

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

ISSN 1385 - 3015

MOGELIJKHEDEN VOOR ENERGIEBESPARING DOOR TEMPERATUURINTEGRATIE BIJ SIERGEWASSEN

Een inventarisatie van kritische processen bij zes sierteeltgewassen

Project 1306 (voorheen 2214)

F. Buwalda
B. Eveleens
R. Wertwijn

Aalsmeer, november 1999

Rapport 119
Prijs f 25,00

Rapport 119 wordt u toegestuurd na storting van f 25,00 op banknummer 300177976 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 119, Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen'.

ISSN 971210

INHOUD

VOORWOORD	4
1. INLEIDING	5
2. MATERIAAL EN METHODEN	7
2.1. Kasruimte	7
2.1.1. Indeling van het kassencomplex	7
2.1.2. Assimilatiebelichting	7
2.1.3. bodem, water, bemesting ³	7
2.1.4. Standaard temperatuurregeling	8
2.1.5. CO ₂ -dosering	8
2.2. Proefopzet	8
2.2.1. Proeffactoren	8
2.2.2. Temperatuurbehandelingen	9
2.2.3. Wisselproeven met KD-gewassen	9
2.2.4. Looptijd	9
2.2.5. Waarnemingen	9
2.3. Proefgewassen	10
3. RESULTATEN	12
3.1. Ficus	17
3.2. Kalanchoe	19
3.3. Chrysan	26
3.4. Anthurium	38
3.4.1. Anthurium scherzerianum	38
3.4.2. Anthurium andreanum	42
3.5. Gerbera	46
3.5.1. Snijgerbera	46
3.5.2. Potgerbera	49
3.6. Roos	51
4. DISCUSSIE	53
4.1. Temperatuurintegratie	53
4.2. Integratiecapaciteit	54
4.3. Invloed van overige klimaatfactoren en tijdseffecten	54
4.3.1. Gemiddeld temperatuurniveau en lichtniveau	55
4.3.2. CO ₂ -concentratie in de kas	55
4.3.3. Tijdseffecten en synchronisatie	56
4.3.4. Combinatie meerdaagse temperatuurintegratie met etmaalsomregeling	57
4.4. Energiebesparing door temperatuurintegratie	57
4.4.1. Besparingsmogelijkheden	57
4.4.2. Energiebesparende klimaatregelingen	58
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	60
LITERATUUR	62
BIJLAGE 1. Geregistreerd temperatuurverloop	64

VOORWOORD

Dit rapport is gemaakt in het kader van het extern (NOVEM, Landbouwschap) gefinancierde PBG-project 1306 (voorheen 2214), getiteld: 'Mogelijkheden voor energiebesparing middels temperatuurintegratie bij siergewassen'. Het maakt deel uit van een serie van vier PBG-rapporten; de andere delen zijn: Rapport 118 ('literatuuroverzicht'), 120 (Effecten van lichtniveau, temperatuurniveau en wachttijd op de integratiecapaciteit van Ficus, Kalanchoe, Gerbera en roos') en 176 ('Toetsen van een meerdaags integrerende temperatuurregeling onder realistische teeltomstandigheden').

De meeste energie wordt in de glastuinbouw gebruikt voor het verwarmen van kassen (Welles et al., 1993), dat wil zeggen voor het handhaven van een voor het gewas gunstig geachte temperatuur. Het doel van dit project was om na te gaan wat de mogelijkheden zijn om in de tuinbouw door toepassing van temperatuurintegratie bij het regelen van het kasklimaat te komen tot energiebesparing, uiteraard met behoud van concurrentiekracht. Het project vormt een onderdeel van het programma 'Energie-onderzoek Glastuinbouw' (Welles et al., 1993), dat is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Akker- en Tuinbouw, Directie Wetenschap en Technologie. Aanleiding tot het opstellen van dit programma was de Meerjarenafspraken Energie (Anon., 1992), die in 1992 is gemaakt tussen de overheid (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ministerie van Economische Zaken) en het bedrijfsleven (Landbouwschap). Hierin zijn voor het jaar 2000 de volgende doelstellingen opgenomen:

- Verbetering van het energierendement met 50% ten opzichte van 1980 en met 30% ten opzichte van 1989;
- Reductie van de uitstoot van CO₂ met 3-5% ten opzichte van 1989/1990.

Wanneer bij het regelen van het kasklimaat het streven naar handhaving van een min of meer vaste kastemperatuur wordt vervangen door de doelstelling, om op een bepaald tijdstip een gewenste temperatuursom te hebben gerealiseerd, ontstaat de vrijheid om in een deel van de warmtebehoefte te voorzien op tijdstippen waarop dat stooktechnisch het meest voordelig is en tevens maximaal gebruik te maken van gratis zonnewarmte. Omdat veel ontwikkelingsprocessen in de plant worden bepaald door de temperatuursom, kan een integrerende klimaatregeling tevens worden ingezet als instrument om de teeltsnelheid te sturen, en mogelijk zelfs worden gebruikt voor het beïnvloeden van de gewaskwaliteit (Buwalda, 1999). Er blijkt echter weinig bekend over de reacties van planten, met name siergewassen, op wisselende temperaturen. Deze reacties moeten goed bekend zijn om te voorkomen dat toepassing van temperatuurintegratie extra risico van oogsterving of kwaliteitsvermindering veroorzaakt.

De hier beschreven proeven hebben een oriënterend karakter. In het kader van dit project zijn ze gevolgd door meer gedetailleerde experimenten, die apart worden gerapporteerd. De proeven hebben betrekking op temperatuurintegratie over meerdere dagen. Het is niet aan te raden om op basis van deze resultaten conclusies te trekken over de mogelijkheden van temperatuurintegratie binnen het etmaal.

1. INLEIDING

Conventionele klimaatregelingen streven meestal naar het zo goed mogelijk realiseren van bepaalde vaste instellingen voor de gewenste ruimtetemperatuur in de kas, (grotendeels) onafhankelijk van de weersituatie. Hiervoor zijn onder bepaalde omstandigheden grote hoeveelheden stookenergie nodig, terwijl vaak korte tijd eerder of later de luchtramen openen om een overschot aan warmte af te voeren. Deze regelstrategie weerspiegelt de algemene opvatting dat een constante temperatuur beter is voor het gewas dan fluctuerende temperaturen. Er is echter voor deze veronderstelling geen bewijs te vinden, behalve dat bekend is dat extreme temperaturen tot schade kunnen leiden (bijv. Berry & Björkman, 1980).

Voor veel planten geldt dat de meeste processen over een periode van 24 uur vooral reageren op de gemiddelde temperatuur, en (binnen bepaalde grenzen) niet op het precieze verloop van de temperatuur (o.a. Krug & Liebig, 1980; Cockshull et al., 1981; Slack & Hand, 1983; Van den Berg, 1987; Bakker & Van Uffelen, 1988; Karlsson et al., 1988; De Koning, 1988). Of planten ook over langere perioden op de gemiddelde temperatuur reageren is tot nu toe nog bij vrij weinig gewassen onderzocht. Uit experimenten met jonge komkommerplanten (Van der Vlugt, 1985), koolrabi (Liebig, 1988) tomaat (De Koning, 1990) en potchrysanthe, Saintpaulia en poinsettia (Menne, 1992) lijkt dit inderdaad vaak het geval te zijn; een overzicht van gepubliceerde gegevens op dit gebied is te vinden in een literatuuroverzicht (Buwalda, 1999). Dit betekent dat het stooktechnisch onvoordelige streven naar een constante kastemperatuur eigenlijk niet altijd noodzakelijk is. Door het aanpassen van setpoints aan de heersende omstandigheden buiten de kas kan, bij gelijkblijvende gemiddelde temperatuur, de energiebehoefte van het productieproces aanzienlijk worden verminderd. Besparing van het energieverbruik kan op verschillende manieren worden bereikt:

- Meer gebruik maken van zonnewarmte door minder snel af te luchten; het daarmee opgebouwde warmteoverschot kan op andere tijdstippen worden gecompenseerd door minder te stoken.
- Beperking van warmteverliezen door het temperatuursetpoint te verlagen onder ongunstige omstandigheden, zoals bij veel wind (Bailey, 1985) of extreme koude (Krug, 1988) of door 's nachts te stoken onder een isolerend scherm.
- Wat betreft energiekosten ontstaan tevens meer mogelijkheden voor het gebruik van relatief goedkope laagwaardige warmte (De Koning, 1988; Vogelesang, 1993).
- Tevens ontstaan meer mogelijkheden om andere klimaatfactoren te optimaliseren (Buwalda & De Koning, 1995). Indirect kan dit ook tot energiebesparing leiden doordat de energie-efficiëntie van het teeltproces toeneemt. Als voorbeeld hiervan kan worden genoemd het uitstellen van ventilatie bij een hoge ruimtetemperatuur in de kas, waardoor langer CO₂ kan worden geseed.

De mogelijkheden om met temperatuurintegratie energie te besparen nemen toe naarmate de temperatuur over een langere periode 'geïntegreerd' kan worden, datwil zeggen dat gerekend mag worden met de gemiddelde temperatuur in die periode zonder dat het precieze verloop van de temperatuur van belang is (Bailey & Seginer, 1989). Voor een optimale benutting van de mogelijkheden van temperatuurintegratie moeten de reacties van het gewas op temperatuursfluctuaties goed

bekend zijn. Van groot praktisch belang is het om de grenzen van de integratiecapaciteit vast te stellen, omdat deze de beschikbare ruimte bepalen, waarbinnen een klimaatregeling moet opereren.

