAN DE BLOEMONTWIKKELING VAN ASTER DOOR DAGLENGTE'.

ISN: 947626

INHOUD

INHOUD 3

VOORWOORD 5

SAMENVATTING 6

1. INLEIDING 7
   1.1 ALGEMEEN 7
   1.2 ACHTERGRONDEN 7
   1.3 DOELSTELLING ONDERZOEK 8
   1.4 ONDERZOEK 8

2. MATERIAAL EN METHODEN 10
   2.1 KASSEN 10
   2.2 PLANTMATERIAAL EN LANGEDAG-PERIODE 10
   2.3 KORTEDAG-PERIODE 10
   2.4 LICHTMETINGEN 11
   2.5 WAARNEMINGEN 11
   2.6 ANATOMIE 11

3. RESULTATEN 12
   3.1 PROEF 1 ORIËNTERENDE PROEF 12
   3.2 PROEF 2 ORIËNTERENDE PROEF 14
   3.3 PROEF 3 ORIËNTERENDE PROEF 15
   3.4 PROEF 4 NAJAARSPROEF 16
   3.5 PROEF 5 NAJAAR - WINTER 17
   3.6 PROEF 6 WINTER 18
   3.7 PROEF 7 WINTER 19
   3.8 PROEF 8 WINTER 20
   3.9 PROEF 9 WINTER 20
   3.10 PROEF 10 WINTER-VOORJAAR 20
   3.11 PROEF 11 VROEGE VOORJAAR 21
   3.12 PROEF 12 VOORJAAR 21
   3.13 PROEF 13 VOORJAAR 22
   3.14 PROEF 14 VOORJAAR-ZOMER 24
   3.15 PROEF 15 NAJAAR 'DARK PINK STAR' & 'MONTE CASSINO' 24
   3.16 PROEF 16 WINTER 'MONTE CASSINO' 24
   3.17 CORRELATIECOËFFICIËNTEN LICHT VS. BLOEMBEZETTING 25
   3.18 PROEF 17 VOORJAAR: INVLOED VAN LICHT TIJDENS KD-PERIODE OP BLOEM-BEZETTING 27
   3.19 PROEF 18 EN 19: HET EFFECT VAN DAGVERLENGING TIJDENS VERSCHILLENDE PERIODEN VAN DE KORTEDAGPERIODE 32
   3.20 PROEF 20: HET EFFECT VAN VERROOD OP DE BLOEMBEZETTING 34
   3.21 PROEF 21 35
   3.22 ANATOMISCH ONDERZOEK 39
      3.22.1 Eerste week 40
      3.22.2 Tweede week 41
      3.22.3 Derde week 41
      3.22.4 Vierde week 41

4. DISCUSSIE 42
   4.1 ALGEMEEN 42
   4.2 DE INVLOED VAN DE HOEVEELHEID NATUURLIJKE INSTRALING 42
   4.3 DE INVLOED VAN DE FOTOPERIODE 43
   4.4 DE INVLOED VAN HET LICHTSPECTRUM 44

5. CONCLUSIES 45

LITERATUUR 46
BIJLAGE I - LICHTSOMMEN EN AANTAL BLOEMEN 47
BIJLAGE II - ONTWIKKELING MERISTEMEN 48
BIJLAGE III - VERLOOP DAGLENGTE GEDURENDE HET JAAR 55
BIJLAGE IV - VAKBLADARTIKEL 56

VOORWOORD

Dit onderzoek is uitgevoerd op het Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroente te Aalsmeer en is mede gefinancierd door DIARP (Dutch Israeli Agricultural Research Program project 93/09). Tijdens dit project is nauw samengewerkt met Israela Wallerstein, onderzoekster bij het Volcani Center te Bet Dagan, Israël.
Naar aanleiding van dit onderzoek zal in een nabije toekomst een Engelstalig rapport verschijnen waarin de onderzoekresultaten verkregen in Israël en Nederland, zullen worden geïntegreerd tot één geheel.

A. Durieux
T. Blacquière

SAMENVATTING

De kwaliteit van *Aster* wordt voor een groot deel bepaald door het aantal bloemen dat zich op een tak ontwikkelt. De bloembezetting is vooral afhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar licht. Bij onvoldoende licht kan de plant niet voldoende suikers assimileren ten behoeve van de bloemontwikkeling, met als gevolg dat veel meristemen aborteren, cq. verdrogen. Hierdoor is de kwaliteit van in Nederland geteelde *Aster* in de wintermaanden zeer matig. In Israël speelt in mindere mate hetzelfde probleem, ondanks dat in dit land in de winter ongeveer drie maal zoveel licht is. Een matige bloembezetting is dus niet alleen het gevolg van lichtgebrek. In dit onderzoek is o.a. het effect bestudeerd van de daglengte op de ontwikkeling van bloemen. Het is gebleken dat onder lichtarme omstandigheden en zeer korte dagen veel abortie optreedt. De bloembezetting kan worden verbeterd door tijdens de kortedag-periode de dag te verlengen met stuurlicht tot een lengte van 13,5 uur. Gebleken is dat de ontwikkeling van de meristemen door dagverlenging werd vertraagd met als gevolg dat de bloei met vijf tot elf dagen werd uitgesteld en het aantal geaborteerde meristemen aanzienlijk afnam. De gevoeligheid van de meristemen voor abortie was het grootst in het begin van de kortedag-periode. Gedurende de eerste vier à vijf weken van de kortedag-periode werd door dagverlenging de grootste verbetering van de bloembezetting behaald. In deze periode leidde lichtgebrek al gauw tot bloemabortie.
In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de rassen 'Dark Pink Star' en 'Monte Cassino'. Tussen deze twee rassen bestaan verschillen wat betreft de snelheid van de bloemontwikkeling. Hoewel beide rassen ongeveer tegelijkertijd bloeien, verloopt de ontwikkeling van de bloemen bij 'Monte Cassino', in de eerste drie à vier weken vanaf het begin van de kortedag-periode, iets langzamer dan bij 'Dark Pink Star'. Het toepassen van de dagverlenging dient bij 'Monte Cassino' dan ook langer te gebeuren.
Bij de verlenging van de dag werd in het onderzoek gebruik gemaakt van gloeilampen en spaarlampen (SL-Agro). Gloeilampen stralen een gedeelte verrood uit, terwijl het lichtspectrum van SL-Agro geen verrood bevat. Uit het onderzoek is gebleken dat een nabelichting met verrood een kleine afname van het aantal bloemen tot gevolg had. Uit dit onderzoek is echter niet duidelijk geworden welke lamp het beste toepasbaar is voor het verlengen van de dag met betrekking tot de bloembezetting van *Aster*.
Wel kwam duidelijk naar voren dat de in de praktijk toegepaste elf-urige daglengte tijdens de kortedag-periode, wat betreft de bloembezetting, verre van ideaal is. Verbetering van de bloembezetting kan vrij eenvoudig worden bereikt door in de eerste vijf weken van de KD-periode de dag te verlengen tot 13, 5 uur.

1. INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

Aster is een betrekkelijk nieuwe snijbloem die in zowel Nederland als Israël de laatste jaren veel belangstelling heeft gekregen. *Aster* is een kortedag-plant Kadman-Zahavi & Yahel, 1985; Schwabe, 1985). De kritische daglengte (dat is de minimale daglengte waarbij de kortedag-respons, hier bloei, al aanmerkelijk wordt vertraagd) ligt tussen de 12 en 13 uur (Blacquière & de Koster, 1991). Tijdens de langedag (LD) - periode groeit *Aster* vegetatief en vindt strekking van de bloemtakken plaats. Tijdens kortedag (KD) vindt bloeminductie en -ontwikkeling plaats, terwijl dan ook nieuwe scheuten aan de basis van de plant worden gevormd. Langere fotoperiodes tijdens de KD-periode kunnen resulteren in een aanzienlijke bloeivertraging (fotoperiode langer dan 13 uur) of zelfs het uitblijven van bloei (daglengte langer dan 14 uur) (Blacquière & de Koster, 1991). Waarschijnlijk wordt dan ook de uitloop van de basisscheuten enigszins vertraagd.
Gedurende de wintermaanden is het in Nederland niet mogelijk een goede kwaliteit te leveren als gevolg van een slechte bloembezetting (veel knopverdroging). De directe oorzaak van deze slechte bloembezetting is de lage instraling in deze periode. Echter, in Israël, waar men in de winter voldoende instraling heeft, speelt het probleem van een verslechterde bloembezetting ook. De oorzaak kan dus niet alleen aan het weinige licht worden toegeschreven. Eerder onderzoek in zowel Nederland als Israël suggereren dat de fotoperiode (daglengte), naast de hoeveelheid instraling, een rol speelt bij het al dan niet volledig ontwikkelen van bloemknoppen bij *Aster* (Blacquière & de Koster, 1991; Wallerstein et al, 1992). Asters die tijdens KD groeiden onder fotoperiodes langer dan de kritische daglengte gaven meer bloemen per tak en bloeiden enkele dagen later dan bij fotoperiodes korter dan twaalf uur. Dit suggereert dat het vertragen van de bloemontwikkeling leidt tot minder knopverdroging, c.q. resulteert in meer volledig ontwikkelde bloemen per tak.

1.2 ACHTERGRONDEN

Aster (Compositae, Asteraceae) is een kruidachtige, overblijvende plant. De groei en ontwikkeling van *Aster* wordt sterk gereguleerd door de daglengte (Schwabe, 1985). Na de bloei en onder KD-omstandigheden (en niet al te hoge temperaturen) blijft *Aster* vegetatief en in rozet. De scheuten zijn niet in staat een bloeiwijze te vormen. LD is nodig voor het strekken van de scheuten. Na strekking kunnen de stelen wel een bloeiwijze vormen, wat geïnitieerd wordt door KD. Op elke apicale en axillaire positie kan in principe een bloem worden gevormd. Het aantal bloemen dat zich volledig ontwikkelt verschilt per jaargetijde en is tevens afhankelijk van de dichtheid van het gewas. In de winter worden per tak maar zeer weinig bloemen gevormd, terwijl in de zomer op veel axillaire posities zich een bloem ontwikkelt. Hierdoor kan een tak in de zomer wel meer dan tien maal zoveel bloemen produceren dan in de winter. De positie waar het meristeem zich op de tak bevindt, bepaalt in belangrijke mate de gevoeligheid van het meristeem voor verdroging. Axillaire meristemen zijn gevoeliger voor het mislukken van de ontwikkeling van de bloem dan apicale meristemen. Axillaire meristemen op zijtakken die veel worden beschaduwd zijn zeer gevoelig voor verdroging.
De snelheid waarmee een meristeem zich kan ontwikkelen tot een volledige bloem is afhankelijk van de temperatuur, de hoeveelheid licht en de fotoperiode. Lage temperaturen vertragen de ontwikkeling of kunnen deze zelfs geheel doen mislukken. De hoeveelheid licht bepaalt hoeveel suikers de plant kan maken ten gunste van de bloemontwikkeling. Een tekort aan suikers door weinig zonlicht kan de ontwikkeling van het meristeem verstoren. Planten zijn in staat de daglengte te registreren (Vince-Prue, 1975), en veel planten, zoals *Aster*, hebben zich aan de

jaargetijden aangepast. In het voorjaar en de zomer zal de plant zich onder lange dagen vegetatief ontwikkelen. In het najaar worden de dagen korter, wat voor de plant een signaal is generatief te worden. In de natuur worden de dagen naar de winter toe langzaam korter. Er is nog voldoende tijd veel bloemen tot ontwikkeling te laten komen. Zeer korte dagen is voor de plant een signaal dat de plant nog maar weinig tijd heeft om de ontwikkeling van de bloemen te volbrengen. De generatieve ontwikkeling zal derhalve sneller verlopen naarmate de dagen korter zijn.
De ontwikkeling van bloemen is bij *Aster* niet het enige proces dat afhankelijk is van de daglengte. Naast de ontwikkeling van de bloemen zullen de planten onder korte dag ook beginnen met de aanleg van nieuwe scheuten voor het volgende jaar aan de basis van de plant. Ook voor dit proces geldt dat het sneller verloopt naarmate de dagen korter zijn.
Eén van de hypotheses voor het mislukken van de ontwikkeling van axillaire meristemen is dat de ophef van de apicale dominantie te snel verloopt. Apicale meristemen scheiden auxines af die de ontwikkeling van axillaire meristemen voorkomt of vertraagt, doordat deze verstoken blijven van assimilaten. Door het afscheiden van auxines kunnen meristemen assimilaten naar zich toe trekken (Salisbury & Ross, 1992). De apicale dominantie bestaat zolang het apicale meristeem vegetatief is of een bepaald stadium in zijn bloemontwikkeling nog niet heeft bereikt. Na ophef van de apicale dominantie (na inductie van het apicale meristeem door KD) kunnen de geïnduceerde axillaire meristemen op hun beurt een auxinegradiënt aanleggen zodat ze assimilaten kunnen importeren ten gunste van hun groei en ontwikkeling.
Onder donkere omstandigheden en weinig fotosynthese zijn weinig assimilaten voor de meristemen beschikbaar. Een snelle opheffing van de apicale dominantie heeft als gevolg dat in korte tijd veel axillaire meristemen een grote vraag naar assimilaten ontwikkelen, waardoor tekorten kunnen ontstaan, met als gevolg dat de ontwikkeling van veel axillaire meristemen mislukt. Vertraging van de ophef van de apicale dominantie heeft volgens de hypothese het gevolg dat door de axillaire meristemen gedurende een langere tijd een vraag naar assimilaten uitvoeren (de ontwikkeling van de meristemen verloopt minder snel). Per tijdseenheid zijn dus minder assimilaten nodig voor de ontwikkeling van de axillaire meristemen. Volgens de hypothese kan de bloembezetting bij *Aster* worden verbeterd door verlenging van de fotoperiode, waardoor de inductie en ontwikkeling van meristemen langzamer verloopt, met als gevolg dat per tijdseenheid minder assimilaten nodig zijn voor de ontwikkeling van de meristemen.

1.3 DOELSTELLING ONDERZOEK

Het primaire doel van dit onderzoek was het verbeteren van de bloembezetting bij *Aster* door middel van verlenging van de fotoperiode met behulp van stuurlicht. Daarnaast is de invloed van de natuurlijke instraling op de bloembezetting onderzocht en is verder getracht te achterhalen in welke fase van de bloemontwikkeling de kans op abortie het grootst is.

1.4 ONDERZOEK

In het kader van het DIARP (Dutch Israelian Agricultural Research Program) is door het PBG-Aalsmeer en het Volcani Center te Bet Dagan, Tel Aviv, onderzoek gedaan naar het verbeteren van de bloembezetting van *Aster* tijdens de wintermaanden. Aan de hand van het bovenstaande zijn de volgende hypotheses ontwikkeld die in het onderzoek werden getoetst:

1. Het mislukken van de bloemontwikkeling gebeurt nadat het meristeem is geïnduceerd door KD.
2. De fotoperiode (daglengte) beïnvloedt de snelheid waarmee de bloemontwikkeling plaatsvindt door middel van de snelheid waarmee de apicale dominantie wordt opgeheven.

3. De snelheid waarmee de apicale dominantie wordt opgeheven beïnvloedt het slagen van de bloemontwikkeling.
4. De directe invloed van de hoeveelheid straling op het slagen van de bloemontwikkeling wordt bepaald door de hoeveelheid voor de bloemontwikkeling beschikbare assimilaten.
5. De snelheid waarmee de apicale dominantie wordt opgeheven en de snelheid van de bloeminitiatie en de bloemontwikkeling beïnvloeden de kans van slagen via hun invloed op de sinkactiviteit van de meristemen.

Bovenstaande hypotheses zijn van een fundamenteel karakter. Het fundamentele onderzoek is vooral uitgevoerd op het Volcani-Instute te Bet Dagan en valt niet binnen het bestek van dit rapport. Wel kan het voor de lezer van belang zijn deze achtergronden te weten voor een verantwoorde interpretatie van de onderzoekresultaten.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 KASSEN

De proeven in Aalsmeer zijn alle uitgevoerd in het fototron van het PBG. Het fototron bestaat uit vier identieke afdelingen van 60 m^2. In elke afdeling staan vier karren (2 m^2) die op elk willekeurige tijdstip in een donkere afdeling kunnen worden gereden. In de donkere afdelingen kan met behulp van stuurlicht de dag worden verlengd of zonder lampen worden verkort. Hiermee is het mogelijk planten elke willekeurige daglengte te geven. Zowel de lichte als donkere afdelingen worden computergestuurd op klimaat geregeld.

2.2 PLANTMATERIAAL EN LANGEDAG-PERIODE

Om proeftechnische redenen is besloten in het begin van het onderzoek 'Dark Pink Star' te gebruiken. In latere proeven is naast dit ras ook 'Monte Cassino' in het onderzoek betrokken. Moerplanten zijn in het fototron geteeld bij een daglengte van 11 uur. De moerplanten zijn regelmatig vervangen om een goede stekkwaliteit te handhaven. Stekken zijn beworteld in Perliet (Pull BV, Rhenen) en opgepot in een turfmengsel in potten van 12 cm doorsnee. De proefplanten zijn opgekweekt als ongetopte hardtakplanten bij een ingestelde dagtemperatuur van 18° C en een nachttemperatuur van 14° C. De daglengte tijdens de langedagperiode was 18 uur. Deze fotoperiode werd gerealiseerd door assimilatiebelichting (35 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ PPF). De luchtvochtigheid werd getracht altijd boven de 40% te houden door beneveling. De potten werden geplaatst op bevloeingsmatten en van onderaf werd water gegeven. Bij een lengte van 50-60 cm werden de planten gesorteerd op lengte en mate van vertakking en overgeplaatst naar het fototron waar de daadwerkelijke proeven plaatsvonden. De CO_2-concentratie lag gedurende perioden waarin niet werd gelucht nabij de 800 ppm. Wanneer gelucht werd is de CO_2-concentratie rond de 360 ppm gehouden.

2.3 KORTEDAG-PERIODE

In het fototron werden verschillende daglengtebehandelingen uitgevoerd. Vanaf april 1994 tot juni 1996 zijn meer dan 20 proeven uitgevoerd. Zodoende kon een goed beeld worden verkregen van de daglengte-effecten tijdens de verschillende seizoenen. De meeste proeven zijn als volgt uitgevoerd:

- de behandelingen waren fotoperiodes van 11 uur, 13 uur, en 13,5 uur. In het begin zijn ook daglengtes toegepast van 12 en 12,5 uur.
- de daglengte waarbij de planten voldoende licht kregen om te kunnen assimileren werd altijd op 11 uur gehouden. Hierdoor werden eventuele effecten door meer assimilatielicht tijdens dezelfde proef voorkomen. Na zonsondergang werd de dag verlengd met behulp van gloeilampen tot aan de gewenste daglengte (bijv. de behandeling 13,5 uur kreeg 2,5 uur gloeilamplicht). In enkele proeven is ook gebruik gemaakt van Sl-lampen (Philips, SLR-Agro 18W)
- het lichtniveau tijdens de dagverlenging was 3 à 4 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$.
- In tijden waarin de dagen langer waren dan 11 uur werd verduisterd. Om praktische redenen werd 's morgens verduisterd, zodanig dat voor de planten de fotoperiode begon 11 uur voor zonsondergang.
- In tijden dat de dagen korter waren dan 11 uur werd de dag na zonsondergang met assimilatielicht verlengd tot 11 uur (HQI-T, Daylight Spectrum, Osram, lichtniveau 20-25 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$). Dit assimilatielicht was ook nodig om de zeer slechte lichtdoor-

laat van de fototronkassen (ongeveer 35%) te compenseren. Deze belichting ter compensatie vond plaats in de maanden oktober tot en met maart.

2.4 LICHTMETINGEN

Gedurende het gehele onderzoek is continu PAR-licht gemeten. PAR (Photosynthetically Active Radiation; golflengte 400-700 nm) is dat gedeelte van het zonlicht dat door de plant kan worden gebruikt voor de fotosynthese. De metingen zijn uitgevoerd met behulp van een cosinus-gecorrigeerde kwantum sensor (Bottemanne Weather Instruments, Amsterdam). De gebruikte eenheid voor PAR is $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ PPF (Photosynthetical Photon Flux). Gesommeerde waarden van PPF worden weergegeven in $mol.m^{-2}$ per tijdseenheid (dag, week, enz.).

2.5 WAARNEMINGEN

Op het tijdstip dat alle topbloemen van de hoofdtak en de axillaire takken geopend waren zijn per behandeling een aantal takken geoogst. Van deze takken werd het aantal bloemen, het aantal zittenblijvers (meristemen waar geen knop is ontstaan), de lengte en het gewicht gemeten. Vaak werden de aantallen bloemen van de 30 bovenste posities, en de aantallen op positie 20, 25, 30, 35, 40 en 45 afzonderlijk bepaald. De posities werden genummerd vanaf de top (topbloem is positie nul). Bij de meeste proeven werd ook het tijdstip van opening van de topbloem geregistreerd.