De hier gerapporteerde proeven hadden tot doel het inventariseren van de reacties van groei- en ontwikkelingsprocessen van verschillende siergewassen op een aantal temperatuurregimes, waarbij de temperatuur over meerdere dagen volgens een regelmatig patroon varieerde rond een vast gemiddelde.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 KASRUIMTE

2.1.1 Indeling van het kassencomplex

Twaalf afdelingen van het kassencomplex aan de Kastanjelaan (te weten: K04-K09 en K13-K18) werden ingedeeld in 2 blokken van 6 (noord en zuid). De 2 x 5 behandelingsruimtes in het hoofdexperiment werden verloot over de afdelingen K04-K08 (noord) en K13-K17 (zuid). De overgebleven afdelingen K09 en K18 zijn afwijkend wat betreft licht (Verberkt & Verlind, 1994), waarschijnlijk omdat ze aan het bedrijfsgebouw grenzen. Deze twee afdelingen werden daarom uitsluitend gebruikt voor extra behandelingen, zodat de te verwachten plaatseffecten geen invloed zouden hebben op de variatie in het centrale experiment. De twee extra afdelingen werden gebruikt voor het bepalen van na-effecten van de temperatuurbehandelingen en bij chrysaal en Kalanchoe voor blootstelling aan de verschillende temperatuurregimes afhankelijk van het ontwikkelingsstadium, en stonden ingesteld op een constante temperatuur van 18°C.

2.1.2 Assimilatiebelichting

Bijbelichting boven de kweektafels geschiedde door middel van SON-T lampen (400 W vermogen per 16 m²). De maximale belichtingsduur stond tijdens de eerste twee weken ingesteld van 6.00 tot 20.00 u (14 uur); daarna van 8.00 tot 18.00 u (10 uur per dag) in verband met de bloei-inductie van chrysaal en Kalanchoe. De lampen werden overdag uitgeschakeld bij een stralingsniveau (buiten) boven 100 W/m².

2.1.3 Bodem, water en bemesting

Tabel 2.1 - Samenstelling van de voedingsoplossing. De oplossing werd samengesteld op basis van regenwater. De pH van de verse voedingsoplossing bedroeg 5.6; de EC 1.7 mS cm⁻¹.

Macro-elementen (mol m ⁻³)		Micro-elementen (mmol m ⁻³)	
NO ₃ ⁻	10.6	Fe	15.0
NH ₄ ⁺	1.1	B	10.0
P	1.5	Mn	5.0
K ⁺	5.5	Cu	0.8
Ca ²⁺	3.0	Mo	0.5
Mg ²⁺	0.8	Zn	3.0
SO ₄ ²⁻	1.0		

De planten werden opgepot in 11 (Kalanchoe) en 13 cm (de overige soorten) kunststof potten, gevuld met een luchtig perlite/potgrondmengsel (flush fijn). De toediening van water en kunstmest geschiedde volgens het eb/vloedprincipe, met automatische regeling van pH en EC. Per gewas werd maximaal één irrigatie per dag gegeven, de frequentie werd verminderd naar gelang de behoefte van het gewas. Het bemestingsrecept werd bepaald als een gemiddelde van de standaardrecepten van alle bij de proef betrokken soorten.

2.1.4 Standaard temperatuurregeling

De temperatuur in de controlebehandeling werd ingesteld op een constante etmaalsom van 18 x 24 graaduur. De instellingen voor de basiswaarde overdag (17 C) en de lichtverhoging (10 C (later 5°C) per 1000 W/m²) werden zo gekozen, dat op een dag met een voor de proefperiode gemiddelde lichthoeveelheid de temperatuurschommelingen minimaal bleven. Voor overdag werd een ruime dode zone en een ruime P-band ingesteld (ventilatie lijkzijde: dode zone 3 C, P-band 0-75% in 6 C; loefzijde: dode zone 6 C, P-band 0-25% in 6 C). 's Nachts werd zeer nauwkeurig geregeld (luchten 0.2 C boven setpoint) om de gewenste etmaalsom te kunnen realiseren. De tabletverwarming werd aanvankelijk ingesteld op een potttemperatuur 1 C boven de ruimtetemperatuur, waarbij de watertemperatuur begrensd werd op 40 C. Toen bleek dat de stookcapaciteit van de buisverwarming alleen onvoldoende was om de hogere ruimtetemperaturen te kunnen realiseren, werden de instellingen van de tabletverwarming aangepast, waarbij de tabletten een grotere rol kregen bij het warmstoken van de kas. Een noodregeling zorgde ervoor dat bij het uitvallen van de regelcomputer in alle kassen een ruimtetemperatuur van 20°C werd aangehouden.

2.1.5 CO₂-dosering

Bij elke raamstand werd CO₂ gedoseerd tot een concentratie van 350 ppm om verschillen tussen de behandelingen als gevolg van verschillende raamstand te vermijden.

2.2 PROEFOPZET

2.2.1 Proeffactoren

De experimenten zijn opgezet volgens het principe dat eerder werd toegepast door De Koning (1990). Hierbij is in alle behandelingen dezelfde gemiddelde temperatuur gerealiseerd, ofwel door een constante temperatuurinstelling (controle), ofwel door regelmatige fluctuaties van gelijke grootte rond de gemiddelde temperatuur (zie bijlage 1). Proeffactoren waren hierbij de grootte van de afwijking van de gemiddelde temperatuur (amplitude) en de duur van een cyclus van twee opeenvolgende afwijkingen (naar boven en naar beneden, samen één periode). Als gemiddelde temperatuur werd 18°C gekozen, als amplitude 0 (controle), 2 en 4°C en als periode 6 en 12 dagen. Met behulp van variantie-analyse werd bepaald of van temperatuurwisselingen een effect was aan te tonen ten opzichte van de controle

met constante temperaturen. Verder werd binnen de wisselende temperaturen in een 'geneste' analyse gekeken naar de effecten van amplitude en periode (2 x 2 schema). Dit proefschema is in twee blokken uitgevoerd en tevens herhaald in de tijd.

2.2.2 Temperatuurbehandelingen

Boven op de bestaande klimaatregeling kwam een regelprogramma dat de temperatuurbehandelingen realiseerde door periodiek de temperatuursetpoints aan te passen. Alle relevante afgeleide instellingen veranderden automatisch mee bij verandering van temperatuursetpoint. Het feitelijke verloop van de ingestelde en gerealiseerde temperatuur is weergegeven in bijlage 1. Uit het temperatuurverloop tijdens de eerste week van het eerste experiment blijkt dat het enkele dagen kostte om de juiste instellingen te vinden. De uitschieters in temperatuur op dag 16 en 20 in het eerste experiment zijn veroorzaakt door kortdurende storingen in de regelcomputer. Hierdoor is de registratie van de gerealiseerde temperatuursom op die dagen gedeeltelijk verloren gegaan. Voor de proef betekende dit dat alle kassen op die dagen enkele uren op 20°C ingesteld hebben gestaan.

2.2.3 Wisselproeven met KD-gewassen

Met de kortedagplanten chrysanthe en Kalanchoe zijn naast het standaardexperiment nog twee proeven uitgevoerd. In deze extra proeven werden groepen planten, afkomstig uit de temperatuurbehandelingen, verplaatst naar afdelingen met een constante temperatuur van 18°C en *vice versa*. De wisselingen werden uitgevoerd zodra het eerste begin van de generatieve ontwikkeling met het blote oog zichtbaar was (hoofdknop 1-2 mm bij chrysanthe; gaafrandig bladpaar bij Kalanchoe). Het doel van deze wisselingen was om effecten van de temperatuurbehandelingen op de vegetatieve en generatieve ontwikkeling te kunnen onderscheiden.

2.2.4 Looptijd

In het eerste experiment werden de temperatuurbehandelingen gestart in week 42 ('94), de eind oogst vond plaats in week 3 ('95). De proef werd herhaald in de periode van week 6 tot week 19 ('95). De proeven werden voorafgegaan door een periode van twee weken waarin alle kassen op een constante temperatuur van 18°C stonden ingesteld, gedurende welke het oppotten plaatsvond en de gewassen konden 'aanslaan'.

2.2.5 Waarnemingen

Binnen elke kas werd de proef uitgevoerd met zes gewassen op 2 x 6 tafels; op de vier randtafels werd 'kasvulling' geteeld. Per kasafdeling waren er twee subplots (oost en west). In elk subplot stonden per tafel van elk gewas twee rassen. De gewassen waren per subplot random over de tafels verdeeld; in alle kassen werd hetzelfde plaatsingsschema gebruikt. Omdat de behandelingseffecten niet tussen de gewassen onderling werden vergeleken, kon op deze wijze de variatie als gevolg van een verschillende plaatsing van het gewas in de kas worden uitgesloten. Elk

veldje proefplanten op een tafel werd omgeven door een randrij met planten van dezelfde soort. De gewassen werden aselekt bemonsterd bij de start van de temperatuurbehandelingen en vervolgens in de eerste proef elke drie weken. Elke waarnemingseenheid bestond uit 8 planten per tafel die door loting werden geselecteerd. In de tweede proef zijn alleen begin- en eindwaarnemingen gedaan. Gemeten werden: versgewicht spruit, aantal volgroeide bladeren, lengte steel (hoofdscheut), aantal zijscheuten, aantal knoppen, aantal bloemen.

2.3 PROEFGEWASSEN

De proeven zijn uitgevoerd met zes verschillende gewassen, waarbij per gewas twee rassen zijn onderzocht.

- * **Roos** Het grootste sierteeltgewas in Nederland. Knopabortie (loosvorming) vormt een groot probleem. Bekend is dat licht en temperatuur invloed hebben op het percentage loze takken. Gekozen is voor een groot- en een kleinbloemig ras: 'Madelon' en 'Frisco', beide gekweekt als 'mini-struikjes' op eigen wortel in 13 cm-potten met eb/vloedgrond. Het stek is beworteld in Jiffy-potjes, met twee ogen (met blad) boven de grond. Het idee hierachter was dat aanvankelijk alleen het bovenste oog uitloopt. Na terugsnoeien tot boven het tweede oog loopt dit relatief uniform uit. Het plantmateriaal is geleverd door Stokman (Aalsmeer).
- * **Chrysanth** Als snijbloem in Nederland een van de grootste gewassen. Gekozen is voor 'Reagan improved', geteeld als potplant in 13 cm-potten met eb/vloedgrond. Daarnaast zijn de proeven uitgevoerd met het potplantenras 'Merced'. In de eerste proef zijn bij de potchrysanth drie stekjes per pot gestoken, in de tweede proef een enkel stekje. In beide gevallen werd niet getopt of geremd met bijv. ALAR. Het stekmateriaal is geleverd door Koninklijke Van Zanten (Hillegom) en Fides (De Lier).
- * **Gerbera** De teelt van Gerbera als snijbloem is in Nederland tamelijk groot. Temperatureffecten bij Gerbera zijn beschreven door Leffring (1984). Planten van het snijbloemenras 'Beauty' zijn geteeld als potplant in 13 cm potten met eb/vloedgrond. Daarnaast zijn de proeven ook uitgevoerd met potgerbera's. In de eerste teelt is een zaai-mengsel 'Floramini' gebruikt, in de tweede teelt een ras afkomstig van weefselkweek, 'Ilios'. De snijgerbera's en de 'Floramini' zijn geleverd door Florist (De Kwakel), 'Ilios' was afkomstig van Beekenkamp ('s Gravenzande).
- * **Ficus** Gekozen is voor een groen- en een bontbladig type (groen worden van de bonte soort kan van temperatuur en licht afhangen). Ficus is als houtig gewas waarschijnlijk in staat om reservestoffen op te slaan in stam en wortels. Als groenbladig ras is opgepot Ficus benjamina 'Exotica', afkomstig van weefselkweek (zelfde kloon, zelfde pluksel), geleverd door De Ridder (Aalsmeer). Als bontbladig ras werd Ficus benjamina 'Starlight' gekozen, geleverd door kwekerij De Amstel (Nieuwveen). Per pot is één stek (op veenplug) geplant.

- * **Anthurium** Van Anthurium is uit eerder onderzoek gebleken dat vooral de generatieve ontwikkeling temperatuurgevoelig is (De Beer, 1994). Gekozen is voor een pot-Anthuriumras (scherzerianum) 'Sunlight', geleverd door Van Veen (Rijsenhout), en vier verschillende rassen van het andreanum-type: 'Sweetheart Pink', 'Lady Jane', 'Champagne' en 'Paradiso', geleverd door Fa. V.d. Knaap (Bleiswijk). Omdat de andreanum-typen over het algemeen meer dan 3 maanden nodig hebben om in bloei te komen, is met deze rassen slechts één experiment uitgevoerd, dat zich uitstreckte over de gehele periode waarin met de overige gewassen twee temperatuurproeven zijn uitgevoerd. Noodzakelijkerwijs zijn de temperatuurbehandelingen daarom halverwege onderbroken door een periode van twee weken bij 18°C constant.

- * **Kalanchoe** Als CAM-plant bezit Kalanchoe over enkele bijzondere biochemische eigenschappen. Aangenomen wordt dat CAM-assimilatie een aanpassing is aan de extreme klimatologische omstandigheden van droge, open subtropische gebieden. Dit zou kunnen betekenen dat dit type plant van nature tolerant is voor wisselende temperaturen. Overigens concludeerde Verberkt (1994) dat het CAM-metabolisme van de huidige rassen onder praktijkomstandigheden waarschijnlijk geen grote rol speelt bij de assimilatie van CO₂. Er zijn echter ook aanwijzingen dat de activiteit van dit mechanisme afhankelijk is van de temperatuur (Feng et al., 1994), en dus mogelijk bij meer extreme temperaturen wel actief is. Gekozen is voor de rassen 'Tenorio' en 'Mistral' (Verberkt, 1994), afkomstig van Kwekerij 'Triade' (Rijsenhout). Om eventuele temperatuureffecten op groei en ontwikkeling zo ongestoord mogelijk te kunnen waarnemen, zijn de planten niet getopt of geremd met bijvoorbeeld ALAR.

3. RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten van oriënterende proeven met temperatuurintegratie bij zes sierteeltgewassen besproken. De twee proeven (identiek van opzet) zijn uitgevoerd in het stookseizoen 1994/1995.

De meetresultaten bij de eind oogst geven het effect van de temperatuurbehandelingen niet in alle opzichten zuiver weer, omdat ze mede worden bepaald door de afmetingen en het ontwikkelingsstadium van het stekmateriaal bij aanvang van de proef. Omdat het uitgangsmateriaal in de meeste gevallen tamelijk uniform was en ook in principe aselekt over de verschillende afdelingen verdeeld, kan worden verondersteld dat de gevonden contrasten tussen temperatuurbehandelingen wel representatief zijn. Verder geldt dat de invloed van het uitgangsmateriaal beperkt is gebleven tot het vegetatieve deel van de planten; de generatieve ontwikkeling vond bij alle gewassen plaats tijdens de temperatuurbehandelingen.

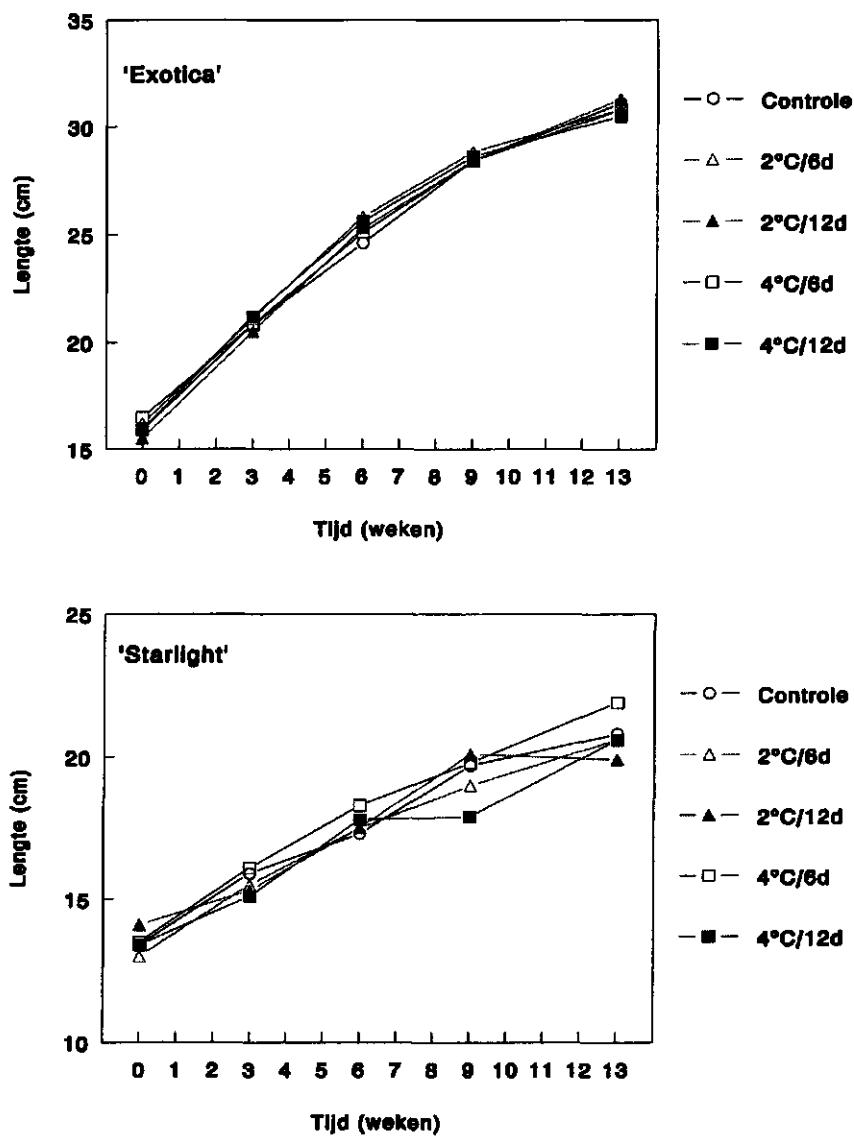
3.1 FICUS

Twee Ficusrassen werden in twee proeven van 13 weken geteeld. Bij een (voor Ficus relatief lage) gemiddelde teelttemperatuur van 18°C en een beperkt aanbod van licht vanwege het jaargetijde, bereikte het gewas niet het normale veilingrijpe stadium. Hierdoor konden geen waarnemingen worden gedaan aan de uitloop van secundaire zijscheuten (deze lopen pas in een later stadium uit). Het uitlopen van secundaire zijscheuten is een van de bepalende factoren voor de gevuldheid, een belangrijk kwaliteitscriterium bij Ficus (Dijkshoorn-Dekker, 1995). Planten van het ras 'Starlight' bleven in beide proeven kleiner dan die van 'Exotica'. In geen van beide proeven werden als gevolg van de temperatuurbehandelingen symptomen van schade geconstateerd. Uitval bleef beperkt tot slechts enkele planten en er was geen indicatie van een verband tussen behandeling en kans op uitval. Wat betreft lengtegroei van de hoofdscheut werd in geen van beide proeven een negatief effect van de temperatuurbehandelingen geconstateerd (Figuur 3.1.1, Tabel 3.1.1). Een gering significant positief effect van de behandeling 2°C/12d op de lengte van 'Starlight' bij de eind oogst van experiment 2 moet waarschijnlijk aan toeval worden toegeschreven; uit de overige gegevens blijkt niet dat dit effect past in een meer algemene trend. De temperatuurbehandelingen bleken wel enig effect te hebben op het aantal bladeren aan de hoofdscheut (Figuur 3.1.2, Tabel 3.1.2). Uit Figuur 3.1.2 blijkt dat voor beide rassen bij de planten in de controlebehandeling gedurende de tweede helft van de teelt het kleinste aantal bladeren aan de hoofdscheut werd geteld. Bij 'Starlight' leverde de toename van het aantal bladeren bij wisselende temperaturen in een aantal gevallen een betrouwbaar verschil op. Een zelfde trend was ook bij 'Exotica' waarneembaar. Worden de vier kolommen van Tabel 3.1.2 gecombineerd, dan is een betrouwbaar verband te vinden (correlatiecoëfficiënt 0.61, $P = 0.002$, $n = 20$) tussen het aantal bladeren bij de eindwaarneming en de grootte van de temperatuurafwijking¹. Wel moet hierbij worden aangetekend dat de grootte van het contrast tussen de behandelingen slechts ongeveer één blaadje bedraagt. Een dergelijk verschil kan een afspiegeling zijn van een stimulerend effect van temperatuurwisselingen op de bladafsplittingsnelheid; het kan echter ook veroorzaakt zijn doordat bij wisselende temperaturen de onder-