2.6 ANATOMIE

Tijdens enkele proeven is gekeken naar de ontwikkeling van het apicale meristeem en de direct daaronder liggende axillaire meristemen. Daarbij werden iedere week monsters genomen die eerst werden gefixeerd in FPA 70% (Formaldehyde, propionzuur en ethanol). Er werd bemonsterd vanaf het begin van de KD totdat de topmeristemen stadium 11 (zie bladzijde 38) hadden bereikt, wat meestal na vier weken het geval was. Gefixeerd weefsel werd gedehydreerd in een oplopende alcoholreeks (1. Ethanol, 70%, 2. Ethanol 96%) en daarna ingebed in een kunststof op basis van 2-hydroxyethyl methacrylaat (Technovit 7100, Kulzer & Co, GmbH, Wehrheim, Duitsland). Het ingebedde weefsel werd daarna gesneden met een microtoom (Jung 2055 Autocut) in stukjes met een doorsnede van 5 of 3 µm, gekleurd met overwegend astrablauw en safranine of toluidine blauw. Na insluiting en afdekking van de preparaten waren deze klaar voor bestudering. Foto's zijn gemaakt met behulp van een Leica DM RB lichtmicroscoop en een Leica MPS 48/52 microfoto-apparaat.

3. RESULTATEN

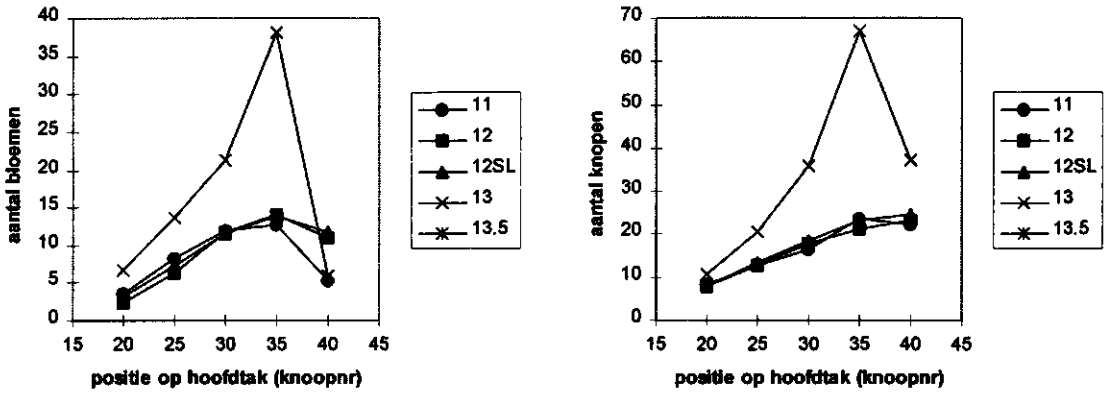
3.1 PROEF 1 ORIËNTERENDE PROEF

- start proef 21 juni 1994 (dagnummer 172)
- aantal takken per m^2: 70
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 6

Tabel 1 - Resultaten proef 1. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, de lengte van de tak (cm) en het takgewicht (g). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n bloemen totaal	lengte (cm)	takgewicht (g)
11	28	77,2±5,9	173,7±20,2	108±3,6	47,7±2,2
12	29	72,8±6,4	232,5±32,9	116±3,7	60,7±5,2
12 SL	30	78,3±5,7	184,7±27,4	110±6,8	51,3±4,8
13	37	149,8±7,9	361,5±39,9	111±3,7	59,8±5,7
13,5	x	x	x	x	x

De behandeling met een daglengte van 13,5 uur kwam niet tot bloei, doordat de planten vegetatief bleven doorgroeien (zijtakken bleven nieuwe zijtakjes afsplitsen). De knoppen werden echter wel gevormd, maar kwamen in de meeste gevallen niet tot bloei. Uit Tabel 1 valt af te leiden dat de behandeling 13 uur aanzienlijk meer bloemen per tak produceerde. Deze toename ging gepaard met een bloeivertraging van ongeveer acht dagen. Opvallend was dat de planten bij 13 uur ook langer vegetatief bleven doorgroeien, wat zich uitte in zijtakken met een grotere aantal internodiën (Figuur 1 rechts). In latere proeven bleek dat dit vegetatieve doorgroeien niet meer plaatsvond en de bloeivertraging aanzienlijk minder was (zie o.a. Figuur 2, Figuur 3 en Figuur 4). Wellicht is tijdens deze proef iets fout gegaan of brengt het toepassen van een dagverlenging in de zomermaanden meer risico's met zich mee. Misschien had de dichte stand van het gewas ook een negatieve invloed. De behandeling 12 uur leek iets meer bloemen te produceren dan de behandeling 11 uur en de behandeling 12 SL (daglengte 12 uur, één uur dagverlenging met SL-lampen). Alle behandelingen met een daglengte langer dan 11 uur gaven iets zwaardere takken dan de behandeling 11 uur.



Figuur 1 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

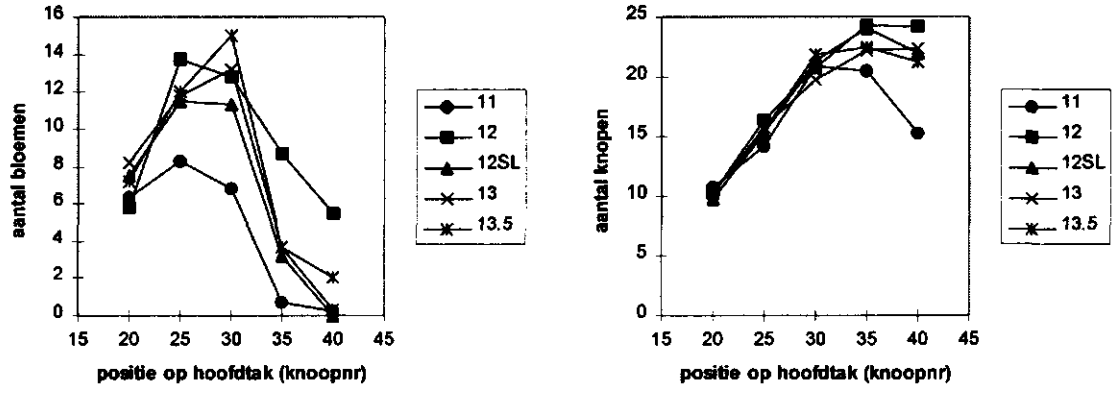
3.2 PROEF 2 ORIËNTERENDE PROEF

- start proef 19 juli 1994 (dagnummer 200)
- aantal takken per m^2: 70
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 6

Tabel 2 - Resultaten proef 2. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	29,0	134,2±11,2	169,7±22,8	51,0±3,8	97,7±1,0
12,0	29,0	147,5±10,5	234,2±27,6	57,3±4,4	101,2±1,0
12 SL	30,0	204,7±8,7	222,2±36,1	59,7±3,1	98,7±1,4
13,0	37,0	178,5±11,2	230,5±68,6	54,8±3,0	101,0±1,3
13,5	55,0	201,3±11,8	271,0±36,6	73,2±5,8	106,3±1,9

In deze proef is na zes weken bij behandeling 13,5 uur de daglengte teruggebracht naar 11 uur, om het niet tot bloei komen, zoals in proef 1, te voorkomen. In deze proef produceerden alle behandelingen meer bloemen dan de controle (daglengte = 11 uur). Dit ging echter gepaard met een aanzienlijke vertraging wat betreft het bloeitijdstip. De vertraging van de bloei was bij de behandeling 13,5 uur 26 dagen. De verbetering die behaald werd met de behandelingen 13 en 13,5 uur waren miniem. Wellicht is de grote plantdichtheid in combinatie met hoge temperaturen tijdens de proef hiervan de oorzaak. Op het oog werden namelijk wel veel meer knoppen gevormd dan bij de andere behandelingen, maar de knoppen van met name het onderste gedeelte van de tak kwamen niet tot volledige ontwikkeling. Uit Figuur 2 valt af te leiden dat, in tegenstelling tot de vorige proef, er geen verschillen waren in het aantal aangelegde knopen. Elke knoop is in principe in staat een bloem te vormen.



Figuur 2 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

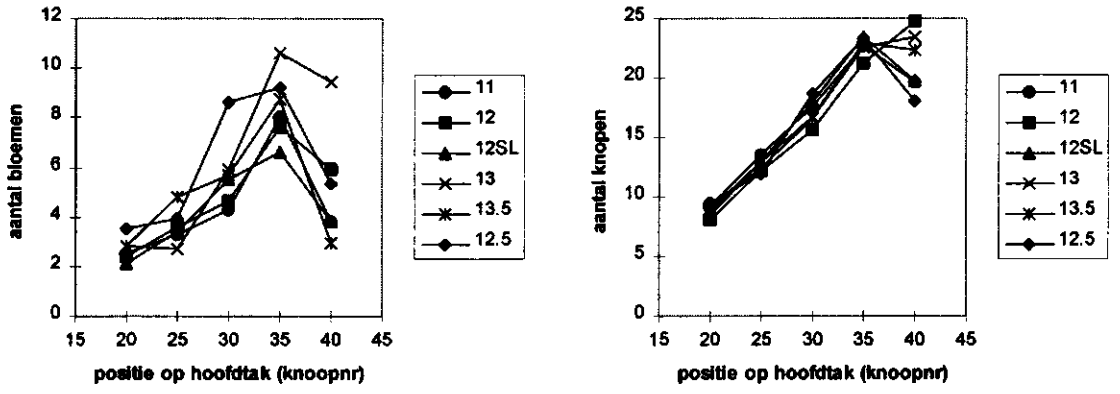
3.3 PROEF 3 ORIËNTERENDE PROEF

- start proef 18 augustus 1994 (dagnummer 230)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 70 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 8

Tabel 3 - Resultaten proef 3. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	40,0	63,8±4,4	131,3±11,1	44,8±2,1	87,0±1,1
12,0	42,0	60,8±2,9	149,7±13,8	46,1±2,7	89,1±1,1
12 SL	46,0	62,1±5,2	132,0±8,8	41,1±2,0	87,4±1,1
12,5	46,0	74,8±5,2	149,3±7,4	42,4±1,4	90,6±0,8
13,0	46,0	63,3±3,9	172,4±11,2	47,8±1,8	91,7±0,7
13,5	49,0	77,3±3,1	140,0±9,3	43,8±1,6	92,2±1,2

In deze proef is bij behandeling 13,5 uur de daglengte al na twee weken teruggebracht naar 11 uur. Alle daglengte-behandelingen gaven nauwelijks of geen meer bloemen dan de controlebehandeling met een daglengte van 11 uur (Tabel 3).



Figuur 3 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

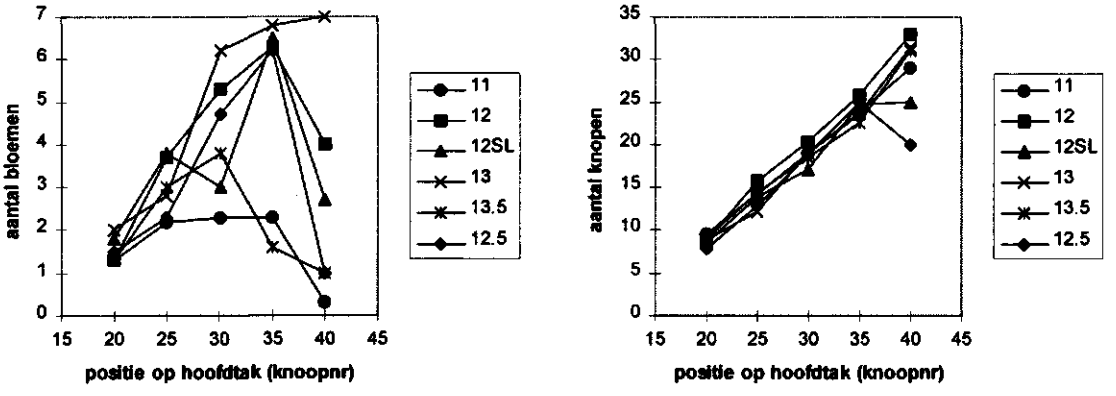
3.4 PROEF 4 NAJAARSPROEF

- start proef 5 september 1994 (dagnummer 248)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 6

Tabel 4 - Resultaten proef 4. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na ± zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	41,0	41,8±4,8	2,2±0,9	71,5±8,6	42,2±1,4	95,5±0,8
12,0	42,0	49,8±4,4	3,2±1,3	93,3±8,4	45,7±4,1	95,2±1,8
12 SL	41,0	45,0±7,4	0,0±0,0	101,0±7,2	41,3±1,4	91,3±1,4
12,5	41,0	56,0±3,1	2,7±1,1	97,3±10,5	41,3±2,8	93,7±1,4
13,0	43,0	57,8±6,7	0,2±0,1	118,8±12,8	42,2±2,7	93,5±1,6
13,5	44,0	53,0±5,6	1,0±0,4	73,7±9,0	38,7±1,5	96,5±1,1

In deze proef is de daglengte bij de behandeling 13,5 uur na vier weken teruggebracht van 13,5 naar 11 uur. Bij de behandelingen 12, 12SL, 12,5 en 13 uur was sprake van een kleine verbetering van de bloembezetting. De bloembezetting bij de behandeling 13,5 uur was niet verbeterd. Er was nauwelijks sprake van enige bloeivertraging. Figuur 4 (rechts) laat zien dat er geen verschillen waren in het aantal knopen per zijtak, ongeacht de positie van de zijtak op de hoofdtak.



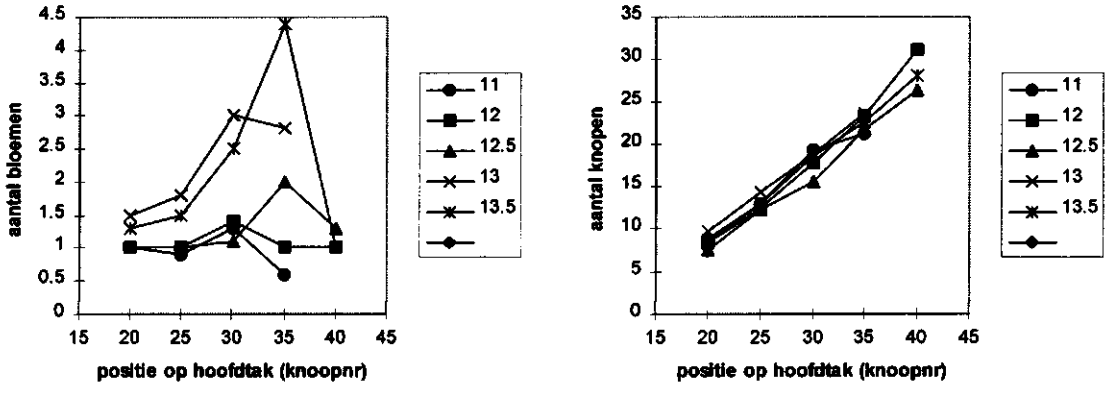
Figuur 4 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

3.5 PROEF 5 NAJAAR - WINTER

- start proef 26 oktober 1994 (dagnummer 299)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 8

Tabel 5 - Resultaten proef 5. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na N dagen bloei	N bloemen top	N zitters top	N bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	53,0	16,4±1,0	14,0±1,1	21,4±1,8	31,8±1,2	97,0±1,0
12,0	54,0	17,0±1,2	13,3±1,1	23,1±1,9	33,4±2,4	100,4±1,2
12,5	56,0	14,4±0,4	15,6±0,4	22,5±2,1	31,6±1,7	100,1±1,3
13,0	57,0	36,0±4,2	5,4±0,6	52,5±6,8	33,8±1,2	97,1±1,3
13,5	62,0	37,4±2,9	2,3±0,7	61,4±8,4	35,8±2,1	105,3±1,8



Figuur 5 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

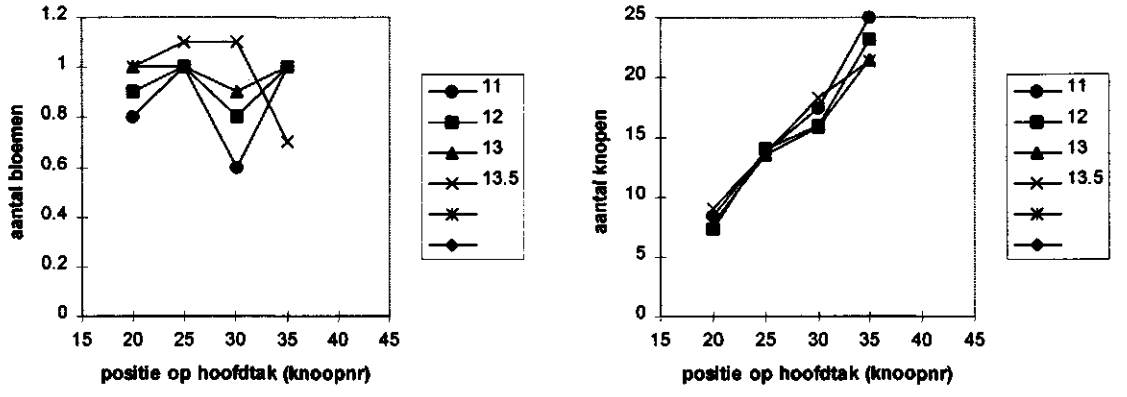
3.6 PROEF 6 WINTER

- start proef 7 november 1994 (dagnummer 311)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 8

Tabel 6 - Resultaten proef 6. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	46,0	12,6±1,0	17,4	16,1±1,4	27,5±1,2	87,5±1,2
12,0	49,0	13,4±1,1	16,6	18,4±1,3	28,0±1,0	93,6±1,2
13,0	52,0	16,1±0,6	13,9	20,5±1,3	25,4±1,2	91,8±1,2
13,5	56,0	26,5±1,4	8,6	42,3±5,9	35,5±1,6	101,9±0,8

In de proeven 5 en 6 was de behaalde verbetering in bloembezetting door dagverlenging aanzienlijk (Tabel 5 en Tabel 6). Het aantal geproduceerde bloemen per tak was zeer laag voor alle behandelingen en in beide proeven, doordat de oogst in de donkerste tijd van het jaar viel (Figuur 5 en Figuur 6). De vertraging van de bloei was bij de behandeling 13,5 uur 9-10 dagen. Bij de behandelingen 12 en 13 uur was dit resp. 1-3 en 6 dagen. De behandeling 12 en 12,5 uur hadden geen verbetering van de bloembezetting tot gevolg, terwijl in de behandeling 13 uur alleen in proef 5 enige verbetering gaf. De behandeling met de fotoperiode van 13,5 uur heeft in vergelijking tot de andere behandelingen veel meer bloemen en minder zitters, terwijl ook het bloeitijdstip later is komen te liggen. Ook het gewicht en de lengte van de takken is bij de behandeling 13,5 uur groter dan bij de andere behandelingen.



Figuur 6 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

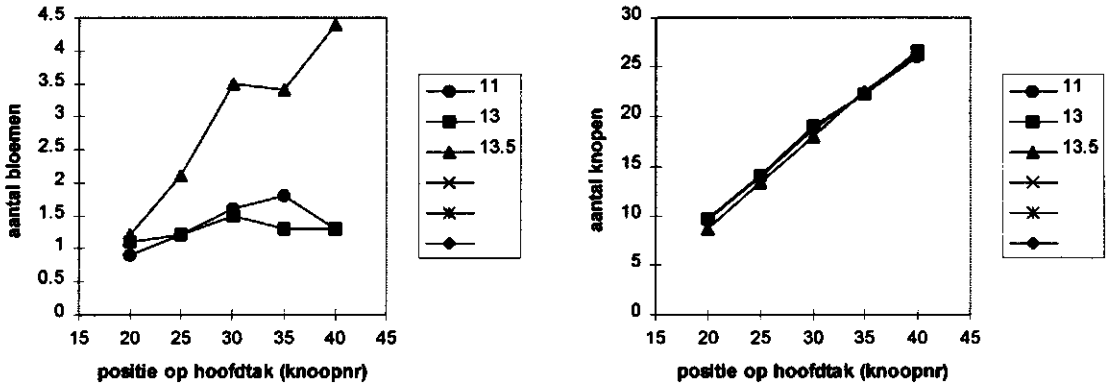
3.7 PROEF 7 WINTER

- start proef 4 januari 1995 (dagnummer 4)
- aantal takken per m2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 60 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 20

Tabel 7 - Resultaten proef 7. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	x	17,3±1,1	15,2	30,7±2,6	29,9±1,4	81,6±1,4
13,0	x	19,3±1,1	13,5	32,8±2,2	28,3±0,8	84,5±1,0
13,5	x	33,6±2,7	7,4	69,9±5,7	34,2±1,3	92,5±1,1

In proef 7 is wederom sprake van een behoorlijke verbetering van de bloembezetting bij de behandeling met een daglengte van 13,5 uur (Tabel 7; Figuur 7 links). Het aantal zitters in de top van de tak was voor de behandeling 13,5 uur ongeveer 50% minder in vergelijking tot de behandeling 11 en 13 uur. Bovendien waren de takken van de behandeling 13,5 uur langer en zwaarder (en steviger).