¹ Aantal bladeren uitgedrukt relatief ten opzichte van de controlebehandeling; temperatuurafwijking getransformeerd als $\ln(T+1)$.

ste stekblaadjes minder snel afstierven dan in de controlebehandeling. Wordt de lengte van de plant gedeeld door het aantal bladeren op de hoofdscheut dan wordt een indruk verkregen van het effect van de temperatuurbehandelingen op de gemiddelde lengte van de internodiën. Bij 'Starlight' bleven in experiment 1 de internodiën gedurende de hele teelt tamelijk kort; bij 'Exotica' is in de loop van de teelt een toename van de gemiddelde lengte van de internodiën te zien (Figuur 3.1.3). Tijdens de tweede teelt, waarbij de beginwaarden voor 'Exotica' en 'Starlight' respectievelijk op 1.41 en 1.27 cm lagen, nam bij beide rassen de lengte van de internodiën toe (Tabel 3.1.3). In alle gevallen gaven bij de eindwaarneming de controleplanten de langste internodiën te zien, terwijl in de drie gevallen waarin een toename van de lengte van de internodiën is opgetreden, de meest extreme temperatuurbehandeling aan het eind van de teelt de kortste internodiën opleverde. Voor de tweede teelt resulteerde dit in statistisch betrouwbare contrasten (Tabel 3.1.3). Ook voor het versgewicht van de bovengrondse delen gold dat geen negatieve effecten van de temperatuurbehandelingen zijn geconstateerd (Figuur 3.1.4, Tabel 3.1.4). Bij de eind oogst bleek in drie van de vier gevallen de controlebehandeling de lichtste planten op te leveren; in het vierde geval ('Exotica' in experiment 1) waren de verschillen relatief klein (Tabel 3.1.4). De uitloop van zijscheuten werd door de temperatuurbehandelingen eerder gestimuleerd dan geremd (Figuur 3.1.5, tab 3.1.5). Zijscheuten werden meegeteld zodra minimaal het eerste blaadje was ontrold. In alle gevallen werd in de controlebehandeling bij de eind oogst het kleinste aantal zijscheuten geteld. Bij 'Starlight' werd onder invloed van de temperatuurbehandelingen in beide experimenten een betrouwbare toename van het aantal zijscheuten gevonden. Bij 'Exotica' was alleen in het tweede experiment een duidelijke trend in deze richting waarneembaar.

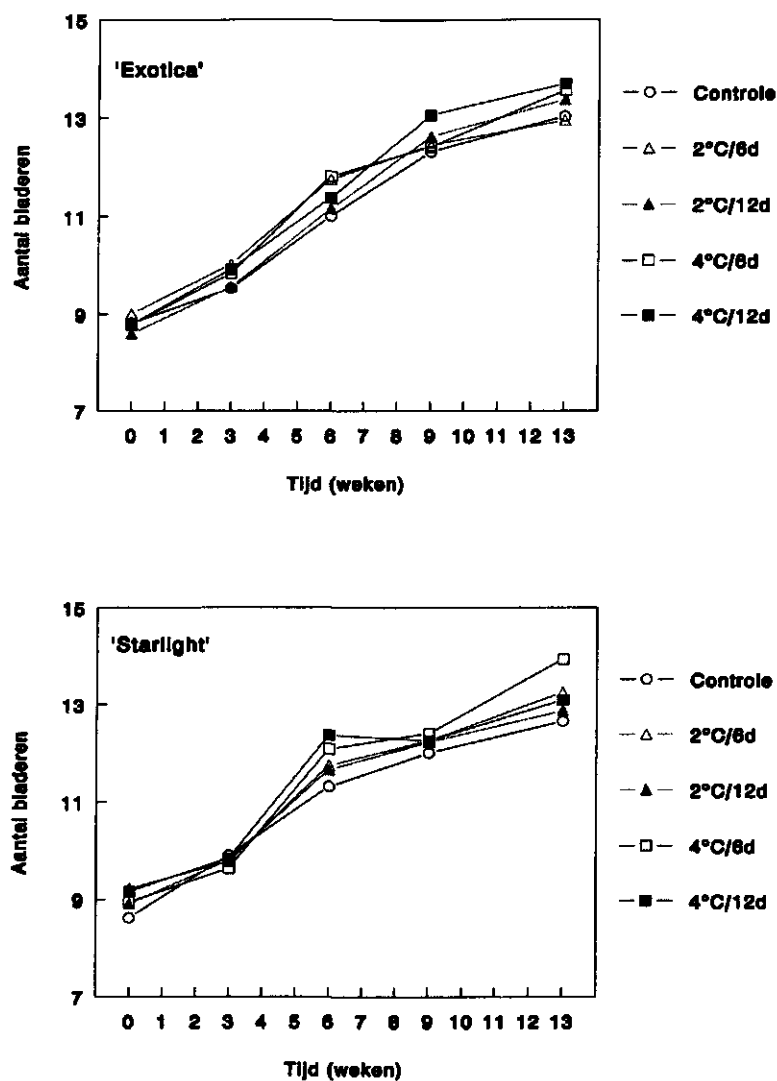
De resultaten leveren samen het beeld op dat de gekozen temperatuurbehandelingen geen negatief effect hadden op groei, ontwikkeling of kwaliteit van *Ficus*. Eerder was er een tendens te bespeuren van een licht gestimuleerde groei, waarbij aan planten bij wisselende temperaturen iets hogere waarden werden gemeten voor het versgewicht, aantal bladeren op de hoofdscheut en aantal zijscheuten. Hierbij nam de totale lengte van de plant niet toe, zodat de planten dus relatief iets compacter zijn geworden.



Figuur 3.1.1 - Verloop van de lengte van de hoofdscheut (cm) van twee Ficusrassen in het eerste experiment bij verschillende amplitudes (in °C) en periodes van afwijking (in dagen) rond een gemiddelde temperatuur van 18°C.

Tabel 3.1.1 - Effecten van verschillende amplitudes (in °C) en periodes van afwijking (in dagen) rond een gemiddelde temperatuur van 18°C op de lengte van de hoofdscheut (cm) van twee Ficusrassen bij de eind oogst van beide experimenten. L.S.D._{0.05} is het kleinste betrouwbare verschil (5% niveau). Binnen een kolom zijn getallen, gemarkeerd met dezelfde letter, niet betrouwbaar verschillend.

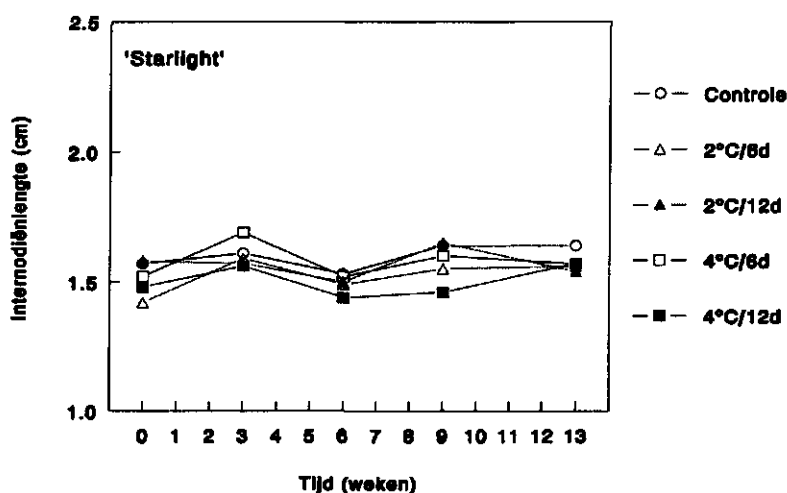
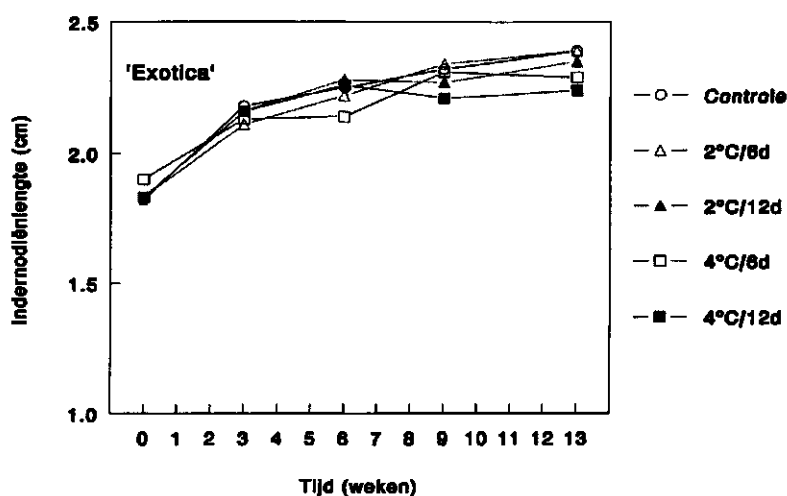
Behandeling	'Exotica'		'Starlight'	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	31.1	44.6	20.8	34.9 ^{ab}
2°C/6d	30.8	45.1	20.6	34.0 ^a
2°C/12d	31.3	44.9	19.9	36.8 ^b
4°C/6d	30.8	44.7	21.9	36.2 ^{ab}
4°C/12d	30.5	43.9	20.6	34.0 ^a
L.S.D. _{0.05}	2.3	3.1	2.3	2.7



Figuur 3.1.2 - Verloop van het aantal bladeren aan de hoofdscheut van twee Ficusrassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Figuur 3.1.1).

Tabel 3.1.2 - Aantal bladeren aan de hoofdscheut van twee Ficusrassen bij de eind oogst (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.1.1).

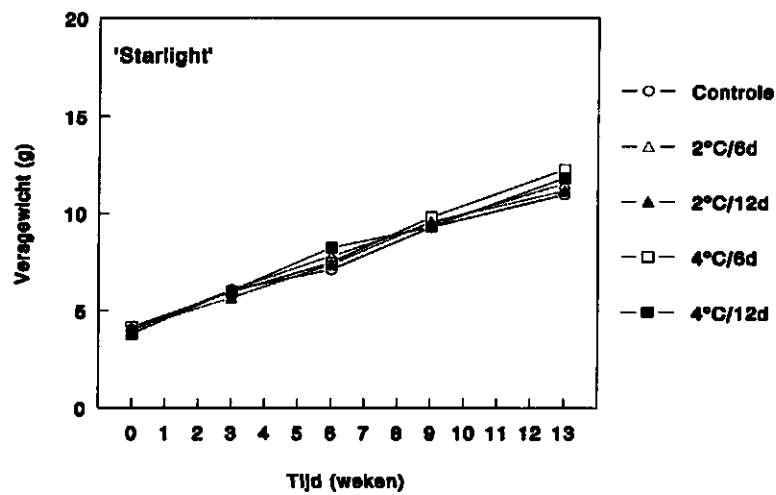
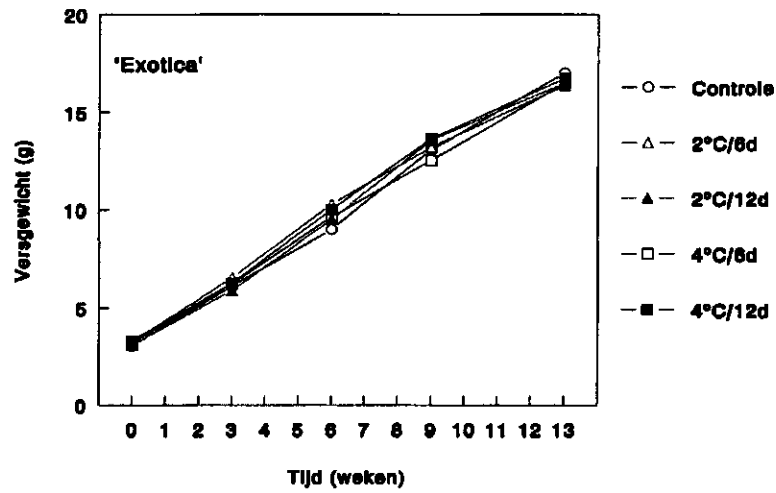
Behandeling	'Exotica'		'Starlight'	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	13.0	16.3	12.7 ^a	14.9 ^a
2°C/6d	13.0	16.5	13.3 ^b	15.6 ^{ab}
2°C/12d	13.4	16.6	12.9 ^{ab}	15.9 ^b
4°C/6d	13.6	17.0	13.9 ^c	16.8 ^c
4°C/12d	13.7	17.2	13.1 ^{ab}	16.0 ^{bc}
L.S.D. _{0.05}	0.9	1.4	0.5	0.9



Figuur 3.1.3 - Verloop van de gemiddelde lengte van de internodiën (cm) van twee Ficusrassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Figuur 3.1.1).

Tabel 3.1.3 - Gemiddelde lengte van de internodiën (cm) van twee Ficusrassen bij de eind oogst (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.1.1).

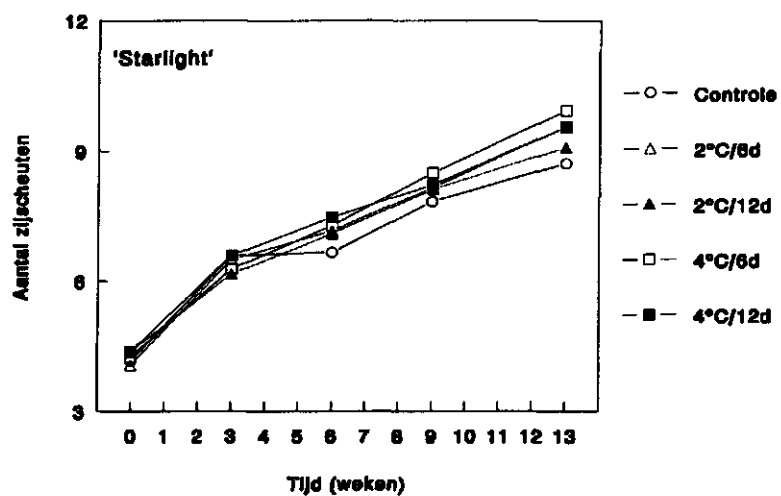
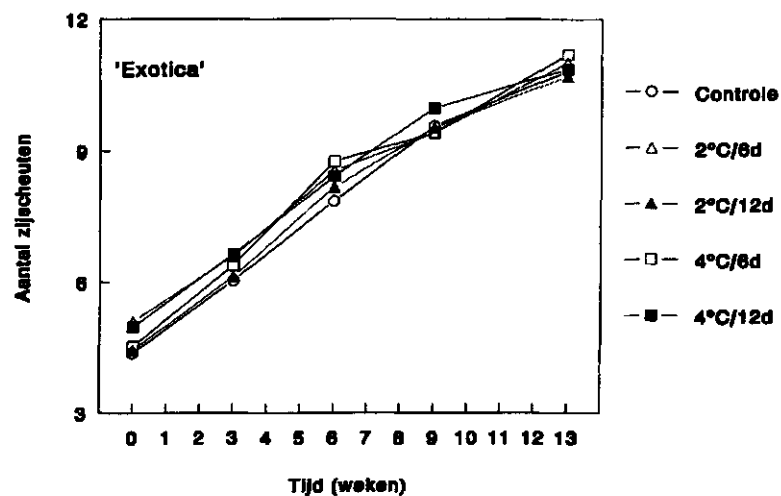
Behandeling	'Exotica'		'Starlight'	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	2.39	2.75 ^b	1.66	2.35 ^c
2°C/6d	2.39	2.75 ^b	1.56	2.20 ^{abc}
2°C/12d	2.35	2.71 ^b	1.54	2.32 ^{bc}
4°C/6d	2.29	2.64 ^{ab}	1.57	2.17 ^{ab}
4°C/12d	2.25	2.56 ^a	1.57	2.13 ^a
L.S.D. _{0.05}	0.17	0.11	0.19	0.16



Figuur 3.1.4 - Verloop van het versgewicht bovengronds (g) van twee Ficusrassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Figuur 3.1.1).

Tabel 3.1.4 - Versgewicht bovengronds (g) van twee Ficusrassen bij de eind oogst (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.1.1).

Behandeling	'Exotica'		'Starlight'	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	17.0	36.0	11.0 ^a	22.3
2°C/6d	16.4	36.3	11.5 ^{ab}	24.2
2°C/12d	16.5	37.9	11.2 ^a	25.0
4°C/6d	16.5	37.0	12.3 ^b	27.6
4°C/12d	16.7	38.5	11.8 ^{ab}	26.0
L.S.D. _{0.05}	2.3	4.3	1.0	7.6



Figuur 3.1.5 - Verloop van het aantal zij scheuten van twee Ficusrassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Figuur 3.1.1).

Tabel 3.1.5 - Aantal zij scheuten van twee Ficusrassen bij de eindogst (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.1.1).

Behandeling	'Exotica'		'Starlight'	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	10.8	12.7	8.7 ^a	11.2 ^a
2°C/6d	11.0	13.2	9.6 ^{bc}	12.0 ^{ab}
2°C/12d	10.7	13.2	9.1 ^{ab}	12.4 ^b
4°C/6d	11.2	13.3	9.9 ^c	13.4 ^c
4°C/12d	10.9	14.0	9.6 ^{bc}	12.4 ^b
L.S.D. _{0.05}	0.8	1.4	0.8	0.9

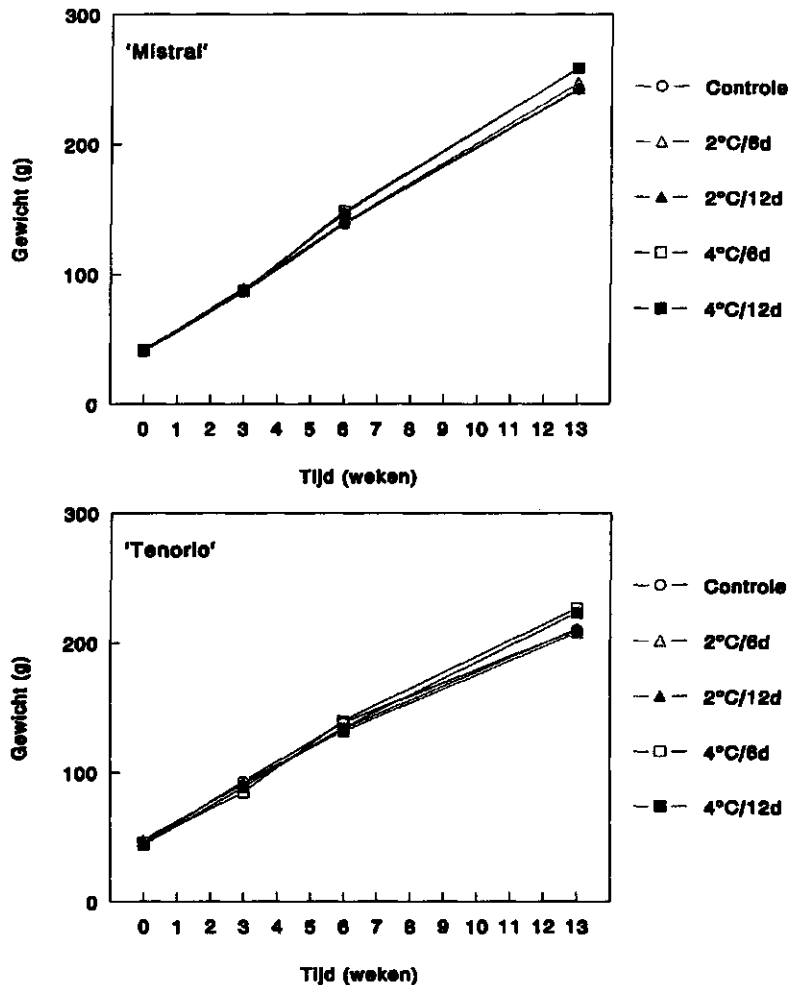
3.2 KALANCHOE

De proeven met Kalanchoe zijn uitgevoerd met twee rassen: 'Tenorio', een compact groeiend, snel vertakkend type en 'Mistral', een ras dat in de praktijk zonder uitzondering wordt getopt en geremd met ALAR om de gewenste compacte en gevulde plantopbouw te krijgen. In deze verkennende proeven is gekozen om dergelijke behandelingen achterwege te laten, om zo een zuiverder beeld te krijgen van de temperatuuffecten.