Figuur 7 - Het effect van verschillende daglengtes op de aanleg van bloemen en de vorming van knopen op axillaire scheuten. Posities vanaf de hoofdknop geteld (hoofdknop is positie 1). Links aantal bloemen; Rechts aantal knopen

3.8 PROEF 8 WINTER

- start proef 21 januari 1995 (dagnummer 21)
- aantal takken per m2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 60 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 20

Tabel 8 - Resultaten proef 8. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	50,0	13,7±0,8	16,5±0,7	21,5±1,1	26,3±0,8	83,6±1,0
13,0	51,0	20,2±1,3	13,3±0,7	40,4±3,3	33,0±1,3	87,7±1,2
13,5	55,0	27,3±1,5	8,2±0,8	77,2±5,7	35,2±1,1	88,3±1,2

3.9 PROEF 9 WINTER

- start proef 1 februari 1995 (dagnummer 32)
- aantal takken per m2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 20

Tabel 9 - Resultaten proef 9. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde.

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	47,0	14,8±1,2	x	40,6±3,5	28,6±1,1	82,5±1,2
12,5	48,0	16,8±1,1	x	42,3±4,0	29,8 ±1,3	84,0±1,4
13,0	49,0	26,9±1,7	x	60,2±4,2	33,3±0,9	87,1±0,9
13,5	51,0	38,6±2,2	x	84,9±7,9	33,3±1,4	87,8±1,1

3.10 PROEF 10 WINTER-VOORJAAR

- start proef 15 februari 1995 (dagnummer 46)
- aantal takken per m2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 20

Tabel 10 - Resultaten proef 10. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	45,0	31,2±2,7	8,9±0,9	76,7±6,2	38,2±1,3	90,8±1,0
13,0	46,0	36,8±3,0	6,0±0,8	84,7±6,7	35,7±1,3	91,7±1,1
13,5	49,0	48,6±3,6	2,3±0,5	137,4±12,2	39,5±1,5	98,5±1,0

3.11 PROEF 11 VROEGE VOORJAAR

- start proef 28 februari 1995 (dagnummer 59)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 60 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 20

Tabel 11 - Resultaten proef 11. Aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na "±" zijn de standaardfouten van het gemiddelde

Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
11,0	43,0	50,6±3,9	3.5±0.9	108,9±8,7	45,4±1,5	96,9±0,9
13,0	45,0	80,1±4,7	0,4±0,1	167,8±9,9	48,1±1,7	100,1±1,0
13,5	50,0	70,4±3,2	0,7±0,1	136,7±10,9	46,3±2,1	100,4±1,3

Uit de proeven 8, 9, 10 en 11 komt wederom duidelijk naar voren dat bij het verlengen van de dag tot 13,5 uur de bloembezetting bij *Aster* 'Dark Pink Star' verbetert. Het aantal meristemen dat direct onder de hoofdknop aborteert is bij de behandeling 13,5 uur aanmerkelijk kleiner. De vertraging van de bloei blijft tijdens deze proeven beperkt tot 4-5 dagen. Het verbeteren van de bloembezetting door de dag te verlengen tot 13 uur is niet in alle proeven even duidelijk. Deze proeven zijn uitgevoerd in de wintermaanden en ondanks dat er sprake was van enige verbetering van de kwaliteit, waren de takken van onvoldoende kwaliteit.

3.12 PROEF 12 VOORJAAR

- start proef 9 maart 1995 (dagnummer 68)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 70 cm.
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 10

Tabel 12 - Resultaten proef 12 aantal dagen van begin KD tot bloei bovenste knop, aantal bloemen en zitters op bovenste gedeelte tak (30 knopen van bovenaf), totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g) en de lengte van de tak (cm). Getallen na ± zijn de standaardfouten van het gemiddelde

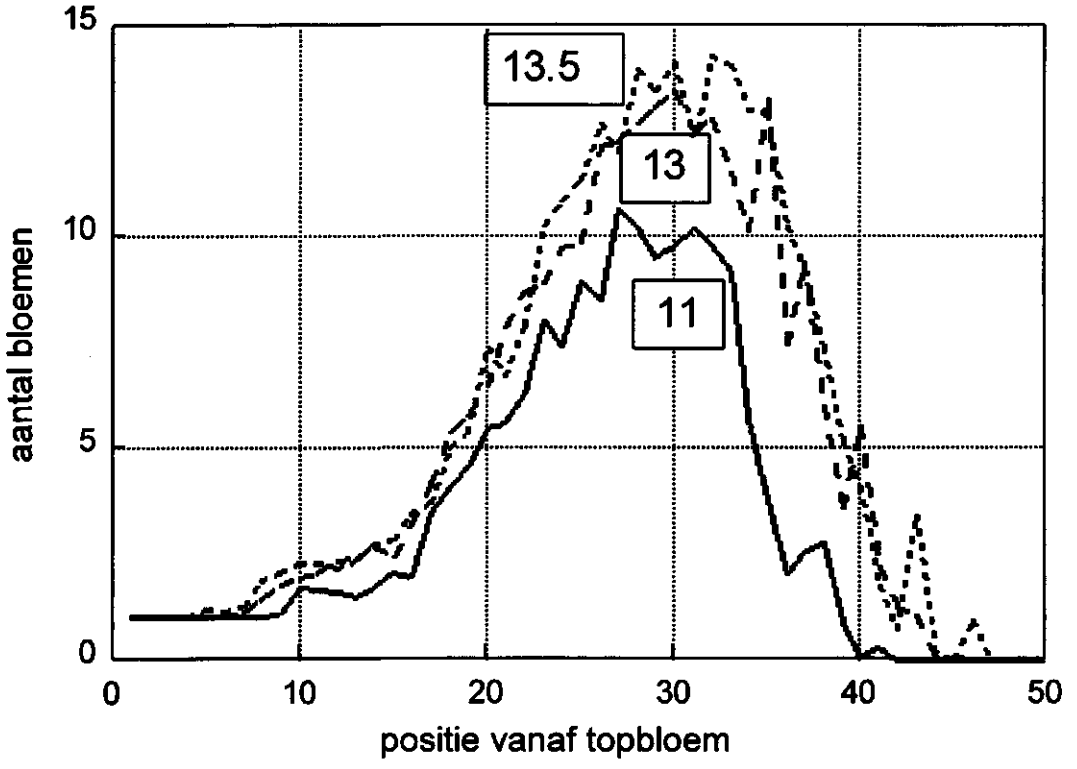
Behandeling	na n dagen bloei	n bloemen top	n zitters top	n bloemen totaal	takgewicht (g)	lengte tak (cm)
13,5	49,0	x	0,0±0,0	272,5±18,2	64,0±0,9	105,3±3,0
14,0	53,0	x	0,1±0,1	279,7±17,9	64,9±1,2	105,8±2,7
14,5	58,0	x	1,6±0,5	287,8±20,2	64,1±1,5	110,3±2,9

In deze proef is gekeken of fotoperiodes langer dan 13,5 uur bijdragen aan een beter bloembezetting. Dit was in deze proef duidelijk niet het geval. De bloei wordt echter wel verder vertraagd

3.13 PROEF 13 VOORJAAR

- start proef 21 april 1995 (dagnummer 111)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 65 cm
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 15

In deze proef is alleen het aantal bloemen per positie geteld. Vanaf de hoofdbloem is van alle posities het aantal bloemen bepaald (Figuur 8). De verbetering van de bloembezetting bij de behandeling 13 en 13,5 uur vond plaats op vrijwel alle posities van de tak. In deze proef was bij alle behandelingen geen sprake meer van verdroging van axillaire meristemen direct onder de hoofdknop. De grootste toename van het aantal bloemen was op de posities 20 t/m 40. Op deze posities kunnen de takken veel bloemen vormen.



Figuur 8 - Aantal bloemen per positie geteld vanaf de hoofdknop. Totaal aantal bloemen per tak voor de drie behandelingen is: 11 uur 170±6,9; 13 uur 254±13,0; 13,5 uur 273±17,2

3.14 PROEF 14 VOORJAAR-ZOMER

- start proef: 13 mei 1995 (dagnummer 133)
- aantal takken per m^2: 60
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 60 cm
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 10

Tabel 13 - Resultaten proef 14. Totaal aantal bloemen per tak, het takgewicht (g), de lengte van de tak (cm) en de bloeidatum van de topbloem. Verschillende letters in een rij betekent een significant verschil ($p < 0,05$)

	11 uur	13 uur	13,5 uur
aantal bloemen	221,3 a	281,1 b	219,7a
gewicht	62,9 a	69,5a	72,1a
lengte	108,7 a	111,4a	111.5a
bloeidatum topbloem	27 juni 1995	30 juni 1995	28 juni 1995

In deze proef kon de behandeling 13,5 uur om praktische redenen alleen gedurende de eerste week van de KD-periode een daglengte van 13,5 uur krijgen. Daarna is deze teruggebracht naar 11 uur. Klaarblijkelijk heeft het toepassen van één week 13,5 uur geen effect op de bloembezetting en bloeitijdstip. Wel geeft de behandeling 13 uur meer bloemen per tak.

3.15 PROEF 15 NAJAAR 'DARK PINK STAR' & 'MONTE CASSINO'

- start proef: 29 oktober 1995
- aantal takken per m^2: 60
- rassen: 'Dark Pink Star' en 'Monte Cassino'
- lengte takken bij begin kortedag: ongeveer 60 cm ('Dark Pink Star'), 55 cm 'Monte Cassino')
- aantal bemonsterde takken per behandeling: 10

In proef 15 is voor het eerst gebruik gemaakt van het ras 'Monte Cassino'. Net zoals vorige proeven is bij de behandeling 13,5 uur na vier weken overgegaan naar een daglengte van 11 uur.

Tabel 14 - Het totaal aantal bloemen per tak bij drie verschillende daglengtes

	'Dark Pink Star'	'Monte Cassino'
11	41,2	52,8
13	57,8	86,0
13,5	69,1	58,4

Uit Tabel 14 blijkt dat de behandeling 13,5 uur bij 'Monte Cassino' geen verbetering te zien geeft wat betreft het aantal bloemen per tak. 'Dark Pink 'Star' reageerde wel positief op een daglengte van 13,5 uur. De behandeling 13 uur gaf voor beide cultivars een verbetering ten opzichte van de behandeling met een daglengte van 11 uur. Uit anatomisch onderzoek bleek dat de ontwikkeling van de meristemen bij 'Monte Cassino' in de eerste drie à vier weken van de KD minder snel verliep dan bij 'Dark Pink Star'. (zie 3.22). Het terugbrengen van de daglengte na vier weken KD van 13,5 uur naar 11 uur was voor 'Monte Cassino' wellicht te vroeg.

3.16 PROEF 16 WINTER 'MONTE CASSINO'

Proef 16 is gestart op 3 januari 1996. Door de tegenvallende resultaten in proef 15 wat betreft 'Monte Cassino' werd besloten in proef 16 de daglengte na vier weken KD niet meer terug te brengen van 13,5 uur na 11 uur. De groeiwijze van 'Monte Cassino' wijkt af van die van 'Dark Pink Star'. Het was opvallend dat de ontwikkeling van de bloemmeristemen van 'Monte Cassino' in het begin van de KD-periode minder snel verliep dan van 'Dark Pink Star' (zie 3.22). Pas na ongeveer vier weken begonnen de meristemen zich snel te ontwikkelen. De plantdichtheid was weliswaar hetzelfde als in de vorige proef, maar door een tekort aan planten stonden minder planten op een kar, waardoor de 'bedden' minder breed waren.

Tabel 15 - Resultaten proef 16. 'Monte Cassino', bloeidatum, lengte, aantal knopen aan de hoofdtak, totaal aantal bloemen per tak en het aantal gedegenereerde meristemen onder het topmeristeem.

	11	13	13,5
bloeidatum	9 februari	12 februari	21 februari
lengte	84,3	91,0	94,4
aantal knopen hoofdtak	65,6	69,8	71,4
bloemen per tak	23,0	79,4	207,0
aantal knopen bovenste gedeelte tak (geen spranking)	37,2	40,7	39,8
zitters bovenste gedeelte tak	31,4	20,7	6,8
% zitters in top	84,8	50,4	16,9

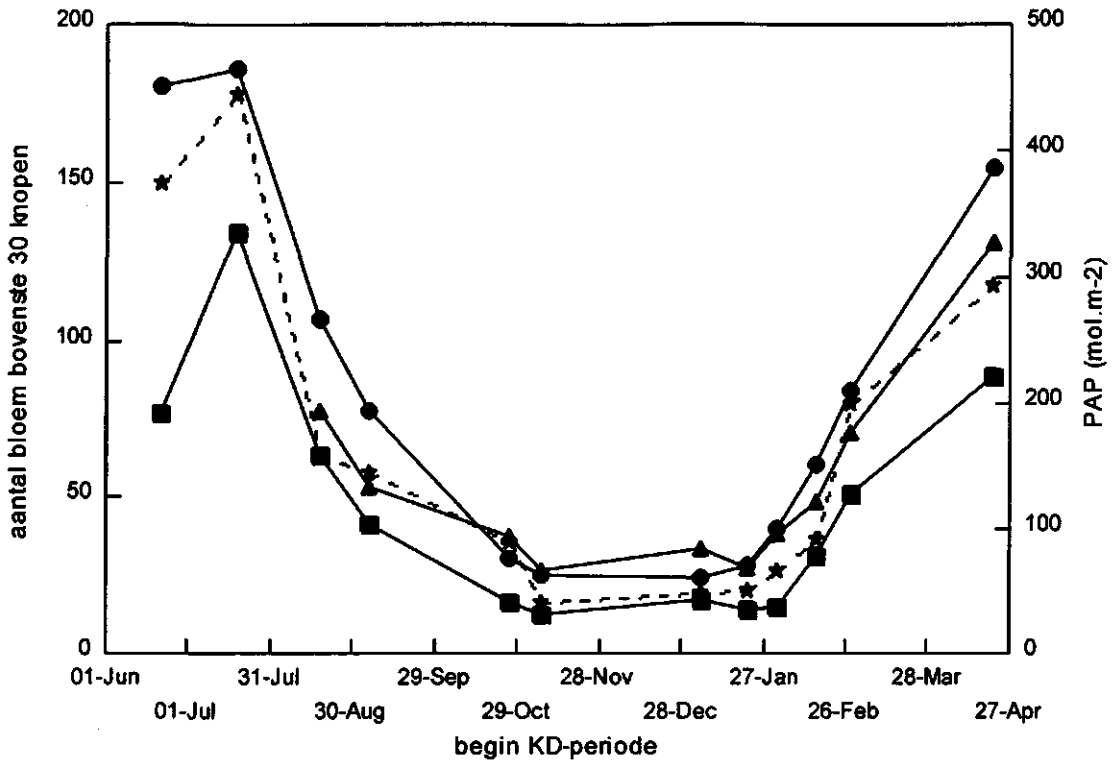
Tabel 15 laat zien dat wanneer de daglengte tijdens de gehele KD-periode op 13,5 uur wordt gehouden de verbetering in het aantal bloemen per tak aanzienlijk is. De zeer grote toename in het aantal bloemen per tak ging gepaard met een bloeivertraging van 11 dagen. De verbetering in bloembezetting valt voor het grootste deel toe te schrijven aan het grotere aantal bloemen dat wordt gevormd op het onderste gedeelte van de tak. Echter, een grote toename van de kwaliteit van de tak werd behaald doordat in de top van de tak veel minder verdroging plaatsvond, waardoor de top van de tak beter met bloemen was gevuld. Uit Tabel 15 valt af te leiden dat bij de behandeling 13,5 uur veel minder verdroging in de top van de tak plaatsvond (85% bij behandeling 11 vs. 17% bij behandeling 13,5). In deze proef is door een mindere breedte van de 'bedden' minder overschaduwing geweest. Verbetering van de bloembezetting door dagverlenging wordt versterkt naarmate de planten minder beschaduwd worden, waardoor op de onderste zijtakken de bloemen zich ook daadwerkelijk volledig konden ontwikkelen.

3.17 CORRELATIECOËFFICIËNTEN LICHT VS. BLOEMBEZETTING

Analyse van de data verkregen uit de proeven 3 t/m 13, die zijn uitgevoerd vanaf 18 augustus 1994 t/m 24 april 1995, suggereert dat bij 'Dark Pink Star' de hoeveelheid ontvangen natuurlijke instraling vooral in de eerste vier weken van de KD-periode van groot belang is (Tabel 16). Voor alle behandelingen neemt na de vierde week de correlatiecoëfficiënten af als het aantal gevormde bloemen wordt gecorreleerd aan de hoeveelheid ontvangen groeilicht in de KD-periode. Uit Figuur 9 valt ook af te leiden dat het aantal ontwikkelde bloemen per tak zeer afhankelijk is van de hoeveelheid instraling. Uit Tabel 16 kan wellicht ook worden afgeleid dat de gevoelige periode wat betreft knopabortie voor de behandelingen 13 en 13,5 uur, iets verschuift. Dit lijkt te bevestigen dat door een vertraagde ontwikkeling ook de gevoelige periode voor knopabortie enigszins verschuift. Uit Israëlisch onderzoek is gebleken dat abortie van meristemen vooral plaatsvindt in de stadia 2 en 7 (zie ook Anatomisch Onderzoek, pagina 38). Het duurt onder Nederlandse omstandigheden drie à vier weken voordat geïnduceerde axillaire meristemen stadium 7 hebben bereikt.

Tabel 16 - De correlatiecoëfficiënten van de lineaire relatie tussen de integrale hoeveelheid groeilicht ($mol.m^{-2}.14\ dagen^{-1}$ PAP) en het aantal gevormde bloemen op het bovenste gedeelte van een astertak (30 knopen geteld vanaf de topbloem)

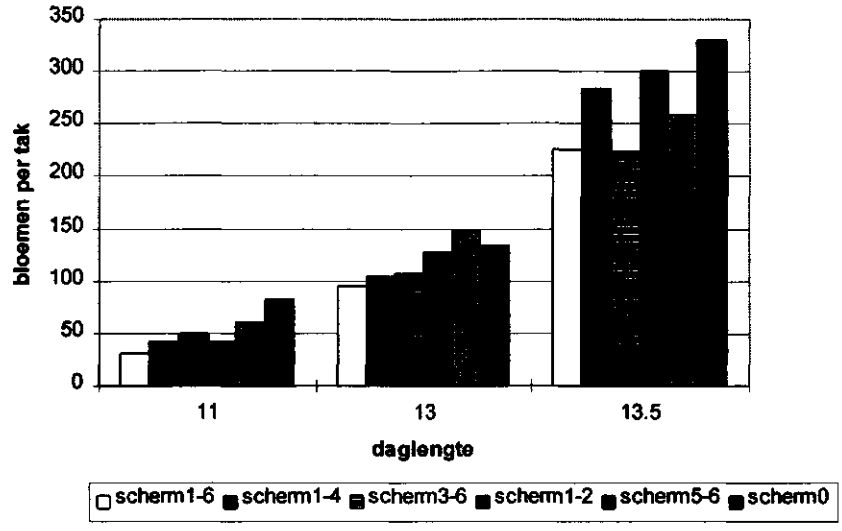
Behandeling	week 1-2	week 2-3	week 3-4	week 4-5	week 5-6
11	0,94	0,95	0,88	0,72	0,58
13	0,80	0,95	0,90	0,75	0,63
13,5	0,85	0,96	0,93	0,79	0,70



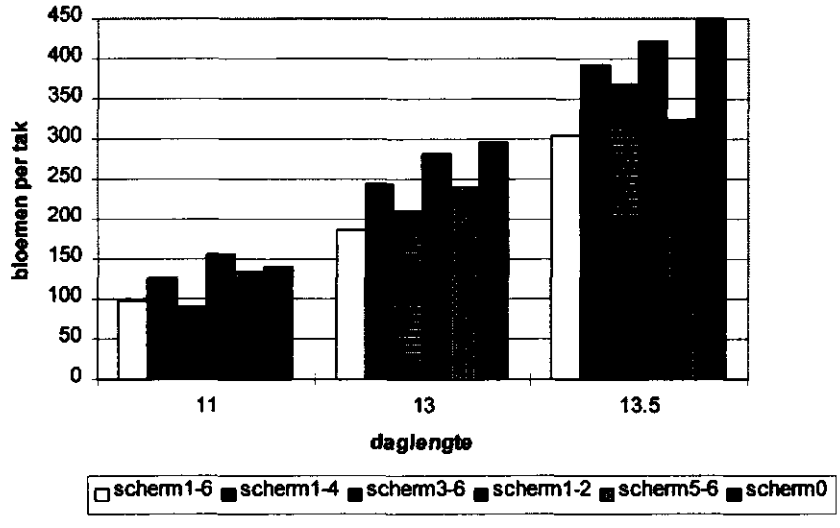
Figuur 9 - Verloop van het aantal bloemen op het bovenste gedeelte van een astertak (bovenste 30 knopen) bij 12 proeven uitgevoerd vanaf 21 juni 1994 t/m 21 april 1995 bij 'Dark Pink Star' (daglengte 11 uur: vierkant; 13 uur: ster; 13,5 uur: driehoek) en het verloop van de integrale hoeveelheid groeilicht (rond) tijdens de 1e vier weken van de proeven. Zie Bijlage I.