Kalanchoe wordt als bloeiende KD-plant gekenmerkt door een duidelijk te onderscheiden vegetatieve fase, een bloei-inductiefase en een bloeirealisatiefase. In de hier beschreven proeven zijn niet alleen planten geteeld die doorlopend aan de temperatuurbehandelingen werden blootgesteld, ook is bij twee groepen planten onderscheid gemaakt tussen effecten van wisselende temperaturen in de periode tot aan het eind van de inductiefase (eerste gaafrandige generatieve blaadjes zichtbaar) en de daaropvolgende bloeirealisatiefase. Voor dit doel werden extra planten opgekweekt in twee aangrenzende afdelingen, waarbij de temperatuur op continu 18°C stond ingesteld. Aan het eind van de inductiefase werden deze planten omgewisseld met aselekt gekozen groepen planten afkomstig uit de afdelingen waarin de temperatuurbehandelingen werden gegeven. Aan het eind van de eerste teelt (week 3 in 1995) hadden de planten juist het veilingrijpe stadium bereikt (ca. drie bloemetjes open). In de tweede teelt zijn de planten wat langer doorgekweekt (meer dan 20 bloemetjes open).

Ook voor Kalanchoe gold dat geen negatieve effecten van de temperatuurbehandelingen werden waargenomen op groei, bloei of kwaliteit van het gewas. Wat betreft de gewichtstoename van de planten werd in beide experimenten geconstateerd dat wisselende temperaturen geen nadelig effect hadden in vergelijking tot een constante teelttemperatuur (Figuur 3.2.1, Tabel 3.2.1, 3.2.2). Er was in de eerste proef zelfs een tendens te bespeuren dat fluctuaties in temperatuur van 4°C rond het gemiddelde wat zwaardere planten opleverden. Deze tendens was ook zichtbaar bij planten die in de eerste proef slechts gedurende de helft van de teelt (inductie- of realisatiefase) aan temperatuurfluctuaties waren blootgesteld. In de resultaten van de tweede proef is geen samenhang te ontdekken tussen versgewicht bij de eind oogst en temperatuurbehandeling (Tabel 3.2.1, 3.2.2). Met betrekking tot de lengtegroei is bij beide rassen in beide proeven een veel duidelijker stimulerend effect van wisselende temperaturen te zien (Figuur 3.2.2, Tabel 3.2.3, 3.2.4). De invloed van de behandelingen is het sterkst geweest tijdens de bloeirealisatiefase, omdat planten die alleen tijdens de bloei-inductie aan wisselende temperaturen waren onderworpen geen verschil in lengtegroei lieten zien. De gestimuleerde strekking bij wisselende temperaturen bleek een zeer regelmatig patroon te vertonen, waarbij een amplitude van 4°C meer strekking veroorzaakte dan 2°C, terwijl een periode van zes dagen steeds langere planten opleverde dan een van 12 dagen (Tabel 3.2.3, 3.2.4). Ook de generatieve ontwikkeling werd sterk beïnvloed door de temperatuurbehandelingen. Het aantal open bloemetjes bij de eind oogst bleek in beide experimenten en bij beide rassen duidelijk toe te nemen met de intensiteit van de temperatuurbehandeling, waarbij geen duidelijk te onderscheiden invloed te zien was van de duur (periode) of de grootte (amplitude) van de temperatuurafwijkingen (Tabel 3.2.5, 3.2.6). Uit de verwisseling van groepen planten halverwege de teelt bleek, dat de temperatuurbehandelingen vrijwel uitsluitend effect hadden tijdens de bloeirealisatiefase; planten die alleen tijdens deze fase blootgesteld zijn geweest aan wisselende temperaturen vertoonden dezelfde contrasten als planten die gedurende de hele teelt waren behandeld, terwijl geen verschillen in bloei werden geconstateerd bij planten die de temperatuurbehandelingen alleen tijdens de inductiefase hadden ondergaan. Uit waarnemingen bij de eind oogst van experiment 1 bleek dat het aantal zij scheuten niet significant werd

beïnvloed door de temperatuurbehandelingen (Tabel 3.2.7). Opgemerkt moet worden dat met de gekozen waarnemingsmethode geen onderscheid gemaakt kon worden tussen behandelingseffecten op de generatieve ontwikkelingssnelheid en op de hoeveelheid knoppen die zijn aangelegd (het bloeipotentieel). De algemene indruk was dat het voornaamste effect bestond uit een versnelling van de generatieve ontwikkeling van maximaal een week, terwijl er ongeveer evenveel knoppen werden gevormd. Ook het effect van wisselende temperaturen op de lengtegroei is hiermee in overeenstemming, omdat de planten vooral tijdens het in bloei komen een snelle strekking (van de bloemstelen) vertoonden. In vervolgonderzoek was de eindwaarneming zo georganiseerd dat deze twee effecten konden worden onderscheiden.



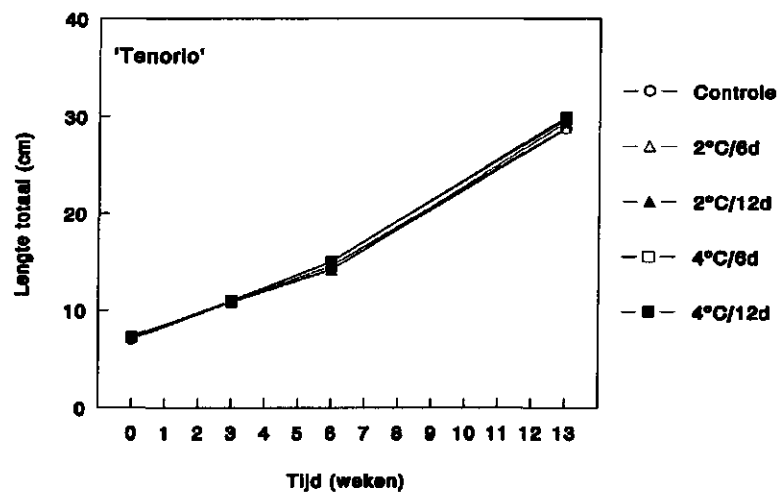
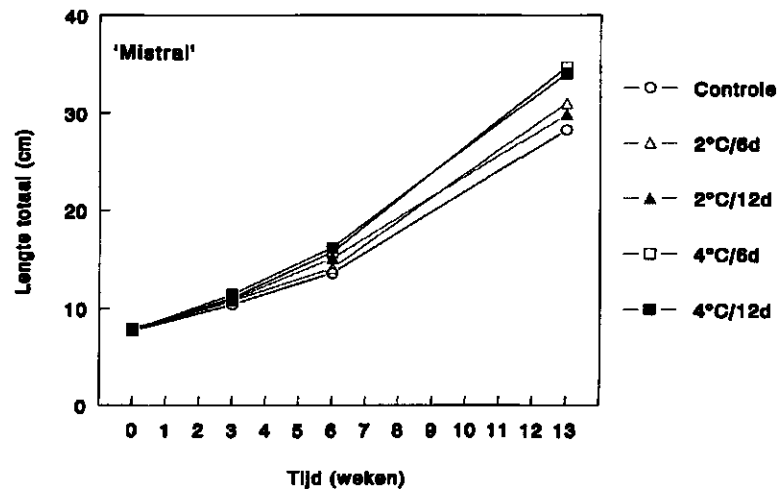
Figuur 3.2.1 - Verloop van het versgewicht bovengronds (g) van twee Kalanchoerassen in het eerste experiment bij verschillende amplitudes (in °C) en periodes van afwijking (in dagen) rond een gemiddelde temperatuur van 18°C.

Tabel 3.2.1 - Effecten van verschillende amplitudes (in °C) en periodes van afwijking (in dagen) rond een gemiddelde temperatuur van 18°C op het versgewicht bovengronds (g) van Kalanchoe 'Mistral' bij de eindogst van beide experimenten. L.S.D._{0.05} is het kleinste betrouwbare verschil (5% niveau). Binnen een kolom zijn getallen, gemarkeerd met dezelfde letter, niet betrouwbaar verschillend.

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-reali- satie	Bloei-induc- tie	Hele teelt	Bloei-reali- satie	Bloei-induc- tie
Controle	242.0	232.3	220.5 ^a	234.5 ^a	233.1	233.2
2°C/6d	246.9	241.2	224.2 ^b	233.9 ^a	234.2	229.0
2°C/12d	242.6	237.7	228.2 ^c	244.9 ^b	228.7	228.7
4°C/6d	258.2	241.2	226.6 ^b	231.7 ^a	223.8	230.5
4°C/12d	258.3	237.5	237.9 ^d	233.4 ^a	218.3	232.9
L.S.D. _{0.05}	19.4	13.6	2.5	8.4	16.6	20.5

Tabel 3.2.2 - Gewicht (g) van Kalanchoe 'Tenorio' bij de eindogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.2.1).

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-reali- satie	Bloei-induc- tie	Hele teelt	Bloei-reali- satie	Bloei-induc- tie
Controle	209.9	204.4	191.1	193.7	185.8	198.3
2°C/6d	210.6	208.7	197.6	192.7	196.7	208.2
2°C/12d	207.8	210.8	195.6	196.9	184.7	198.8
4°C/6d	226.7	215.1	200.7	202.1	188.7	194.9
4°C/12d	223.1	212.9	200.2	201.9	181.9	201.6
L.S.D. _{0.05}	26.2	10.3	18.0	41.2	15.0	35.3



Figuur 3.2.2 - Verloop van de lengte van de hoofdscheut (cm) van twee Kalanchoerassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van figuur 3.2.1).

Tabel 3.2.3 - Lengte hoofdscheut (cm) van Kalanchoe 'Mistral' bij de eind oogst voor de twee experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.2.1).

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	28.3 ^a	28.6 ^a	28.7	28.4 ^a	28.6 ^a	29.1
2°C/6d	31.0 ^b	30.4 ^c	28.8	30.8 ^b	31.3 ^c	29.2
2°C/12d	29.8 ^{ab}	29.4 ^b	29.4	29.8 ^b	29.6 ^b	28.9
4°C/6d	34.7 ^c	34.6 ^e	29.7	33.4 ^d	33.6 ^d	28.5
4°C/12d	34.1 ^c	32.5 ^d	29.9	32.1 ^c	31.3 ^c	30.6
L.S.D. _{0.05}	2.1	0.6	1.6	1.2	0.6	2.9

Tabel 3.2.4 - Lengte van de hoofdscheut (cm) van Kalanchoe 'Tenorio' bij de eind oogst voor twee experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.2.1).

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	26.6 ^a	26.5 ^{ab}	24.9	24.8 ^a	25.3 ^a	25.3
2°C/6d	27.8 ^{ab}	27.9 ^{bc}	24.8	26.3 ^{ab}	27.2 ^a	26.2
2°C/12d	26.1 ^a	26.4 ^a	24.9	25.8 ^{ab}	26.0 ^a	26.5
4°C/6d	29.3 ^b	30.4 ^d	25.6	30.4 ^c	30.8 ^b	26.4
4°C/12d	28.7 ^b	28.6 ^c	24.9	27.7 ^b	28.1 ^{ab}	26.3
L.S.D. _{0.05}	2.1	1.5	1.0	2.4	3.1	2.7

Tabel 3.2.5 - Aantal open bloemen bij Kalanchoe 'Mistral' voor de twee experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.2.1). N.B. Waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	0.2 ^a	0.4 ^a	0.2	20.9 ^a	17.7 ^a	17.3 ^a
2°C/6d	1.2 ^b	1.2 ^a	0.2	24.7 ^{ab}	21.7 ^a	19.8 ^{ab}
2°C/12d	0.6 ^{ab}	0.5 ^a	0.2	26.9 ^b	23.3 ^a	19.5 ^{ab}
4°C/6d	5.3 ^c	4.8 ^b	0.3	35.9 ^c	30.2 ^b	21.6 ^b
4°C/12d	6.4 ^c	3.7 ^b	0.6	38.4 ^c	29.9 ^b	20.5 ^{ab}
L.S.D. _{0.05}	*	*	*	5.1	6.4	3.8

Tabel 3.2.6 - Aantal open bloemen bij Kalanchoe 'Tenorio' voor de twee experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.2.1). N.B. Waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	2.8	2.7 ^a	1.1	22.2	17.7 ^a	17.2
2°C/6d	3.1	3.3 ^a	1.6	23.5	19.1 ^{ab}	22.5
2°C/12d	1.2	2.4 ^a	0.7	27.4	20.6 ^{abc}	21.2
4°C/6d	4.5	9.0 ^b	0.8	29.6	24.5 ^{bc}	22.4
4°C/12d	2.9	8.9 ^b	0.3	30.6	26.1 ^c	16.7
L.S.D.	*	*	*	11.5	6.6	7.4

Tabel 3.2.7 - Aantal scheuten van twee Kalanchoerassen bij de eindogst voor experiment 1.

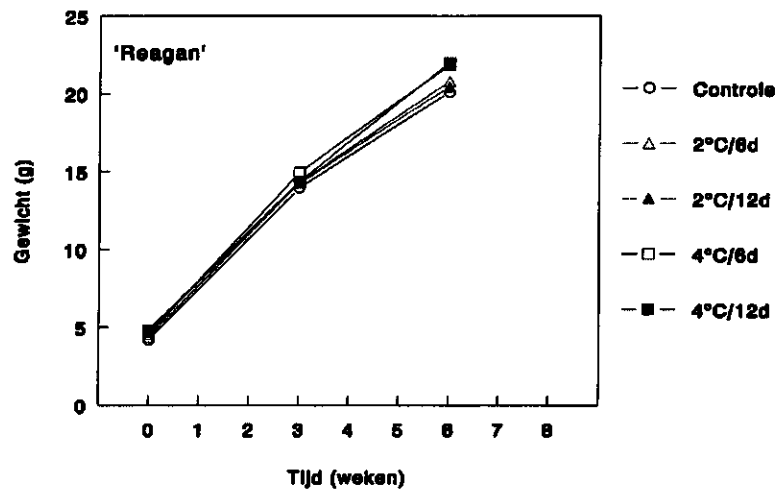
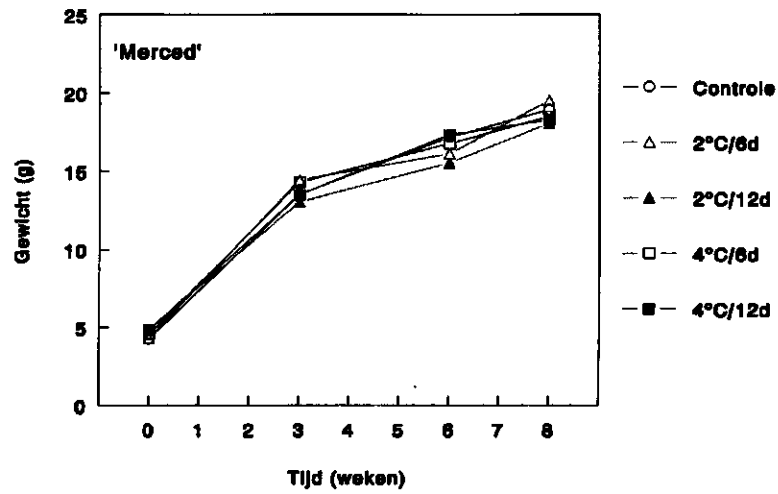
Behandeling	'Mistral'	'Tenerio'
Controle	7.8	13.6
2°C/6d	6.6	13.1
2°C/12d	7.3	13.4
4°C/6d	7.3	13.1
4°C/12d	7.1	13.3
L.S.D. _{0.05}	0.7	1.1

3.3 CHRYSANT

De proeven met chrysant zijn eveneens uitgevoerd met twee rassen: 'Merced', een compact groeiende potchrysant en 'Improved Reagan', een snijchrysant. In de praktijk worden beide rassen geremd met ALAR om de gewenste compacte plantopbouw te krijgen, terwijl 'Merced' meestal ook wordt getopt. In deze verkennende proeven is gekozen om deze behandelingen achterwege te laten, om zo een zuiver beeld te krijgen van de effecten van de temperatuurbehandelingen. In de eerste proef werden van 'Merced' drie stekken per pot geplant, in de tweede proef slechts één. Snijchrysanten worden normaal met steungaas geteeld, wat in deze proeven helaas onmogelijk was. Hierdoor is de eerste proef met 'Improved Reagan' voortijdig beëindigd, omdat de planten niet meer rechtop bleven staan. Evenals Kalanchoe wordt chrysant als bloeiende KD-plant gekenmerkt door een duidelijk te onderscheiden vegetatieve fase, een bloei-inductiefase en een bloeirealisatiefase. Daarom zijn ook bij chrysant twee extra groepen planten aan het experiment toegevoegd, waardoor onderscheid kon worden gemaakt tussen effecten van wisselende temperaturen in de periode tot aan het eind van de inductiefase (hoofdknop juist met het blote oog zichtbaar) en de daaropvolgende bloeirealisatiefase. Voor dit doel werden extra planten opgekweekt bij continu 18°C. Aan het eind van de inductiefase werden deze planten omgewisseld met aselekt gekozen groepen planten, afkomstig uit de afdelingen waarin de temperatuurbehandelingen werden gegeven.