3.18 PROEF 17 VOORJAAR: INVLOED VAN LICHT TIJDENS KD-PERIODE OP BLOEMBEZETTING

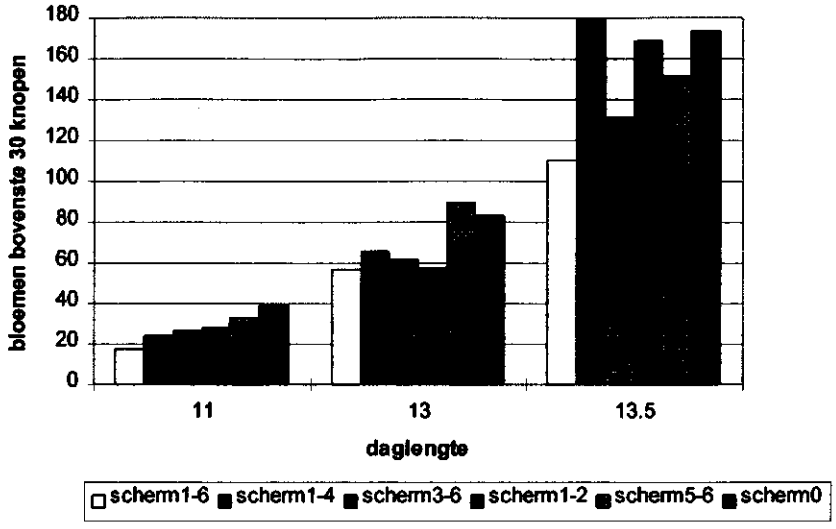
In proef 17 (gestart op 6 februari 1996) wordt de invloed van de hoeveelheid natuurlijke instraling (groeilicht) verder onderzocht bij drie daglengte-behandelingen, nl. 11 uur, 13 en 13,5 uur. Iedere twee weken werden zes planten overgezet van een ongeschermde naar een geschermde kas (lichtdoorlaat scherm 50%) en viceversa. Zo kon worden onderzocht in welk stadium tijdens de KD-periode het wegschermen van licht de meeste invloed had op de uiteindelijke hoeveelheid geproduceerde bloemen per tak. Bij deze proef is gebruik gemaakt van de rassen 'Dark Pink Star' en 'Monte Cassino' en is de plantdichtheid niet meer dan 30 planten per m^2 geweest. De lage plantdichtheid had als doel het effect van dagverlenging op de bloembezetting zo goed mogelijk te kunnen bestuderen.



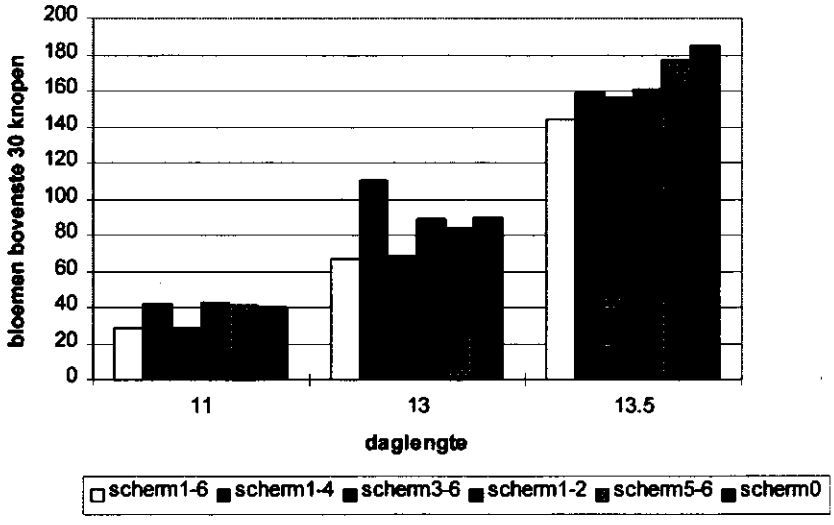
Figuur 10 - Het effect van wegschermen van licht tijdens de KD-periode op het totaal aantal geproduceerde bloemen per tak bij 'Dark Pink Star'. Legenda: scherm 1-6 betekent geschermd gedurende 6 weken, scherm 1-4 betekent geschermd gedurende week 1 t/m 4; scherm 0 betekent niet geschermd, enz.



Figuur 11 - Het effect van het wegschermen van licht tijdens de KD-periode op het totaal aantal geproduceerde bloemen per tak bij 'Monte Cassino'. Uitleg legenda: zie *Figuur 10.*



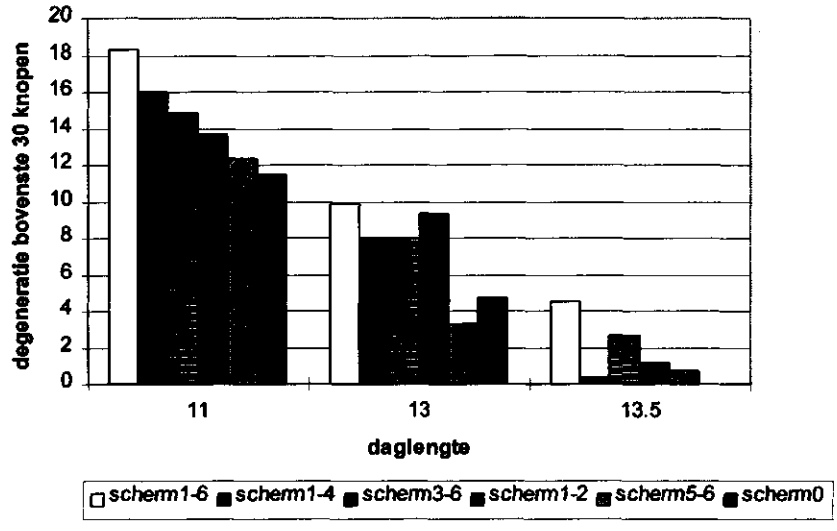
Figuur 12 - Het effect van het wegschermen van licht tijdens de KD-periode op het aantal geproduceerde bloemen op de bovenste 30 knopen 'Dark Pink Star'. Uitleg legenda: zie *Figuur 10.*



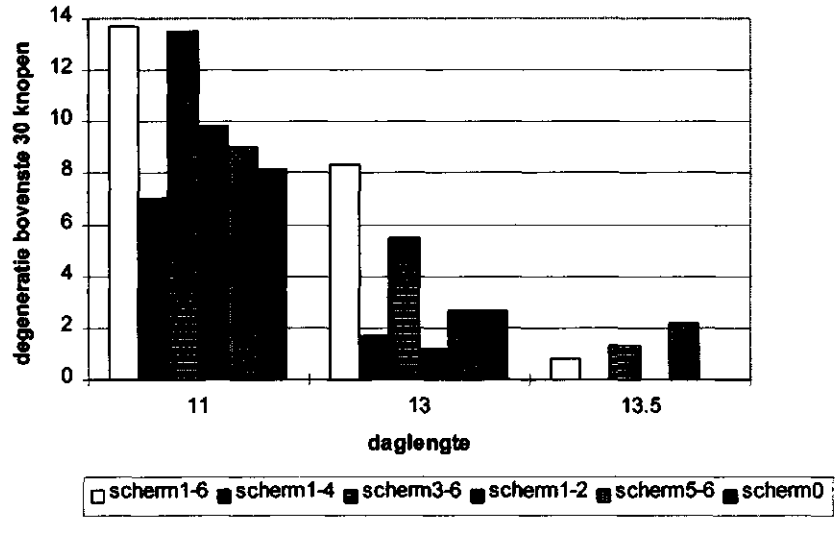
Figuur 13 - Het effect van het wegschermen van licht tijdens de KD-periode op het aantal geproduceerde bloemen op de bovenste 30 knopen 'Monte Cassino'. Uitleg legenda: zie *Figuur 10.*

Figuur 10, Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13 tonen het effect van het wegschermen van licht op het aantal bloemen per tak bij 'Dark Pink Star' en 'Monte Cassino'. Voor beide rassen geldt wederom dat het verlengen van de daglengte een positief effect had op de bloembezetting van de takken, zowel van 11 naar 13 als van 13 naar 13,5 uur. De vier grafieken laten alle hetzelfde beeld zien: de uiterst linkse kolom was gedurende de hele periode geschermd, en had dientengevolge het laagste aantal bloemen, de uiterst rechtse kolom was in het geheel niet geschermd, en had meestal het hoogste aantal bloemen. Dit patroon geldt voor zowel de 11, 13 als 13,5 uurbehandeling. Opmerkelijk was dat het effect van de daglengte dat van de hoeveelheid licht volledig overklaste: zelfs de zwaarst geschermde behandeling bij een daglengte van 13 uur had meer bloemen dan de ongeschermde bij 11 uur. Hetzelfde gold voor de vergelijking van 13 en 13,5 uur. Figuur 14 en Figuur 15 tonen het effect van schermen op het aantal gedegenereerde meristemen op het bovenste gedeelte van de tak. Bij 'Dark Pink Star' was de verdroging het

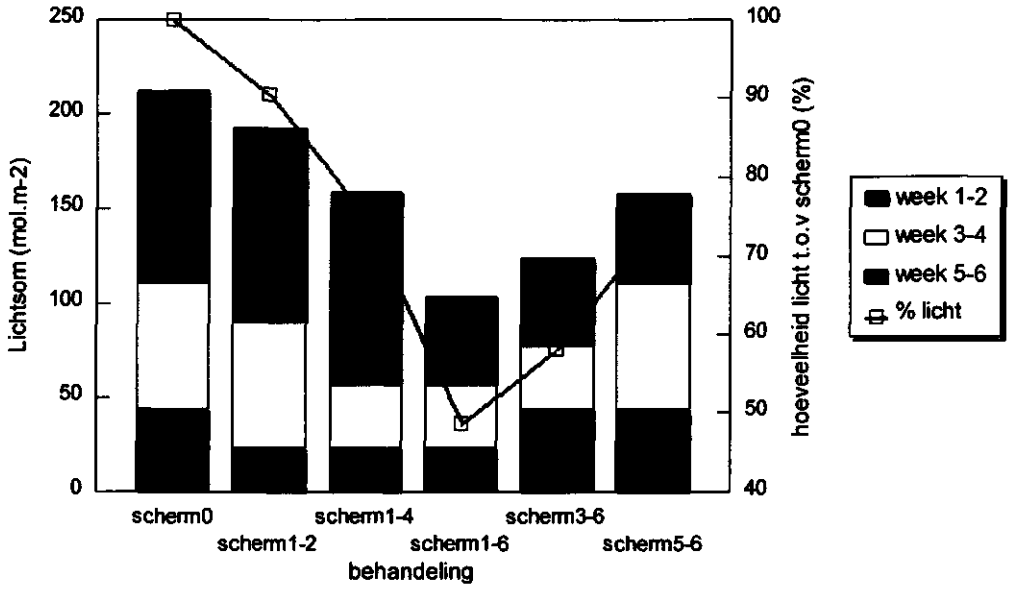
minst wanneer niet werd geschermd of geschermd werd tijdens de laatste weken van de KD-periode. Bij 'Monte Cassino' was de verdroging juist groter bij het wegschermen van licht tijdens de laatste vier weken van de KD-periode. Wegschermen van licht in de eerste twee of de laatste twee weken had weinig extra verdroging tot gevolg.



Figuur 14 - Het effect van het wegschermen van licht tijdens de KD-periode op het aantal gedegenereerde meristemen op de bovenste 30 knopen 'Dark Pink Star'. Uitleg legenda: zie *Figuur 10.*

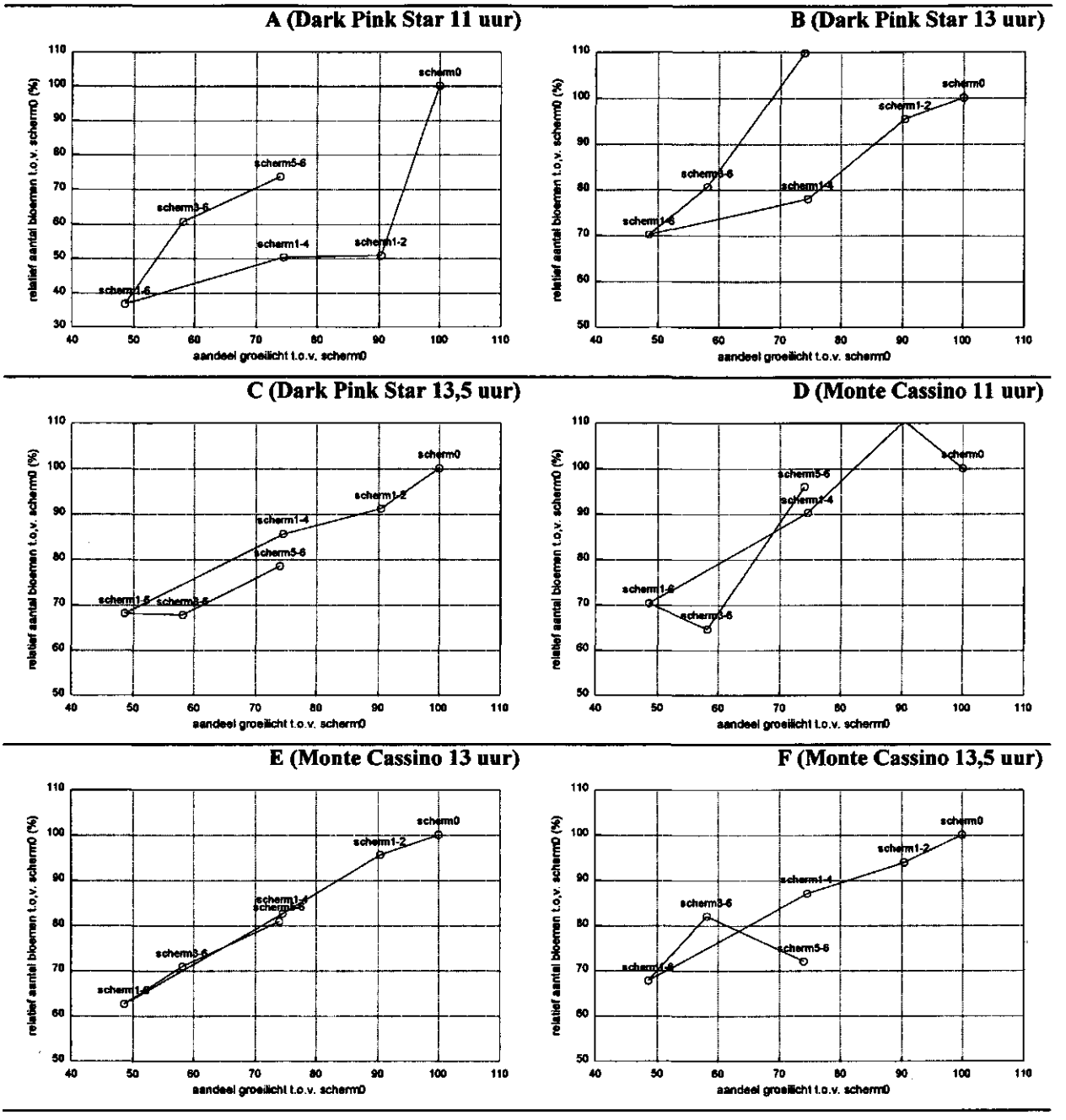


Figuur 15 - Het effect van het wegschermen van licht tijdens de KD-periode op het aantal gedegenereerde meristemen op de bovenste 30 knopen 'Monte Cassino'. Uitleg legenda: zie *Figuur 10.*



Figuur 16 - De hoeveelheid ontvangen groeilicht (mol.m^{-2} PPF) tijdens de verschillende perioden van de KD-periode bij de verschillende behandelingen (scherm 0 = niet geschermd, scherm1-2 = geschermd in 1^{e} twee weken, scherm1-6 = geschermd van week 1 t/m week 6 (proef duurde ongeveer 6 weken)). De lijn geeft het percentage groeilicht weer dat de verschillende behandelingen hebben gekregen ten opzichte van de behandeling die niet geschermd is (scherm 0). Schermen in de weken 5 t/m 6, en in de weken 3 t/m 4, had meer invloed op het totale ontvangen groeilicht dan schermen in de weken 1 t/m 2.

Uit figuur 16 valt af te leiden dat de hoeveelheid groeilicht niet gedurende de gehele proef gelijk is geweest. In de eerste twee weken van de proef was de hoeveelheid groeilicht resp. 43,6 en 23,3 mol.m^{-2} PPF voor de ongeschermde en de geschermde behandeling, in de derde t/m vierde week was dit resp. 67,3 en 33,6 mol.m^{-2} PPF en in de laatste twee weken was de hoeveelheid groeilicht resp. 101,5 en 46,5 mol.m^{-2} PPF voor de ongeschermde en de geschermde behandeling. Het wegschermen van licht in de laatste weken van de proef had dus, wat betreft de totaal ontvangen hoeveelheid licht, grotere gevolgen dan het wegschermen van licht in het begin van de proef (Figuur 16). In Figuur 17 is derhalve het aantal aangelegde bloemen en de hoeveelheid groeilicht uitgezet in relatieve eenheden. Hieruit valt af te leiden dat het wegschermen van licht bij 'Dark Pink Star' in de eerste weken van de KD-periode al leidde tot een vermindering van het aantal bloemen met 50%. Het schermen tijdens de twee laatste weken had een vermindering van ongeveer 25% tot gevolg. De behandeling 11 uur lijkt bij 'Dark Pink Star' zeer gevoelig voor het wegschermen van licht. Bij 'Dark Pink Star' had het wegschermen van licht tijdens de gehele KD-periode bij de behandeling 13 en 13,5 uur een vermindering van het aantal bloemen met 30-35% tot gevolg. Bij de behandeling 11 uur was dit 60%. Bij 'Monte Cassino' gaf het schermen tijdens de gehele KD-periode bij alle behandelingen een afname van het aantal bloemen van ongeveer 30%. Bij 'Dark Pink Star' lijkt door het verlengen van de dag tot 13 of 13,5 uur de gevoelige periode voor lichtafname iets te verschuiven. Terwijl bij de behandeling 11 uur al bij het wegschermen van licht in de eerste twee weken een grote reductie van het aantal bloemen plaatsvond, leek bij de behandeling 13 uur deze reductie pas plaats te vinden bij het schermen in de weken 3 en 4 en bij 13,5 uur in de weken 3, 4, 5 en 6. Bij 'Monte Cassino' was er nauwelijks sprake van een reductie in het aantal bloemen, doordat geschermd werd in een bepaalde gevoelige periode. Hoewel schermen duidelijk een negatief effect had op de bloembezetting is het moelijk aan te geven in welke periode van de KD-periode 'Monte Cassino' extra gevoelig is voor schermen. Bij de behandeling 13,5 uur lijkt het wegschermen van licht in de laatste weken van de KD-periode een relatief groot effect op de abortie van bloemen te hebben.

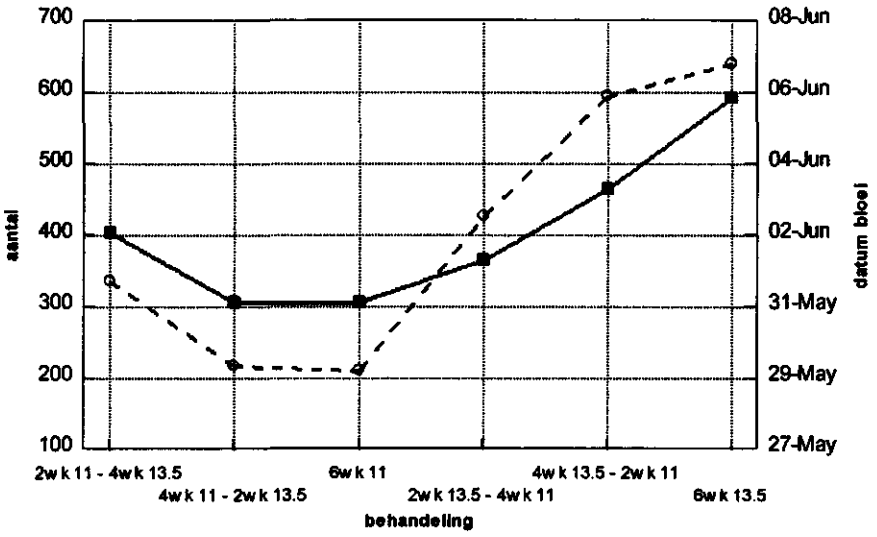


Figuur 17 - Relatieve hoeveelheid aantal bloemen per tak ten opzichte van de behandeling scherm0 versus het relatieve aandeel groeilicht ten opzichte van de behandeling scherm0 (behandeling waarbij niet geschermd werd). 'Dark Pink Star' A=11; B=13; C=13,5. 'Monte Cassino' D=11; E=13; F=13,5

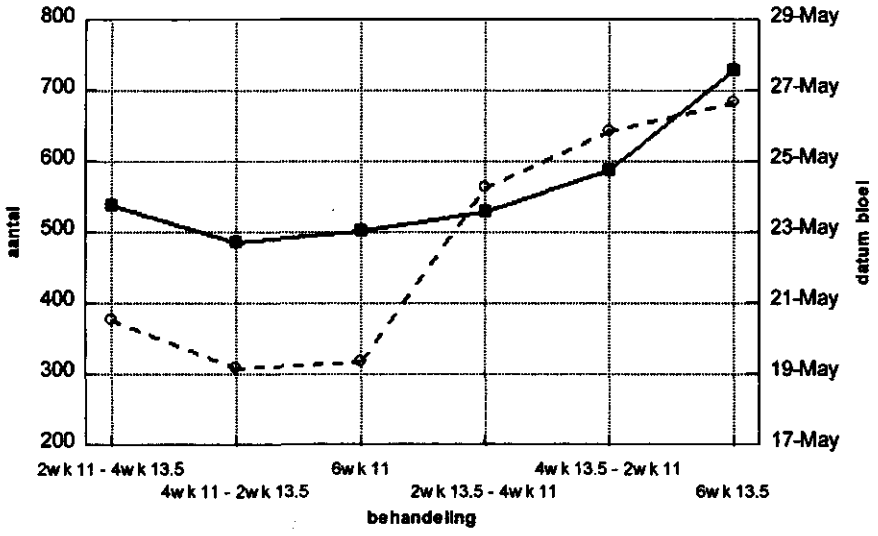
3.19 PROEF 18 EN 19: HET EFFECT VAN DAGVERLENGING TIJDENS VERSCHILLENDE PERIODEN VAN DE KORTEDAGPERIODE

In proef 18 ('Monte Cassino'; start 23 april 1996) en 19 ('Dark Pink Star'; start 30 april 1996) is gekeken naar het effect van dagverlenging tijdens verschillende perioden van de KD-periode. De proefopzet was ongeveer hetzelfde als die van proef 17 met uitzondering dat in deze proef de twee behandelingen bestonden uit een daglengte van 11 en 13,5 uur (in plaats van schermen en niet schermen). Iedere twee weken zijn planten overgezet van een daglengte van 11 uur naar 13, 5 uur en viceversa. Het doel was het onderzoeken van het effect van de fotoperiode tijdens

de verschillende stadia van de bloemontwikkeling op het uiteindelijk volledig gevormde aantal bloemen per tak. Ook in deze proef is de plantdichtheid maar 30 planten per m^2 geweest.



Figuur 18 - Het effect van dagverlenging tijdens verschillende perioden van de KD-periode op het aantal bloemen (gesloten lijn) en het tijdstip van bloei (open lijn) van de hoofdknop bij 'Dark Pink Star'. Voorbeeld: behandeling 2 wk 11- 4 wk 13,5 betekent dat de behandeling in de eerste twee weken een daglengte van 11 uur en de vier weken daarop 13,5 uur heeft gekregen. De proef duurde ongeveer zes weken.



Figuur 19 - Het effect van dagverlenging tijdens verschillende perioden van de KD-periode op het aantal bloemen (gesloten lijn) en het tijdstip van bloei (open lijn) van de hoofdknop bij 'Monte Cassino'. Voorbeeld: behandeling 2 wk 11- 4 wk 13,5 betekend dat de behandeling in de eerste twee weken een daglengte van 11 uur en de vier weken daarop 13,5 uur heeft gekregen. De proef duurde ongeveer zes weken.

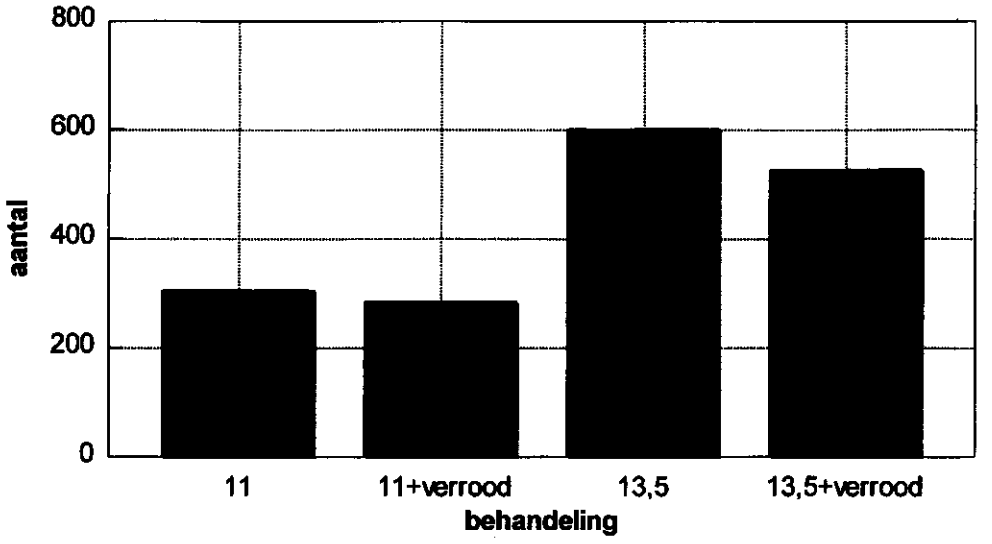
Uit Figuur 18 en figuur 19 blijkt dat voor zowel 'Dark Pink Star' als 'Monte Cassino' geldt dat het effect van dagverlenging op de bloeivertraging het grootst is als de dagverlenging wordt

toegepast in de eerste weken van de KD-periode en dat de bloeivertraging toeneemt naarmate de dag voor langere tijd wordt verlengd. Ook geldt dat het effect van de dagverlenging op het aantal geproduceerde bloemen per tak pas groot wordt als gedurende ten minste vier weken wordt doorgegaan met dagverlenging. Als in de eerste weken de dag niet wordt verlengd en daarna pas wordt overgeschakeld naar een langere daglengte blijkt dit vrijwel geen effect te hebben op het aantal bloemen en het bloeitijdstip. Verder blijkt dat het verlengen van de dag in de eerste twee weken van de KD-periode een groot effect heeft op de bloeivertraging, maar dat er nauwelijks meer bloemen worden gevormd. Uit bovenstaande kan worden afgeleid dat het toepassen van de dagverlenging alleen effect heeft als vanaf het begin en gedurende een groot deel van de KD-periode de dag wordt verlengd. Zoals al eerder is vermeld vindt knopabortie vooral plaats in de stadia 2 en 7 (zie 3.22). Stadium 7 wordt bij de axillaire meristemen bereikt na ongeveer 3-5 weken. Door dagverlenging en de hoeveelheid licht tijdens de KD-periode kan dit iets verschillen, maar duidelijk is dat de dagverlenging dient te worden voortgezet tot vrijwel alle meristemen stadium 7 hebben bereikt. Voor de praktijk lijkt dit in te houden dat ten minste 4-5 weken de dag moet worden verlengd. Gezien de iets tragere ontwikkeling van 'Monte Cassino' lijkt bij dit ras tenminste vijf weken nodig te zijn.

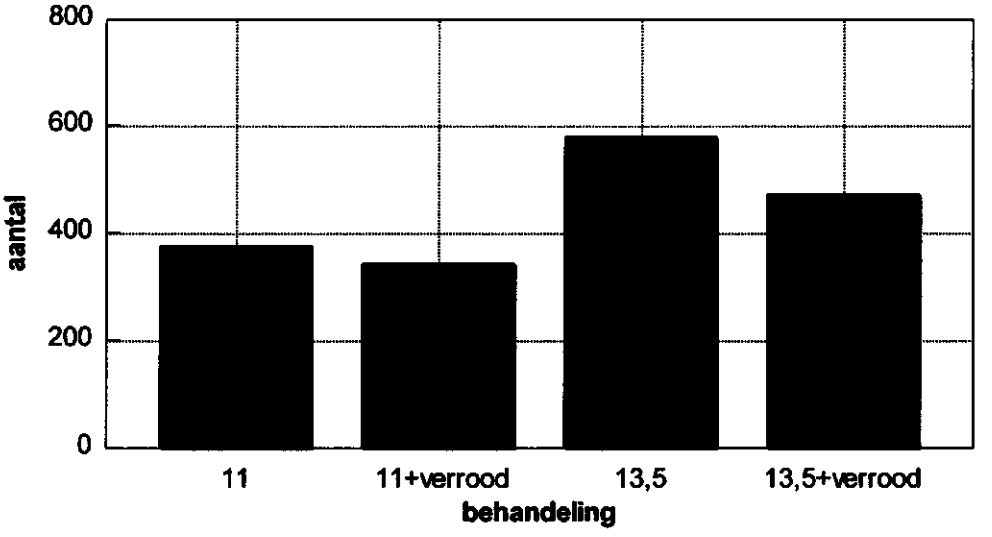
3.20 PROEF 20: HET EFFECT VAN VERROOD OP DE BLOEMBEZETTING

In proef 20 is onderzocht wat het effect is van verrood licht op het aantal geproduceerde bloemen per tak (start 7 mei 1996). Uit eerdere proeven is gebleken dat het gebruik van gloeilampen of spaarlampen bij een daglengte van 12 uur geen duidelijk verschil gaf. Gloeilampen geven relatief veel verrood licht, terwijl spaarlampen geen verrood uitstralen. De verrood-nabehandeling bestond uit een halfurige belichting direct aan het einde van de dag (lichtsterkte $\pm$ 0,4 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$, λ = 700 - 800 nm, gloeilampen met spectrale filters Lee 105 en 120, LEE Filters, Andover, England). In deze proef hebben de verschillende behandelingen de daadwerkelijke daglengte gekregen (dus behandeling 13,5 uur heeft 13,5 uur lang kunnen fotosynthetiseren [1]).Verwacht mag worden dat de effecten van dagverlenging groter zullen zijn dan in de vorige proeven, doordat de planten meer assimilaten hebben voor de ontwikkeling van de bloemen. Net als in de twee vorige proeven was de plantdichtheid 30 planten per m^2 . In deze proef is bij behandeling 13,5 uur de dag tot de oogst verlengd.
Uit Figuur 20 en Figuur 21 wordt duidelijk dat verrood-nabelichting in deze proef een negatief effect had op het aantal geproduceerde bloemen per tak. Bij beide rassen was de bloembezetting bij een daglengte van 13,5 uur beter dan bij een daglengte van 11 uur. In deze proef was geen sprake van een vegetatieve doorgroei bij de behandeling 13,5 uur (zoals in proef 1), ondanks dat tijdens de gehele KD-periode de daglengte tot 13,5 werd verlengd.

[1]) Ter verduidelijking: in alle vorige proeven was de daglengte bij alle behandelingen opgedeeld in 11 uur natuurlijk licht en een x aantal uur stuurlicht (lichtniveau 3-4 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$).



Figuur 20 - Het effect van de dagverlenging in combinatie met verrood-nabelichting op het aantal geproduceerde bloemen per tak bij 'Dark Pink Star'.

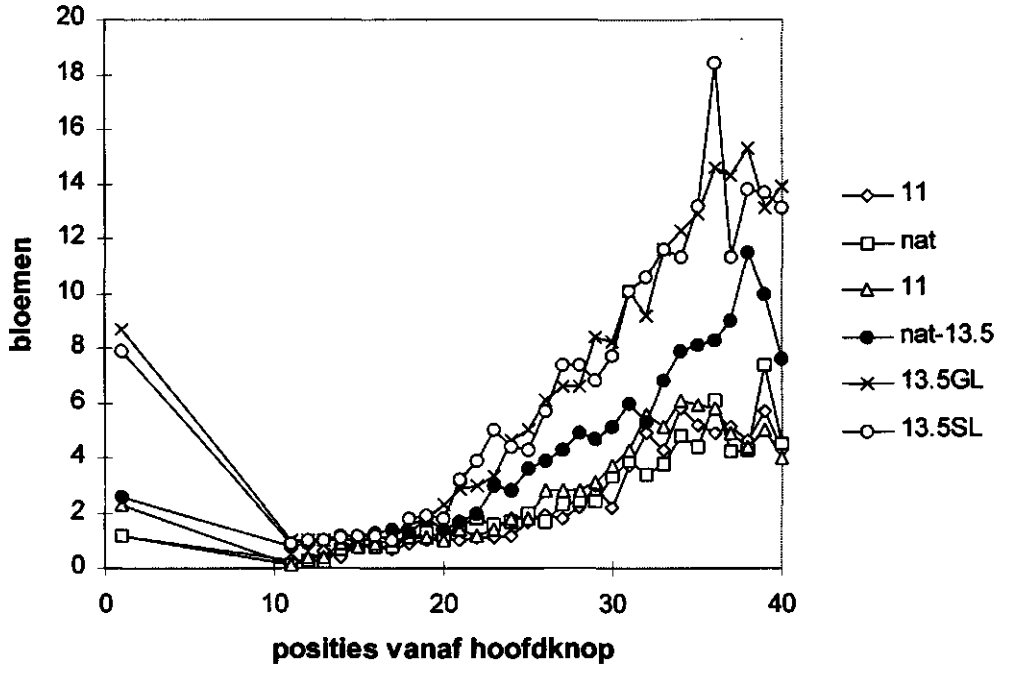


Figuur 21 - Het effect van de dagverlenging in combinatie met verrood-nabelichting op het aantal geproduceerde bloemen per tak bij 'Monte Cassino'.

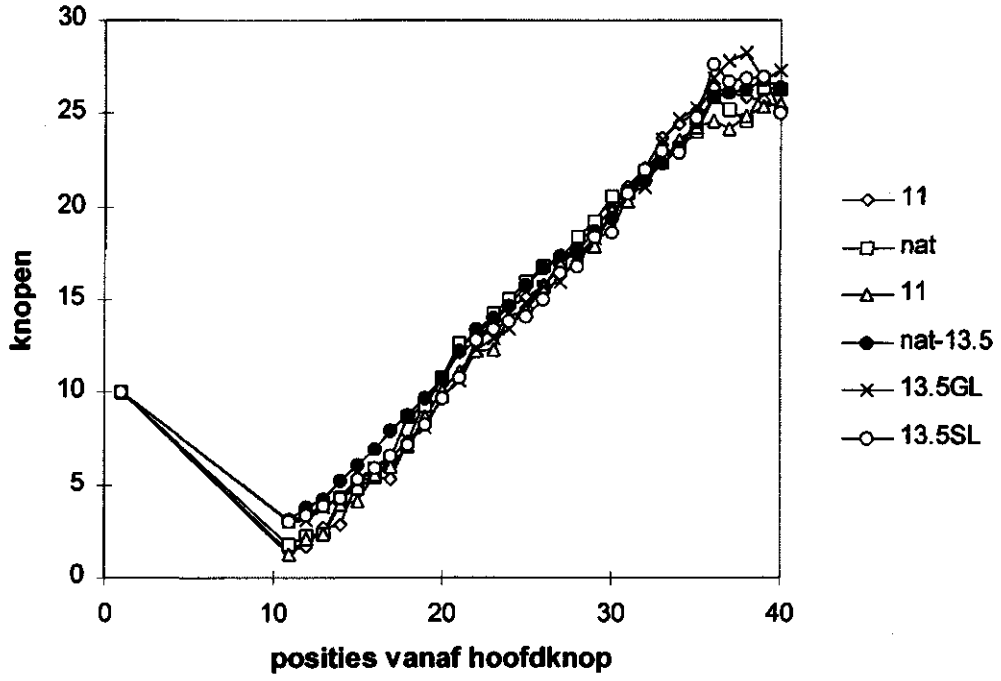
3.21 PROEF 21

In deze proef is gekeken naar de effecten van dagverlenging met behulp van gloeilamp, SL-Agro en assimilatiebelichting (HQI-T) op de bloembezetting bij 'Dark Pink Star'. De proef is gestart op 15 oktober 1996. Bloei vond half december plaats. De bloeivertraging van de behandelingen met een fotoperiode van 13,5 uur was ongeveer 11 dagen. Er is van alle zijtakjes van een tak de volgende parameters bepaald: het aantal volledig ontwikkelde knoppen (Figuur 22), het aantal knopen (Figuur 23), het percentage gedegenereerde meristemen (Figuur 24), het aantal meristemen dat aborteerde voordat stadium 3 was bereikt (Figuur 25) en het aantal meristemen dat aborteerde nadat stadium 3 was bereikt (Figuur 26). Uit Figuur 22 valt af te leiden dat het aantal volledig ontwikkelde bloemen op alle posities hoger was voor de behandelingen

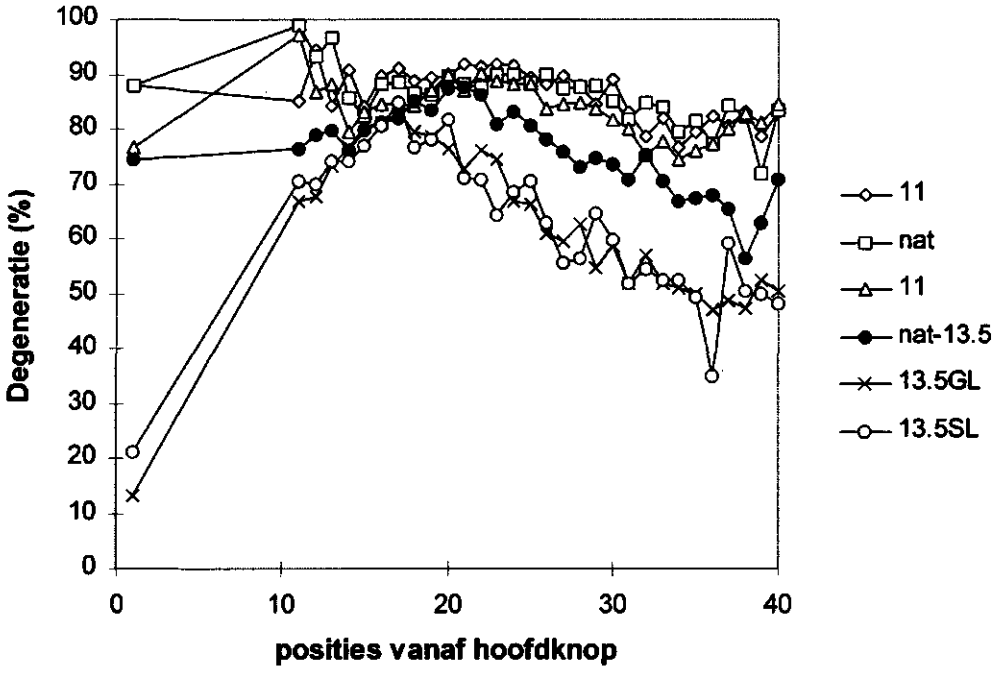
met een fotoperiode van 13,5 uur. Dit geldt met name voor de behandelingen waarbij de dag was verlengd tot 11 uur met assimilatielicht en waarna de dag verder was verlengd tot 13,5 uur met stuurlicht (gloeilamp of SL-agro). Tussen gloeilamp en SL was geen verschil waarneembaar, ondanks het feit dat de gloeilamp verrood uitstraalt. Het verlengen van de natuurlijke daglengte tot 13,5 uur met alleen gloeilamp gaf wel een verbetering van de bloembezetting, maar deze was minder dan bij de andere twee dagverlengingen (13,5 GL en 13,5 SL). Bij de behandeling 13,5 SL en 13,5 GL was veel minder sprake van abortie van meristemen voordat stadium 3 was bereikt (Figuur 25) dan bij de andere behandelingen. Wat betreft de abortie na dit stadium waren de verschillen tussen de behandelingen kleiner. De verbetering van de bloembezetting bij de behandelingen 13,5 SL en 13,5 GL was dus voornamelijk het gevolg van het uitblijven van abortie in het begin van de ontwikkeling van de meristemen. Het aantal knopen van de zijtakjes was voor alle behandelingen, ongeacht de positie op de hoofdtak, voor alle behandeling gelijk (Figuur 23). De integrale hoeveelheid groeilicht tijdens de gehele KD-periode was bij de behandelingen 11, 13,5 GL en 13,5 SL ongeveer 130 mol.m^{-2}, terwijl deze bij de behandeling nat en nat-13,5 uur ongeveer 122-127 mol.m^{-2} was. De geschatte extra hoeveelheid groeilicht was bij het verlengen van de natuurlijke daglengte tot 11 uur met assimilatielicht maar 3-7%. Bij de behandeling met de natuurlijke daglengte, variërend van 10.50 uur tot 7.50 uur aan resp. het begin en het einde van de proef, gaf nauwelijks minder bloemen dan de behandeling 11 uur (3-7% meer licht). Bij de behandeling met de natuurlijke daglengte aangevuld tot 13,5 uur met uitsluitend gloeilamplicht was echter wel duidelijk sprake van een verminderde bloembezetting, in vergelijking tot de behandeling 13,5 GL en 13,5 SL, maar weer veel beter dan de 11 uur, ondanks de geringere hoeveelheid licht.



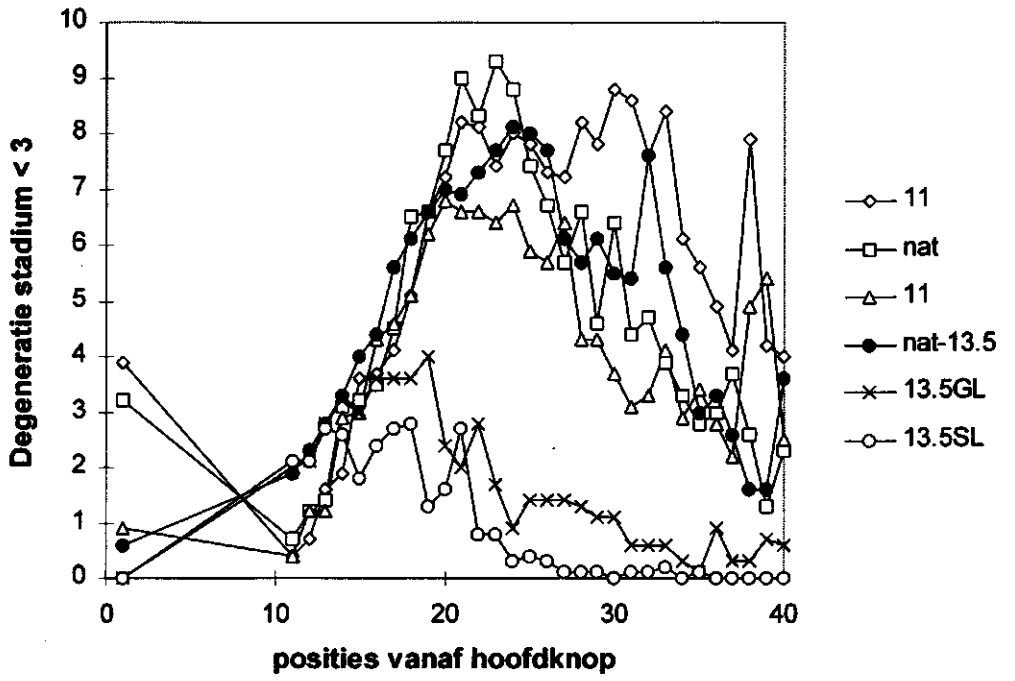
Figuur 22 - Het aantal bloemen per positie. Positie 1 bestaat uit de bovenste tien knopen, incl. hoofdknop, vanaf positie 11 is tot positie 40 verder geteld. 11 = natuurlijke daglengte verlengd tot 11 uur met HQI-T; nat = natuurlijke daglengte; nat-13,5 = natuurlijke daglengte verlengd tot 13,5 uur met gloeilamp; 13,5 GL = natuurlijke daglengte verlengd tot 11 uur met HQI-T en verder verlengd tot 13,5 uur met gloeilamp; 13,5 SL = natuurlijke daglengte verlengd tot 11 uur met HQI-T en verder verlengd tot 13,5 uur met SL-Agro.



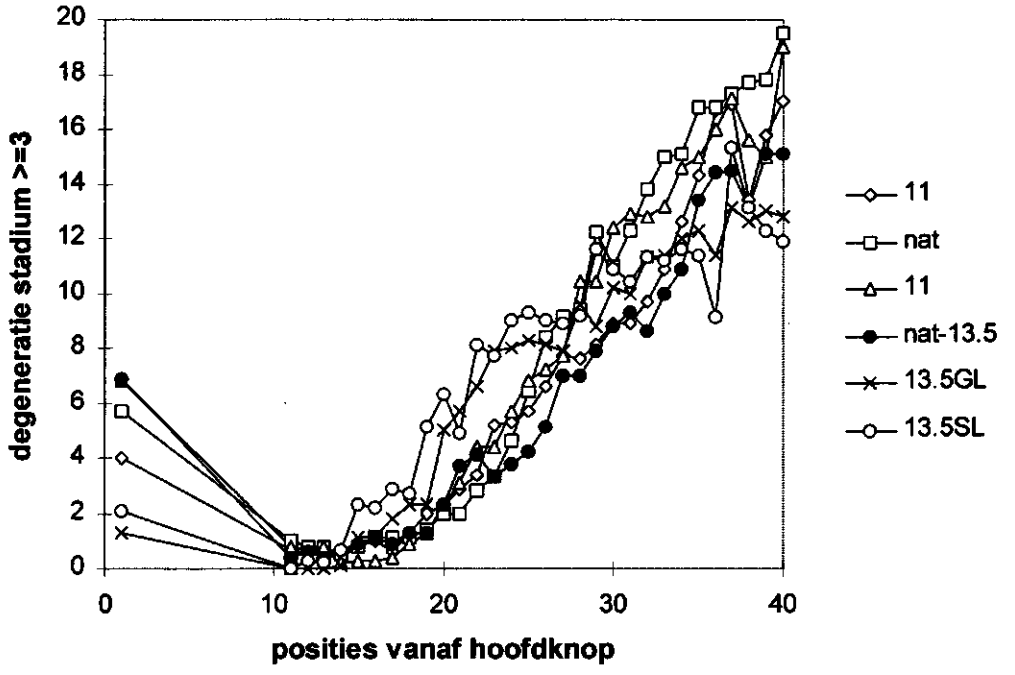
Figuur 23 - Het aantal knopen per positie.Toelichting zie *Figuur 22*.



Figuur 24 - Het percentage abortie per positie. Toelichting zie *Figuur 22*.



Figuur 25 - Het aantal geaborteerde meristemen per positie voordat stadium 3 was bereikt. Toelichting zie *Figuur 22*.



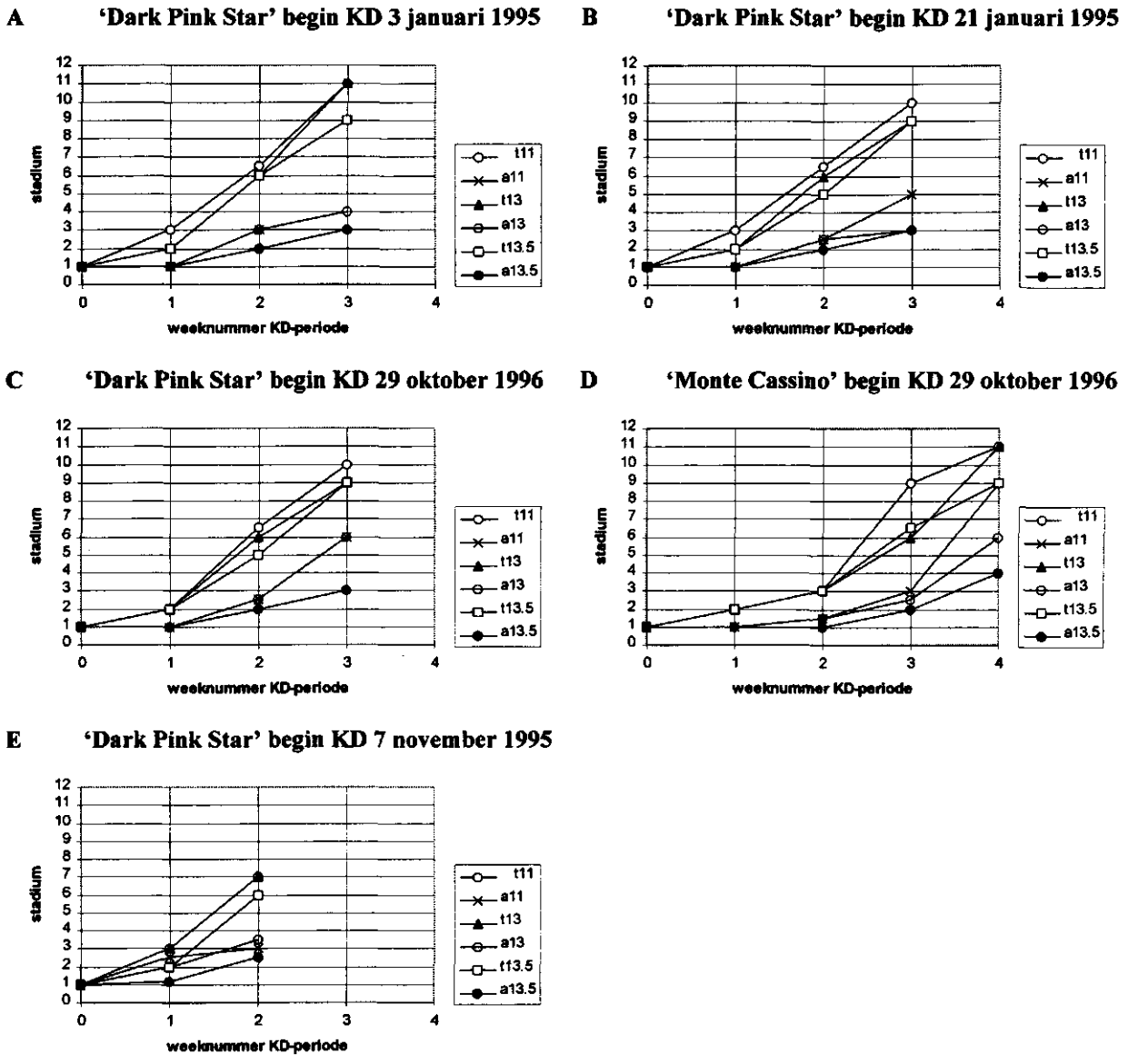
Figuur 26 - Het aantal geaborteerde meristemen per positie nadat stadium 3 was bereikt. Toelichting zie *Figuur 22*.

3.22 ANATOMISCH ONDERZOEK

Tijdens enkele proeven (proeven 6, 7, 8 en 15) zijn elke week monsters genomen voor anatomisch onderzoek van de meristemen, zodat de ontwikkeling van de meristemen bij verschillende daglengtes kon worden bestudeerd. De ontwikkeling van de meristemen van vegetatief groeipunt tot het stadium waar alle onderdelen van de bloeiwijze zijn gevormd is opgedeeld in elf fasen, nl:

1. vegetatief meristeem, het groeipunt is ietwat plat en wordt omgeven door bladprimordia
2. vergroot meristeem, het groeipunt is ietwat vergroot en gebold
3. rond het opbollende groeipunt (bloembodem) vormen zich bracteeën
4. van het groeipunt is bedekt met (ronde) bloemprimordia. Er ontstaan ringen van bloemprimordia aan de rand van het groeipunt
5. van de bloembodem is bedekt met bloemprimordia
6. de bloembodem is nu geheel bedekt met bloemprimordia. De bloemprimordia beginnen van boven af te vlakken
7. de bloemprimordia zijn van boven allemaal afgeplat en hebben een cup-achtige vorm
8. ontwikkeling van de kroonbladeren
9. stadium waarin de meeldraden worden gevormd
10. de kroonbladen zijn naar elkaar toegegroeid, waardoor de bloemdelen nu vrijwel volledig worden omsloten.
11. de vorming van het vruchtbeginsel. De bloem is in het geheel gesloten

In bijlage II zijn foto's opgenomen van microscopische weergaves van de boven omschreven stadia. De tijd tussen stadium 1 en 11 van het apicale meristeem is, afhankelijk van het jaargetijde en de fotoperiode, drie tot vijf weken. Hieronder wordt de ontwikkeling omschreven van apicale en axillaire meristemen van 'Dark Pink Star' tijdens de KD-periode aan de hand van waarnemingen gedaan in verschillende winterexperimenten. Voor 'Monte Cassino' geldt dat de ontwikkeling van de meristemen in de eerste weken van de KD achterloopt in vergelijking tot 'Dark Pink Star'. Deze achterstand wordt na ongeveer drie weken ingehaald, maar stadium 11 wordt wel iets later bereikt (Figuur 27). Desalniettemin is het uiteindelijk bloeitijdstip hetzelfde. Dit houdt dus in dat de ontwikkeling tot stadium 11 langzamer verloopt (vooral de eerste zeven stadia), terwijl de verdere ontwikkeling vanaf stadium 11 tot de bloei bij 'Monte Cassino' sneller gaat dan bij 'Dark Pink Star'. Uit de bovenstaande omschreven proeven is al duidelijk geworden dat dit enige consequenties heeft voor hoelang tenminste moet worden doorgegaan met het verlengen van de fotoperiode. Uit Figuur 27 valt af te leiden dat de axillaire meristemen, die direct onder het apicale meristeem liggen, de eerste weken nauwelijks zichtbaar ontwikkelen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de apicale dominantie die het apicale meristeem uitoefent op de axillaire meristemen. Tussen week 2 en 3 neemt de ontwikkelingssnelheid toe, behalve voor behandeling 13,5 uur. In deze behandeling is de apicale dominantie klaarblijkelijk nog niet geheel opgeheven.
De snelheid waarmee de meristemen zich ontwikkelen verloopt in de winter iets langzamer dan in de zomer (enkele dagen).



Figuur 27 - Verloop van de ontwikkeling van apicale en axillaire meristemen gedurende de KD-periode in vier proeven, gestart op 3 jan (A), 21 jan (B), 29 oktober (C 'Dark Pink Star', D 'Monte Cassino') en 7 november (E); t11 = topmeristeem behandeling 11 uur, t13 = topmeristeem behandeling 13 uur; a11 axillair meristeem behandeling 11 uur, enz.

3.22.1 Eerste week

Tijdens de eerste week is nog maar weinig verandering zichtbaar. De apicale meristemen vergroten zich (stadium 2) en alleen bij behandeling 11 uur bereiken de apicale meristemen stadium 3. De axillaire meristemen vertonen weinig veranderingen (stadium 1). Voor alle meristemen geldt dat de ontwikkeling iets achterloopt wanneer deze worden beschaduwd (onderste zijtakken).

3.22.2 Tweede week

In de tweede week van de KD verandert veel. De apicale meristemen bij de behandelingen 13 en 13,5 uur zijn na twee weken voor een groot deel bedekt met bloemprimordia (stadium 5) en bij behandeling 11 uur zijn de meristemen zelfs geheel bedekt (stadium 6) en soms is stadium 7 al (gedeeltelijk) bereikt (de grenzen van de verschillende stadia zijn niet altijd even duidelijk). In doorsnede zijn de meristemen ruim twee keer zo groot geworden. De axillaire meristemen lopen duidelijk achter in ontwikkeling (stadia 2-4). Meristemen die zich zeer dicht bij apicale meristemen bevinden zijn als gevolg van de apicale dominantie nog minder ver (stadium 2). Met de gebruikte onderzoekmethode was het moeilijk te onderscheiden of deze axillaire meristemen al waren geaborteerd, hetgeen aannemelijk is. Onderzoek in Israël heeft aangetoond dat de meristemen die zich in stadium 2 bevinden zeer gevoelig zijn voor knopabortie en bij de eindwaarnemingen bleek altijd weer dat de eerste meristemen die niet tot ontwikkeling waren gekomen, zich zeer dicht bij het apicale meristeem bevonden.

3.22.3 Derde week

Bij behandeling 11 was de ontwikkeling van de apicale meristemen al vrijwel voltooid (stadium 11). Alle bloemdelen, inclusief de meeldraden en de stamper, waren zichtbaar aanwezig. De apicale meristemen bij behandelingen met een daglengte van 13 of 13,5 uur waren minder ver gevorderd (stadium 10, 10-11). De axillaire meristemen ontwikkelen zich nu sneller dan in de eerste twee weken van de KD-periode (stadium 4-6).

3.22.4 Vierde week

Voor alle behandelingen geldt dat de apicale meristemen in hun ontwikkeling stadium 11 voorbij zijn. Wat betreft de grootte is behandeling 11 verder, wat wijst op een verdere ontwikkeling. De axillaire meristemen zijn nu al redelijk ver in hun ontwikkeling. De meeste zijn stadium 7 voorbij en er komen zelfs meristemen voor in stadium 10.

Opmerkingen:

Abortie van meristemen vindt eigenlijk alleen plaats op axillaire posities. Verlies van kwaliteit door een slechte bloembezetting is ook altijd het gevolg van een massale abortie van axillaire meristemen. Uitgaande van het feit dat de stadia 2 en 7 cruciaal zijn voor het slagen van de ontwikkeling van een meristeem, is het evident dat voor 'Dark Pink Star' de eerste vier weken zeer belangrijk zijn voor het al dan niet verkrijgen van een tak met een goede bloembezetting. Namelijk, na vier weken KD hebben vrijwel alle meristemen minimaal stadium 7 bereikt. De meeste abortie vindt plaats in stadium 7, dus in de eerste drie à vier weken van de KD-periode.

4. DISCUSSIE

4.1 ALGEMEEN

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat met weinig middelen de kwaliteit van *Aster* is te verbeteren. *Aster* is een kortedagplant, wat inhoudt dat *Aster* bloeit onder korte dagen. De kritische daglengte ligt tussen 12 en 13 uur. Langere daglengtes hebben tot gevolg dat de bloei wordt vertraagd. Om onduidelijke redenen wordt in de Nederlandse praktijk doorgaans een kortedag gegeven van 11 uur. In Nederland en Israël varieert de daglengte van resp. ongeveer 7.50 en 10.00 uur in de winter tot resp. ruim 16.00 en 14.00 uur in de zomer (zie Bijlage III). Hoewel in Israël de hoeveelheid natuurlijke instraling in de winter ongeveer drie maal groter is dan in Nederland, speelt ook daar het probleem van een verminderde bloembezetting. Uit eerder onderzoek in Nederland en Israël was naar voren gekomen dat de daglengte een zekere rol speelt in de uiteindelijke bloembezetting van astertakken (Blacquière & De Koster, 1991; Wallerstein et al. 1992).
In de eerste proeven was de verbetering van de bloembezetting door dagverlenging niet altijd even groot. Naar ons inzicht was dit wellicht het gevolg van de zeer hoge plantdichtheid. Opvallend was namelijk dat ogenschijnlijk bij de behandelingen 13 uur en 13,5 uur veel meristemen wel verder ontwikkelden dan bij de controlebehandeling met een daglengte van 11 uur, maar dat deze meristemen in een later stadium alsnog verdroogden. Bovendien was bij fotoperiodes van 13 en 13,5 uur sprake van doorwas en extra vertraging van de bloei. Dit was met name het geval bij de lager gelegen meristemen. Dit wekt de indruk dat abortie van meristemen alsnog optrad door gebrek aan assimilaten, maar wellicht (gedeeltelijk) verklaard kan worden door de zeer lage rood/verrood verhouding in het dichte gewas. Door absorbtie van het rode licht door bladeren wordt het lichtspectrum binnen het gewas gekenmerkt door weinig rood en veel verrood licht (Smith, 1982). Verrood licht kan de abortie van meristemen bevorderen. In latere proeven is overgegaan tot een mindere plantdichtheid en in deze proeven was de verbetering van de bloembezetting altijd aanzienlijk. De verbetering van de bloembezetting die mag worden verwacht door dagverlenging kan dan ook niet geheel los worden gezien van de instraling en de plantdichtheid.

4.2 DE INVLOED VAN DE HOEVEELHEID NATUURLIJKE INSTRALING

De hoeveelheid groeilicht heeft grote invloed op de bloembezetting, c.q. de abortie van axillaire meristemen (zie 3.17). In de wintermaanden is in Nederland de hoeveelheid groeilicht, door een korte dag (8-10 uur) en weinig instraling, zeer klein. Dit heeft tot gevolg dat veel axillaire meristemen zich niet kunnen ontwikkelen, door een gebrek aan suikers. Telers kunnen zonder assimilatiebelichting in deze periode geen goede kwaliteit produceren. Hoewel in dit onderzoek is aangetoond dat door het verlengen van de fotoperiode met stuurlicht de bloembezetting kan worden verbeterd, is het twijfelachtig of in Nederland zonder assimilatiebelichting de teelt van *Aster* jaarrond kan plaatsvinden. Desalniettemin is het wel aannemelijk dat de kwaliteit in de rest van het jaar, met name in voor- en najaar, met stuurlicht kan worden verbeterd. Wellicht kan ook met de productie langer worden doorgegaan, en eerder worden begonnen. De invloed van de hoeveelheid instraling op de uiteindelijke bloembezetting lijkt afhankelijk te zijn van het ontwikkelingsstadium van de axillaire meristemen. De invloed van licht op het wel dan niet plaatsvinden van abortie lijkt niet voor alle stadia even groot te zijn. Bij het ras 'Dark Pink Star' lijkt de hoeveelheid instraling vooral belangrijk te zijn in de eerste vier weken van de KD-periode (zie 3.17). Als de ontwikkeling enigszins wordt vertraagd door dagverlenging lijkt ook

de gevoelige periode voor knopabortie iets te verschuiven (ongeveer één week). Onder Nederlandse omstandigheden bereiken de meeste axillaire meristemen van 'Dark Pink Star' in de eerste vier weken van de KD-periode stadium 7 (zie 3.22). Uit Israëlisch onderzoek was al gebleken dat na dit stadium nog maar nauwelijks abortie optreedt. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de hoeveelheid licht vooral belangrijk is zolang de axillaire meristemen stadium 7 nog niet hebben bereikt. Uit het anatomisch onderzoek blijkt dat de ontwikkeling van meristemen bij het ras 'Monte Cassino' langzamer verloopt dan bij 'Dark Pink Star'. Dit heeft consequenties voor de lengte van de periode waarin licht een grote rol speelt in het al dan niet aborteren van bloemknoppen. Uit schermproeven in het voorjaar (zie 3.18) bleek dat bij 'Dark Pink Star' met een daglengte van 11 uur het wegschermen van licht vooral in de eerste weken van de KD-periode, veel abortie tot gevolg had. Bij daglengtes van 13 en 13,5 uur had het wegschermen van licht in de eerste weken van de KD-periode minder grote gevolgen. Bij het ras 'Monte Cassino' lijkt de gevoeligste periode voor abortie te liggen tussen week 3 en week 5 van de KD-periode. Opvallend was dat bij 'Dark Pink Star' het wegschermen van licht bij een fotoperiode van 11 uur relatief veel meer abortie tot gevolg had dan bij de langere fotoperiodes (resp. 60% en 30%). Dit suggereert dat *Aster* bij korte fotoperiodes gevoeliger is voor abortie ten gevolge van weinig licht dan bij langere fotoperiodes.

4.3 DE INVLOED VAN DE FOTOPERIODE

Verbetering van de kwaliteit van *Aster* kan worden verkregen door met een dagverlenging de ontwikkeling van de meristemen in de eerste weken van de kortedag-periode te vertragen. De ontwikkeling van de meristemen kan worden vertraagd door de daglengte rond een bepaalde kritieke daglengte te houden. In dit onderzoek blijkt dat dit vooral goed werkt bij een daglengte van 13,5 uur gedurende ten minste vier weken bij 'Dark Pink Star' en vijf tot zes weken bij 'Monte Cassino' aan het begin van de kortedag-periode. Verbetering van de bloembezetting vindt ook wel plaats bij een daglengte van 13 uur, maar uit de verschillende proeven is gebleken dat het resultaat bij deze daglengte niet altijd positief is. Bovendien is de verbetering altijd minder dan bij een fotoperiode van 13,5 uur. Daglengtes korter dan 13 uur hebben, in vergelijking tot de gebruikelijke daglengte van 11 uur, nauwelijks of geen invloed op de bloembezetting en het tijdstip van de bloei. Het toepassen van de dagverlenging heeft ook tot gevolg dat de bloei wordt vertraagd. Bij een daglengte van 13,5 uur was dit meestal ongeveer 11 dagen. De vertraging leek het grootst in de zomermaanden. Het toepassen van een dagverlenging in de zomermaanden is echter weinig zinvol en bovendien wordt het risico van te vegetatieve groei tijdens de KD-periode vergroot (zie 3.1 en 3.2). Uit het onderzoek is gebleken dat het toepassen van een dagverlenging bij 'Dark Pink Star' na een aantal weken nauwelijks effect heeft op de uiteindelijke bloembezetting (3.19). Dit is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat er geen of nauwelijks verdere abortie optreedt van axillaire meristemen, na stadium 7. Bij het ras 'Dark Pink Star' hadden vrijwel alle axillaire meristemen dit stadium bereikt na ongeveer vier à vijf weken. Tijdens veel proeven bleek dat bij 'Dark Pink Star' het terugbrengen van de daglengte naar 11 uur na vier weken KD geen negatieve invloed had op de uiteindelijke bloembezetting. De eerste proeven (gestart in de zomer) hadden de indruk gewekt dat het niet terugbrengen van de daglengte van 13,5 uur naar 11 uur tot gevolg heeft dat knoppen niet tot bloei komen. Dit geldt wellicht voor de zomermaanden en bepaalde omstandigheden (hoge temperatuur en hoge plantdichtheid), maar in latere proeven bleek dat het verlengen van de dag gedurende de gehele KD-periode niet hoeft te leiden tot een volledig uitstel van de bloei. Uit de proef, waar onderzocht is in welke periode van de KD-periode het verlengen van de dag het meeste effect heeft op de uiteindelijke bloembezetting (zie 3.19), bleek dat bij 'Dark Pink Star' een toepassing van een dagverlenging van 13,5 uur voor tenminste vier weken het beste resultaat had. De scheiding tussen vier of zes weken 13,5 uur is niet duidelijk, en gezien het feit dat het toepassen van een

dagverlenging van 13,5 uur gedurende vier weken niet altijd even gunstig was, kan worden aangenomen dat vier weken het minimum is. Het verlengen van de dag tot 13,5 uur gedurende vijf weken biedt wellicht meer zekerheid op succes. Bij het ras 'Monte Cassino' is gebleken dat het verlengen van de dag tot 13,5 uur voor vier weken niet voldoende is. Bij dit ras, waar de ontwikkeling van de meristemen tot stadium 11 minder snel verloopt dan bij 'Dark Pink Star', moet langer worden doorgegaan met de dagverlenging (vijf à zes weken).
Resumerend kan worden gesteld dat de gevoeligheid van de meristemen voor abortie afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium waarin het meristeem verkeert. De gevoeligheid voor abortie kan worden verminderd door de ontwikkeling te vertragen door dagverlenging. Hoewel dit in het onderzoek niet is bewezen lijkt het aannemelijk dat een vertraagde ontwikkeling de vraag naar assimilaten per tijdseenheid doet verminderen. Bij een snelle ophef van de apicale dominantie en een snelle inductie van axillaire meristemen, ontstaat in korte tijd een grote vraag naar assimilaten. Vooral onder donkere omstandigheden worden door fotosynthese weinig suikers geproduceerd en een plotseling optreden van een grote vraag naar assimilaten kan onder dergelijke omstandigheden leiden tot degeneratie van axillaire meristemen.

4.4 DE INVLOED VAN HET LICHTSPECTRUM

In dit onderzoek zijn geen duidelijke verschillen gevonden tussen het gebruik van spaarlampen (SL-Agro) en de gloeilamp. Er was hoogstens sprake van enige toename van strekking bij het gebruik van de gloeilamp, wat het gevolg is van het aandeel verrood in het lichtspectrum van de gloeilamp. Echter, in de laatst uitgevoerde proef (hoofdstuk 3.21) was bij het verlengen van de dag van de natuurlijke daglengte tot 13,5 uur (nat-13,5) (belichtingsduur begin proef 2,50 uur, einde proef 5,50 uur) duidelijk sprake van een verminderde bloembezetting ten opzichte van de behandelingen waar de dag werd verlengd van 11 uur tot 13,5 uur (13,5 SL en 13,5 GL) (belichtingsduur met stuurlicht 2,50 uur). Helaas is in deze proef geen gebruik gemaakt van een behandeling waar de dag werd verlengd vanaf de natuurlijke daglengte tot 13,5 uur met behulp van SL-Agro lampen. Het is daardoor niet duidelijk of de verminderde bloembezetting van de behandeling nat-13,5, in vergelijking tot de andere behandelingen 13,5 uur, het gevolg was van de verrode straling van de gloeilampen of alleen het gevolg was van minder fotosynthese. De planten in behandelingen waar de natuurlijke daglengte werd verlengd tot 11 uur met assimilatielicht hebben tijdens de proef 0,10 uur (begin KD-periode) tot 3,08 uur (einde KD-periode) langer kunnen fotosynthetiseren dankzij de assimilatiebelichting (lichtniveau: 20 - 25 μmol. $m^{-2}.s^{-1}$ PPF). De geschatte extra hoeveelheid groeilicht door assimilatiebelichting ontvangen na zonsondergang was over de gehele KD-periode slechts 7%. Aangezien het extra groeilicht bij de behandeling 11 uur, t.o.v. de behandeling 11-nat, geen duidelijk effect had op de bloembezetting, terwijl bij de behandelingen 13,5 GL en 13,5 SL wel duidelijk sprake was van een verbeterde bloembezetting, lijkt het dat de slechtere bloembezetting bij de behandeling nat-13,5 uur het gevolg is van het gedurende lange tijd belichten met gloeilampen. Ter verduidelijking: het spectrum van gloeilampen bestaat voor een deel uit verrood; het spectrum van de uitgezonden straling van SL-Agro lampen bevat geen verrode straling. Verrode straling kan een negatieve invloed hebben op de ontwikkeling van axillaire bloemmeristemen. Dit kwam ook tot uiting in de proef waar een verrode nabelichting werd toegepast (zie 3.20).

5. CONCLUSIES

Door verlenging van de daglengte is het mogelijk de bloembezetting bij *Aster* te verbeteren. De verbetering is het grootst bij een dagverlenging tot 13,5 uur. Bij daglengtes korter dan 13 uur is nauwelijks sprake van enige verbetering van de bloembezetting. De verlenging van de dag tijdens de kortedag-periode dient bij het ras 'Dark Pink Star' te geschieden gedurende tenminste vier weken vanaf het begin van de kortedag-periode. Bij het ras 'Monte Cassino' moet de dagverlenging ten minste vijf weken worden toegepast.
De verbetering van de bloembezetting door verlenging van de fotoperiode tijdens de kortedagperiode is het gevolg van een verminderde degeneratie van axillaire meristemen. Er is geen sprake van een toename van het aantal axillaire posities op een tak als gevolg van dagverlenging.
Het verlenging van de dag met stuurlicht heeft verder tot gevolg dat de bloei met ongeveer 10 dagen wordt uitgesteld. In perioden met veel natuurlijke instraling is het uitstel van de bloei door dagverlenging groter, dan in perioden met weinig instraling. De vertraging van de bloei is voor de axillaire meristemen iets groter dan voor de apicale meristemen, hetgeen het gevolg heeft dat de bloei op een tak iets minder homogeen is.
Abortie van axillaire meristemen gebeurt bij 'Dark Pink Star' voornamelijk in de eerste vier à vijf weken van de kortedagperiode (bij 'Monte Cassino is deze periode ongeveer vijf tot zes weken), waaruit afgeleid kan worden dat de abortie vooral plaatsvindt in de stadia die voorafgaan aan de ontwikkeling van kroonbladeren. In deze stadia is sprake van een verdikking van de bloembodem en de vorming van bloemprimordia op deze bloembodem. Als de bloembodems van de meeste axillaire meristemen volledig zijn bedekt met bloemprimordia en deze zijn voorzien van kroonbladeren, dan zijn de axillaire meristemen weinig gevoelig voor verdroging. Na dit stadium kan door dagverlenging of een toenemend lichtniveau nog maar nauwelijks enige verbetering van de bloembezetting worden bereikt.
De hoeveelheid licht gedurende de kortedagperiode heeft een grote invloed op de bloembezetting. Dit geldt vooral voor de hoeveelheid licht tijdens de eerste vier à vijf weken van de kortedag-periode.
Het succes van het toepassen van een dagverlenging tijdens de kortedag-periode wordt mede bepaald door de hoeveelheid beschikbaar licht. De plantdichtheid speelt hierin een grote rol. Het toepassen van dagverlenging geeft bij een dicht gewas weinig verbetering van de bloembezetting op met name de onderste zijtakken. Dagverlenging zal echter altijd leiden tot minder verdroging van axillaire meristemen die direct onder de hoofdknop zijn gelegen.
Verrode straling heeft een negatieve invloed op de bloembezetting bij *Aster*. Er zijn in dit onderzoek, wat betreft de abortie van bloemen, echter geen duidelijke verschillen gevonden tussen de toepassing van gloeilamplicht (met verrood) en SL-Agro lampen (zonder verrood). Het toepassen van een dagverlenging met gloeilamp voor de duur van langer dan 2.30 uur in de winter had echter wel een mindere bloembezetting tot gevolg. Niet duidelijk is of dit het gevolg was van het verrode aandeel in de straling van de gloeilamp. Dit zou verder onderzocht moeten worden.

LITERATUUR

Blacquière T. & de Koster R. (1991). 'Monte Cassino', 'Dark Pink Star' en 'Butterfly vergeleken, kritische daglengte ligt bij *Aster* rond de veertien uur. Vakblad voor de Bloemisterij 21, 48.

Durieux A. & Blacquière T. (1995). Verbetering bloembezetting bij *Aster*. Vakblad voor de Bloemisterij 25, 34-35.

Kadman-Zahavi A. & Yahel H. (1985). Aster pilosus. In: A.H.Halevy (ed.), Handbook of Flowering, Vol. V. CRC Press, Boca Raton, Florida. p42.

Salisbury F.B. & Ross C.W. (1992). Plant Physiology, Fourth edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA., p682.

Schwabe W.W. (1985). Aster novi-belgii. In; A. H. Halevy (ed.), Handbook of Flowering, Vol V, CRC Press, Boca Raton, FL., p29.

Smith H. (1982). Light quality, photoperception and plant strategy. Ann. Rev. Plant Physiol. 33, 481-518.

Vince-Prue D. (1975). Photoperiodism in plants. McGraw Hill, Maidenhead.

Wallerstein I., Kadman-Zahavi A., Nissim A. & Michal S. (1992). Photoperiod and sunlight quantity as factors in the control of flower development in *Aster* cultivars. Department of Ornamental Horticulture, Volcani Center Bet Dagan Israel, p16.

BIJLAGE I - LICHTSOMMEN EN AANTAL BLOEMEN

		lichtsommen mol.m^{-2} PPF					
proefnr.	**Start KD**	**week 1-2**	**week 2-3**	**week 3-4**	**week 4-5**	**week 5-6**	**week 6-7**
1.	21-Jun-94	198.8	243.9	252.2	265.68	243.45	199.91
2.	19-Jul-94	265.7	243.5	200	169.27	158.95	123.28
3.	18-Aug-94	158.9	123.3	108.8	103.96	91.21	83.63
4.	05-Sep-94	102.9	104	91.3	96.27	77.89	50.54
5.	26-Oct-94	44.5	40.7	32.4	30.89	32.21	26.89
6.	29-Oct-94	51.8	43	35	29.36	26.68	29.58
7.	07-Nov-94	32.4	29.5	30.9	26.89	25.62	20.41
8.	04-Jan-95	26	29.8	33.7	36.25	49.62	62.37
9.	21-Jan-95	33.7	34.4	36.3	62.37	62.01	89.31
10.	01-Feb-95	36.3	49.7	62.5	89.31	115.98	119.88
11.	15-Feb-95	62.5	62.1	89.4	119.88	126.22	126.66
12.	28-Feb-95	89.4	116.1	120	126.66	128.06	146.10
13.	21-Apr-95	177.1	213.8	208.8	210.59	214.46	172.41

		Aantal bloemen op bovenste 30 knopen		
proefnr.	**Start KD**	**11 uur**	**13 uur**	**13,5 uur**
1.	21-Jun-94	77.2	149.8	x
2.	19-Jul-94	134.17	178.5	x
3.	18-Aug-94	63.8	63.3	77.3
4.	05-Sep-94	41.8	57.8	53
5.	26-Oct-94	16.4	36	37.5
6.	29-Oct-94	29.5	38.6	44
7.	07-Nov-94	12.6	16.1	26.5
8.	04-Jan-95	17.3	19.3	33.6
9.	21-Jan-95	13.7	20.2	27.3
10.	01-Feb-95	14.8	26.9	38.6
11.	15-Feb-95	31.2	36.8	48.6
12.	28-Feb-95	50.6	80.1	70.4
13.	21-Apr-95	88.3	117.6	130.9
14.				

BIJLAGE II - ONTWIKKELING MERISTEMEN

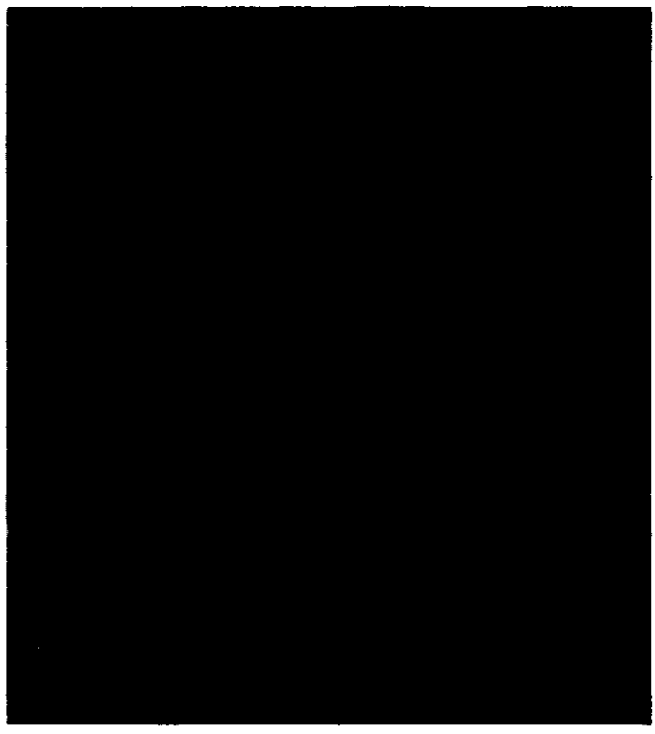


Foto 1

Microscopische weergave van een vegetatief apicaal meristeem (stadium 1). Axillaire meristemen zijn op deze foto nauwelijks zichtbaar, maar kunnen wel aanwezig zijn geweest (de coupe is slecht 5 µm dik). De breedte van het apicale meristeem is ongeveer 0, 15 mm.

Foto 2

Microscopische weergave van een apicaal meristeem en axillaire meristemen. Het apicale meristeem is ongeveer 0,21 mm breed. De axillaire meristemen, die direct onder het apicale meristeem liggen, lijken te verdikken en zijn op deze foto ongeveer 0,1 mm dik.

Foto 3

Het apicale meristeem is in stadium 3 en heeft hier een doorsnede van ongeveer 0,3 mm. De axillaire meristemen direct onder het apicale groeipunt bevinden zich nog steeds in stadium 1-2. De iets lager gelegen meristemen zijn verder ontwikkeld (stadium 3).

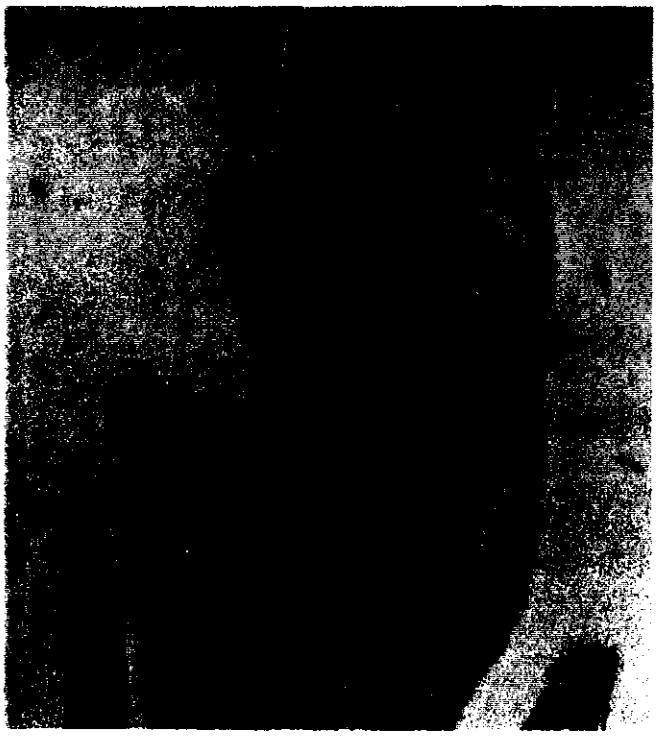


Foto 4

Op deze foto bevindt het apicale meristeem zich in stadium 5. Het bloemhoofdje is voor ongeveer 2/3 bedekt met bloemprimordia en is ongeveer 0,45 mm breed. Het enig zichtbare axillaire meristeem is in stadium 2-3.

Foto 5 (links)

Het apicale meristeem is 0,5 mm breed en is geheel bedekt met bloemprimordia (stadium 5-6). Axillaire meristemen die direct onder het apicale meristemen zijn minder ver ontwikkeld dan de lager gelegen meristemen. Veel axillaire meristemen zijn niet zichtbaar.

Foto 6 (rechts)

Op deze foto zijn de axillaire meristemen, direct onder het apicale meristeem, ontwikkeld tot stadium 3. Het apicale meristeem bevindt zich in stadium 6. De breedte van het apicale meristeem is hier ongeveer 0,6 mm.

Foto 7

Hier bevindt het apicale meristeem zich in stadium 7. De bloemprimordia zijn cupvormig. Het bloemhoofdje is op de foto ongeveer 0,7 mm. Het zichtbare axillaire meristeem is nog steeds in stadium 2-3.

Foto 8 (boven)

De bloemprimordia beginnen op deze foto meeldraden te vormen. De bloemprimordia zijn in stadium 9-10. De bloembodem is hier ongeveer 1 mm breed. De op de foto zichtbare axillaire meristemen hebben stadium 5-6 bereikt (bloembodem bedekt met bloemprimordia).

Foto 9 (onder)

Stadium 10 is bereikt. De bloemprimordia hebben beginnende meeldraden. De kelkbladeren hebben zich rondom de meeldraden vrijwel gesloten. Het axillaire meristeem bevindt zich in stadium 7. Het bloemhoofdje van het apicale meristeem is ongeveer 1,4 mm breed.

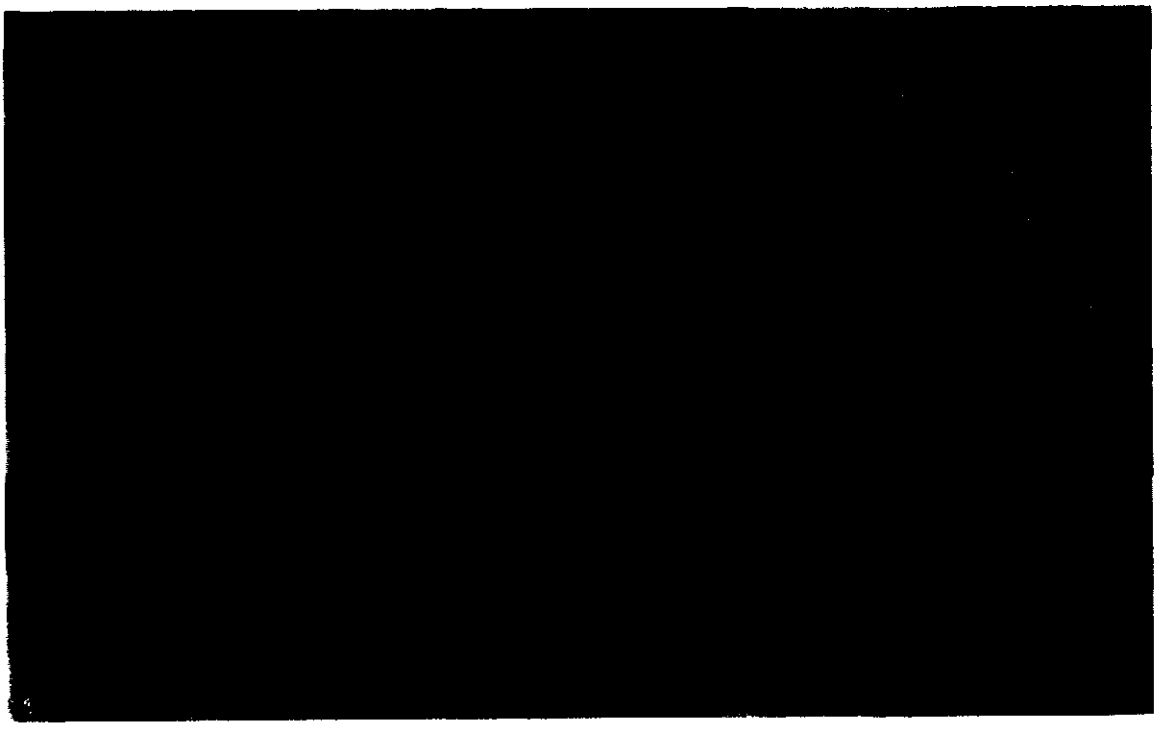


Foto 10

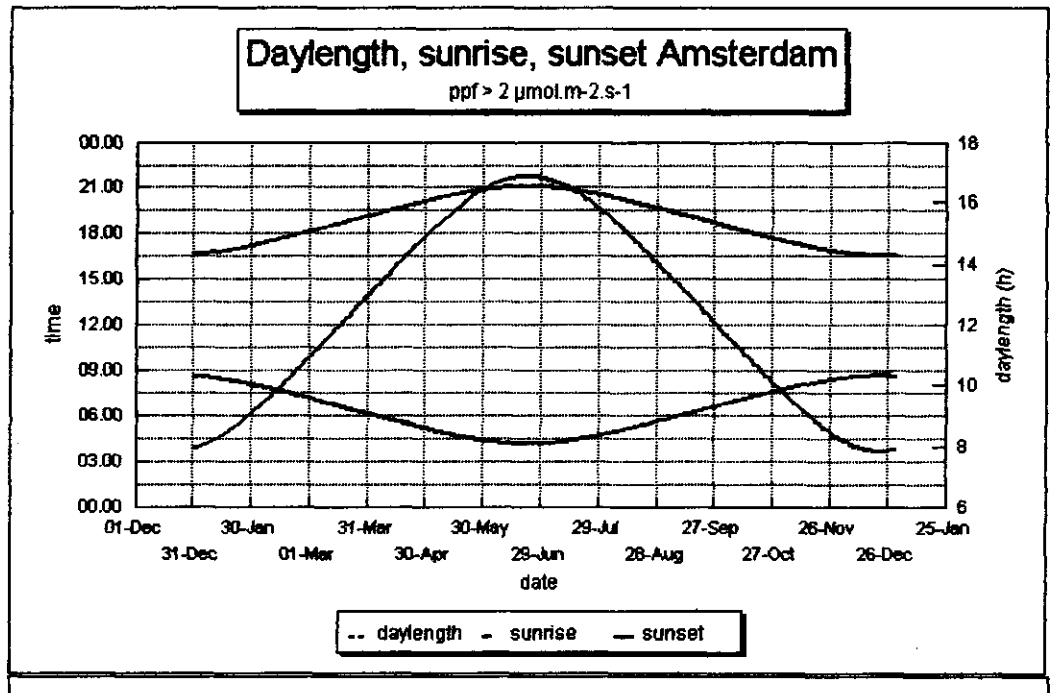
Alle bloemdelen zijn nu aangelegd en ook een beginnend vruchtbeginsel is zichtbaar. Ook het axillaire meristeem is in een ver gevorderd stadium (9). Het bloemhoofdje is 1,5 mm breed.

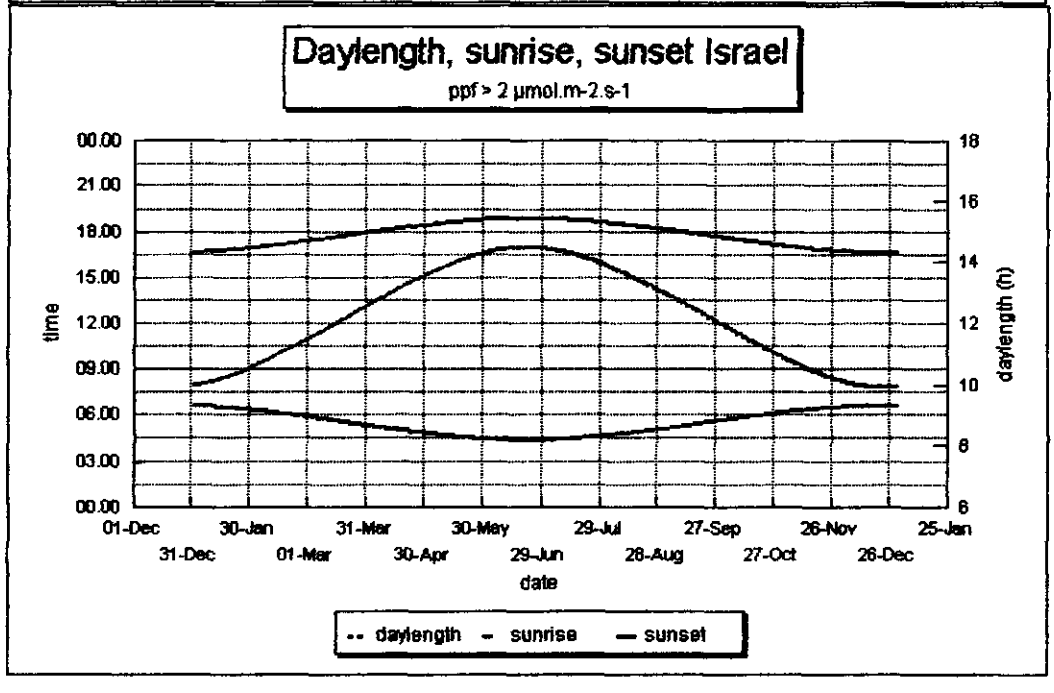
Foto 11

Verdrogend meristeem in stadium 5 tot 6. Let op de verschrompelde bracteeën (nog slechts twee cellagen dik) en de verschrompeling van cellen in de steel onder het bloemhoofdje.

Foto 12. Detail van een aborterend meristeem. De cellen van de bloemprimordia lijken nog vitaal, maar de bracteeën zijn al verdroogd (nog slechts twee cellagen over.

BIJLAGE III - VERLOOP DAGLENGTE GEDURENDE HET JAAR





Verloop van de daglengte, zonsopgang en zonsondergang in Nederland (breedtegraad 52° Noord, tijdzone +1 uur, lengtegraad 5 oost) en Israël (breedtegraad 34° Noord, tijdzone +2 uur, lengtegraad 34,3 oost). Daglengtes bij helder weer en een minimaal lichtniveau van 2 µmol.m^{-2}.s^{-1} PPF.

Verbetering bloembezetting bij aste

De jaarrondteelt van aster in Nederland wordt bemoeilijkt door de lage, natuurlijke instraling gedurende de wintermaanden. Licht is dan ook de belangrijkste factor voor de bloemaanleg. Echter, door manipulatie met stuurlicht is een aanzienlijke verbetering te behalen. In de praktijk wordt al gewerkt met tussenlicht, maar onderzoek heeft aangetoond dat meer valt te verwachten van dagverlenging.

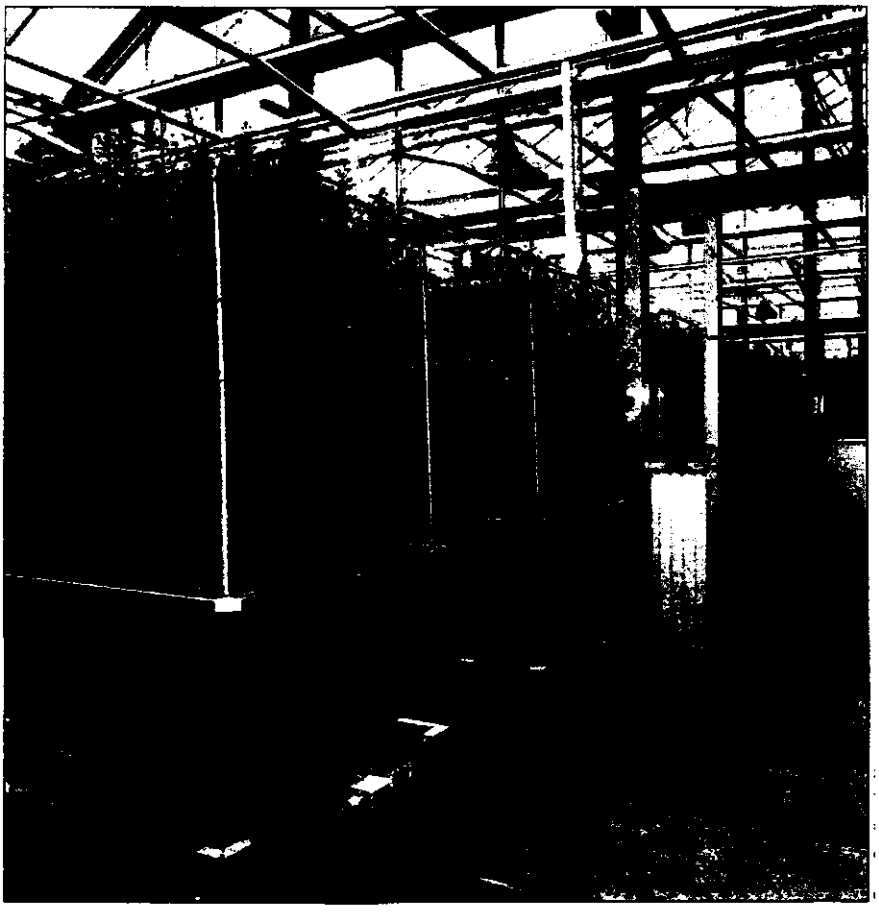
Op het proefstation Aalsmeer is in samenwerking met het Volcani-instituut in Israël een onderzoek gestart met als doel het verbeteren van de bloembezetting bij aster. Het onderzoek richt zich voornamelijk op de wintermaanden wanneer de kwaliteit van aster te wensen overlaat. Ondanks het feit dat Israël in de wintermaanden ruim driemaal zoveel licht heeft, speelt ook hier het probleem van een matige bloembezetting. In Nederland is door de lage, natuurlijke instraling in de winter geen asterteelt mogelijk.

Eerder onderzoek in Israël en Nederland naar de kritische daglengte voor bloeminductie bij aster bracht aan het licht dat een verlenging van de dag tijdens de korte-dagperiode extra bloemen geeft. Voor dat onderzoek is de verouderde cultivar 'Dark Pink Star' gebruikt, waarmee ook nu de proeven, uitgevoerd in de winter van 1994-1995, zijn gedaan. De bedoeling is dat voor de komende winter behalve 'Dark Pink Star' gewerkt gaat worden met 'Monte Cassino'. Het is wellicht mogelijk de periode waarin geen asters in Nederland worden geteeld, te verkorten met enkele weken. Voor praktische toepassing is het echter nog te vroeg harde conclusies uit dit onderzoek te trekken, omdat de proeven onder andere omstandigheden zijn uitgevoerd dan die van de praktijk. Zo is bijvoorbeeld de dag verlengd tot 11 uur door middel van assimilatiebelichting, terwijl dit in de praktijk niet of nauwelijks voorkomt. Een gedegen advies kan en mag dan ook nog niet worden gegeven.

Abortie in de wintermaanden

Aster heeft een kritische daglengte van ongeveer 13 uur. Dit wil zeggen dat boven deze daglengte inductie en bloemaanleg merkbaar worden vertraagd. De praktijk werkt met een korte-dagperiode met een daglengte van ongeveer 11 uur. Theoretisch kan het grote aantal abortie van bloemen in de wintermaanden als volgt worden verklaard:

- het gebrek aan licht. Door te weinig licht worden te weinig suikers aangemaakt voor het laten uitgroeien van de geïnduceerde meristemen, waarna deze door de plant worden geaborteerd. Het probleem van te wei-



Het onderzoek naar de optimale daglengte voor de bloemaanleg van aster, in het Aalsmeerse fototron, loopt door tot eind volgend jaar.

A. Durieux en T. Blacquière

A. (Adri) Durieux is onderzoeksassistent en T. (Tjeerd) Blacquière is onderzoeker bij het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente in Aalsmeer, 02977-52272/52432.

nig instraling speelt in Israël niet. Dit punt kan de abortie dus maar ten dele verklaren;
- de (te) korte dagen. De inductie en aanleg van bloemen bij aster verloopt sneller naarmate de dagen korter worden. Met anatomisch onderzoek zijn aanwijzingen verkregen dat dit proces, bij een tekort aan licht, te snel verloopt. Vaatbundeltjes die het meristeem van suikers moeten voorzien voor een verdere ontwikkeling, lijken nog niet geheel te zijn aangelegd. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het afsterven van het meristeem;
- apicale dominantie. Dit is een fysiologisch proces, waarbij de hoofdgroeipunten (hier: hoofdknoppen) de uitloop van axillaire knoppen (zijtakken ofwel zijknoppen) vertragen. Bij aster wordt de apicale dominantie van de hoofdknop opgeheven onder korte-dag. Hoe dichter de zijtakken zich bij de hoofdknop bevinden, hoe sterker de apicale dominantie is. Bij een daglengte van 11 uur wordt de apicale dominantie sneller doorbroken dan bij bijvoorbeeld 13 uur. Verondersteld wordt dat een te snelle opheffing van apicale dominantie een goede ontwikkeling van de axillaire meristemen belemmert.

Genoemde punten zijn voor het onderzoek, dat vorig jaar maart van start is gegaan, de uitgangspunten. Het onderzoek loopt door tot eind 1996. Het doel is het vaststellen van de optimale daglengte voor de bloemaanleg van aster.

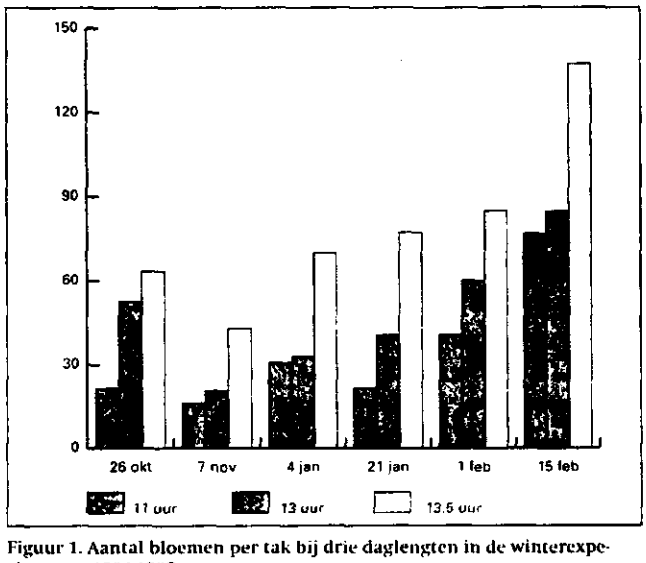
Meer bloemen bij 13 en 13,5 uur

Het bleek dat de behandelingen met een daglengte korter dan 13 uur (12 uur, 12,5 uur) nauwelijks verschillen te zien gaven ten opzichte van de behandeling 11 uur. Deze worden dan ook buiten beschouwing gelaten. De behandelingen 13 en 13,5 uur gaven in alle zes proeven veel meer bloemen dan de 11 uur behandeling. De behandeling 13,5 uur produceerde de meeste bloemen per tak (**figuur 1**). **Figuur 2** laat zien hoeveel groeilicht (Fotosynthetisch Actieve Straling 400- 700 nm) de zes proeven gedurende de korte-dagperiode hebben ontvangen. Het is goed te zien dat de eerste twee proeven het minste licht hebben ontvangen. Dit is ook terug te vinden in het aantal bloemen per tak, wat betreft de behandeling 13,5 uur, maar de behandelingen 11 en 13 uur verbeteren zich pas aanzienlijk in de laatste proef. Figuur 2 laat ook zien dat de eerste vijf proeven in de eerste drie weken ongeveer dezelfde hoeveelheid licht hebben ontvangen, en dat alleen de zesde proef in deze periode meer licht heeft gekregen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het lichtniveau voor de behandelingen 11 en 13 uur in de eerste weken cruciaal is voor het uitgroeien van de bloemen. Het lijkt er verder op dat voor de behandeling 13,5 uur deze periode iets later valt. De vertraging in bloei was, ondanks de extra bloemen, zeer bescheiden en varieerde van drie tot zes dagen. Hierbij dient aangetekend te worden dat de vertraging groter wordt naarmate het licht toeneemt. De zomerproeven gaven beduidend grotere verschillen in bloeitijdstip te zien. Toepassing van dagverlenging in de zomermaanden moet nog nader worden bekeken.

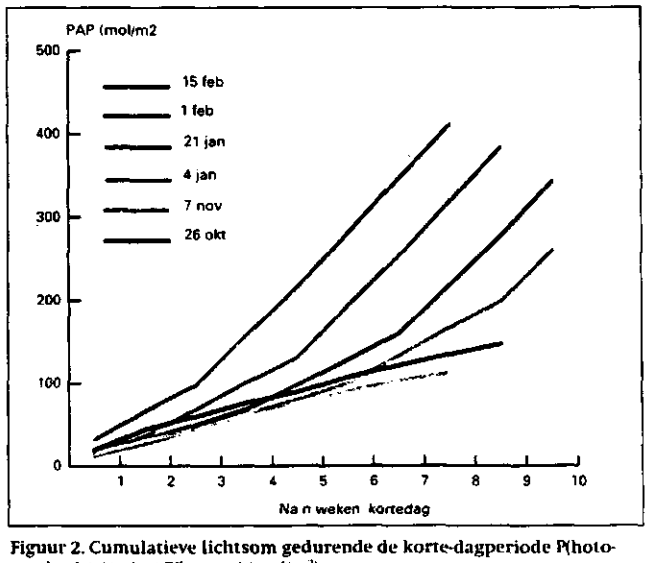
Licht is de belangrijkste factor voor het aantal geproduceerde bloemen per tak. Dit geldt dan vooral voor de eerste weken van de korte-dagperiode. In de wintermaanden en het vroege voorjaar kan een aanzienlijke verbetering in bloembezetting worden verkregen door de dag te verlengen tot ongeveer 13,5 uur. Bloeivertraging door dagverlenging tot 13,5 uur is klein in de wintermaanden, vooral als na vier weken de daglengte wordt teruggebracht naar 11 tot 12 uur.

Proefopzet

De proeven zijn uitgevoerd in het fototron op het PBG in Aalsmeer. Hier zijn tot nu toe tien achtereenvolgende proeven gedaan. De eerste twee proeven zijn minder interessant, omdat deze in de zomer zijn gedaan. De twee daaropvolgende proeven vonden plaats in de herfst. Zes proeven zijn in de winter uitgevoerd. In dit artikel komen de laatste zes proeven aan bod. De natuurlijke dag is gedurende het gehele jaar op 11 uur gehouden, dat wil zeggen door verduisteren of door bijbelichting met (zwak) assimilatielicht (ongeveer 15 µmol/m2.s). Om proeftechnische redenen is gewerkt met de harttakteelt. Tijdens de lange-dagperiode zijn de planten bijbelicht met SON-T lampen (lichtniveau = 30µmol/m².s ofwel ± 2.500 lux). De behandelingen bestonden uit verschillende daglengten (11, 12, 12.5, 13 en 13,5 uur), die zijn gerealiseerd door de 11-urige dag te verlengen met gloeilamp- of SL-licht. Al snel bleek dat de behandeling 13,5 uur zeer laat tot bloei kwam doordat de planten gedeeltelijk vegetatief bleven. Daarop is overgegaan naar een behandeling die in de eerste vier weken van de korte-dag een daglengte van 13,5 uur, en daarna tot aan de bloei 11 uur kreeg.



Figuur 1. Aantal bloemen per tak bij drie daglengten in de winterexperimenten 1994-1995.



Figuur 2. Cumulatieve lichtsom gedurende de korte-dagperiode P(hotosynthetic) A(ctive) P(hotons) (mol/m²).