Uit de resultaten bleek dat de temperatuurbehandelingen geen negatieve invloed hadden op de productie van versgewicht (Figuur 3.3.1, Tabel 3.3.1, 3.3.2): bij 'Improved Reagan' was er eerder sprake van een gering positief effect op het gewicht bij de eind oogst; bij 'Merced' was geen verschil te zien. Bij opsplitsing van de temperatuurbehandeling in verschillende fasen wordt dit beeld bevestigd: bij 'Merced' werd geen effect gevonden (Tabel 3.3.1), bij 'Improved Reagan' leidden temperatuurwisselingen tijdens de inductiefase in experiment 2 tot zwaardere planten, in experiment 1 is dezelfde trend waarneembaar (Tabel 3.3.2). Ook de lengte van de plant ondervond weinig invloed van de behandelingen (Figuur 3.3.2, Tabel 3.3.3, 3.3.4). Hierbij moet worden aangetekend dat de snijchrysanten in proef 1 niet de normale eindlengte hebben bereikt, doordat deze proef voortijdig is beëindigd. In het tweede experiment werd een licht stimulerend effect waargenomen, waarbij de planten onder invloed van de meest extreme wisselbehandeling het langst werden. De trend in experiment 1, nl. dat de planten onder invloed van wisselingen met een amplitude van 2°C bij een periode van zes dagen korter bleven, is ook bij opsplitsing van de temperatuurbehandelingen waarneembaar in de planten die tijdens de bloei-inductie aan wisselende temperaturen zijn blootgesteld (Tabel 3.3.3, 3.3.4). Het effect wordt echter niet bevestigd in het tweede experiment. Dit suggereert dat het aan plaatseffecten of afwijkend stekmateriaal is toe te schrijven. Het aantal bladparen aan de hoofdas ondervond eveneens weinig invloed van de temperatuurwisselingen (Figuur 3.3.3, Tabel 3.3.5, 3.3.6). Een duidelijke toename van het aantal bladeren onder de hoofdknop zou een indicatie vormen voor een uitstel van de bloei-inductie. Uit Figuur 3.3.3 blijkt dat bij 'Merced' in het eerste experiment bij de behandeling 2°C/6 dagen systematisch een relatief klein aantal bladparen is geteld. Dit effect is ook terug te vinden in Tabel 3.3.5 bij de planten die uitsluitend tijdens de bloei-inductie aan temperatuurwisselingen zijn blootgesteld. Evenals bij de afwijkende waarde voor de plantlengte geldt ook hier dat het effect in het tweede experiment niet reproduceerbaar is gebleken. Voor het overige bleken voor beide rassen de temperatuurbehandelingen geen effect te hebben op het aantal bladparen (Tabel 3.3.5, 3.3.6). Als maat voor de generatieve ontwikkeling werd het aantal 'losgekomen' bloemknoppen geteld. Het criterium 'los', wat betekent dat er minimaal 1 cm steel onder de knop

zichtbaar moest zijn, is gehanteerd om te voorkomen dat minuscule knopjes in onderontwikkelde zijscheutjes geteld zouden moeten worden, waarvan het niet waarschijnlijk was dat ze ooit in bloei zouden zijn gekomen. Verder zijn de generatieve delen apart gewogen, en uitgedrukt als percentage van het totale plantgewicht. Doordat de eerste proef met 'Improved Reagan' voortijdig is beëindigd omdat het gewas begon om te vallen waren er helaas nog maar weinig 'losse' knoppen waarneembaar (Tabel 3.3.8). Over het algemeen bleken de temperatuurbehandelingen geen effect te hebben op het aantal getelde knoppen (Tabel 3.3.7, 3.3.8). Het enige significante verschil was te zien bij het ras 'Merced' in de eerste proef, waarbij ook voor deze parameter de behandeling 2°C/6d een afwijkende waarde opleverde. Ook in dit geval lijkt het verschil geen onderdeel van een meer algemene trend, en kwam het effect niet naar voren in het herhalingsexperiment. Een eigenschap van de plant die wel duidelijk invloed ondervond van de temperatuurbehandelingen is de verdeling van de biomassa over vegetatieve en generatieve delen. Wisselende temperaturen verminderden bij beide rassen het generatief gewicht, zowel relatief (versgewicht van bloemen en knoppen uitgedrukt als % van het totale plantgewicht; Tabel 3.3.9, 3.3.10) als in absolute zin (uitgedrukt in grammen; Tabel 3.3.11, 3.3.12). Bij 'Merced' leidde dit in beide experimenten tot significante verschillen; voor 'Reagan' alleen in de tweede proef. Wordt de voortijdig afgesloten eerste proef met 'Reagan' buiten beschouwing gelaten, dan blijkt er een sterke samenhang aantoonbaar ($P = 0.001$) tussen de vermindering van het percentage generatief gewicht en de grootte van de afwijking in temperatuursom per behandeling (Figuur 3.3.4). Blootstelling aan wisselende temperaturen gedurende uitsluitend de inductiefase of de bloeirealisatiefase leidde tot ongeveer evenredig geringere effecten op het percentage generatief gewicht ($P = 0.026$ resp. 0.058). In combinatie met de observatie dat er geen effect was op het aantal aangelegde knoppen wijst dit erop dat de knoppen lichter waren. De waarnemingen waren niet gedetailleerd genoeg om een uitspraak te kunnen doen over de vraag of er sprake was van een vertraagde generatieve ontwikkeling of dat er sprake was van morfologische verschillen in bloemopbouw.



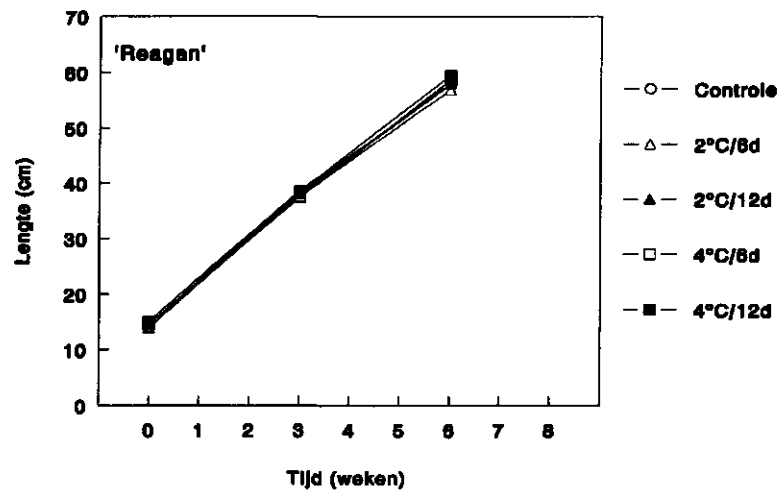
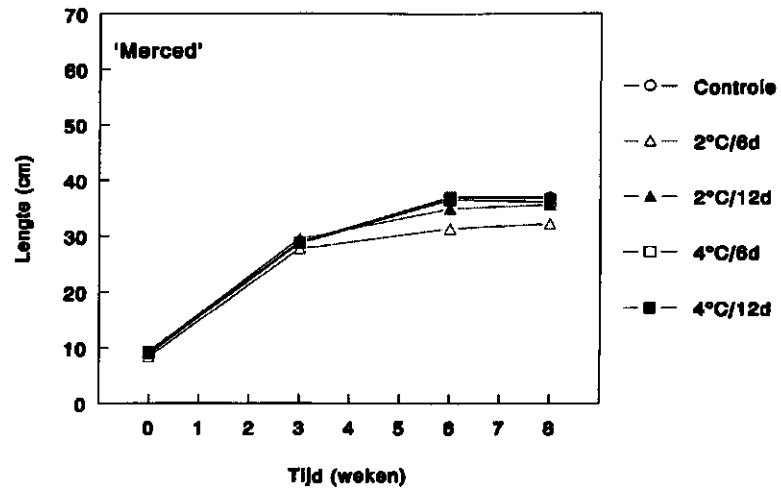
Figuur 3.3.1 - Verloop van het versgewicht bovengronds (g) van twee chrysantenrassen in het eerste experiment, bij verschillende amplitudes ($^{\circ}\text{C}$) en periodes van afwijking (in dagen) rond een gemiddelde temperatuur van 18°C .

Tabel 3.3.1 - Effecten van verschillende amplitudes (in °C) en periodes van afwijking (in dagen) rond een gemiddelde temperatuur van 18°C op het versgewicht bovengronds (g) van chrysant 'Merced' bij de eind oogst van beide experimenten. L.S.D._{0.05} is het kleinste betrouwbare verschil (5% niveau). Binnen een kolom zijn getallen, gemarkeerd met dezelfde letter niet betrouwbaar verschillend.

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	18.9	15.4	18.6	43.3	46.9	44.3
2°C/6d	19.5	16.0	18.5	46.1	44.7	43.5
2°C/12d	18.0	15.4	17.9	43.5	47.1	43.8
4°C/6d	18.5	15.3	18.5	46.5	47.6	48.4
4°C/12d	18.2	15.2	18.6	48.2	44.1	45.9
L.S.D. _{0.05}	2.9	2.3	5.6	8.0	7.0	8.1

Tabel 3.3.2 - Versgewicht (g) van chrysant 'Reagan' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1). N.B. waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	20.1	18.0 ^a	19.3	63.2 ^a	62.5	59.9 ^a
2°C/6d	20.8	19.4 ^b	19.5	63.0 ^a	64.2	61.3 ^{ab}
2°C/12d	20.5	18.4 ^{ab}	19.7	61.6 ^a	65.9	62.5 ^{ab}
4°C/6d	21.9	19.1 ^{ab}	21.6	73.1 ^c	63.2	66.9 ^c
4°C/12d	22.0	18.0 ^a	21.9	68.2 ^b	67.6	64.2 ^{bc}
L.S.D. _{0.05}	3.4	1.1	*	3.6	10.7	4.3



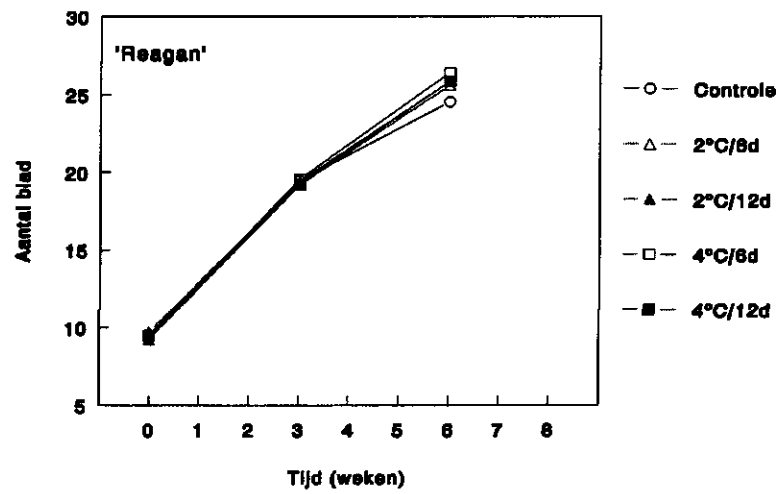
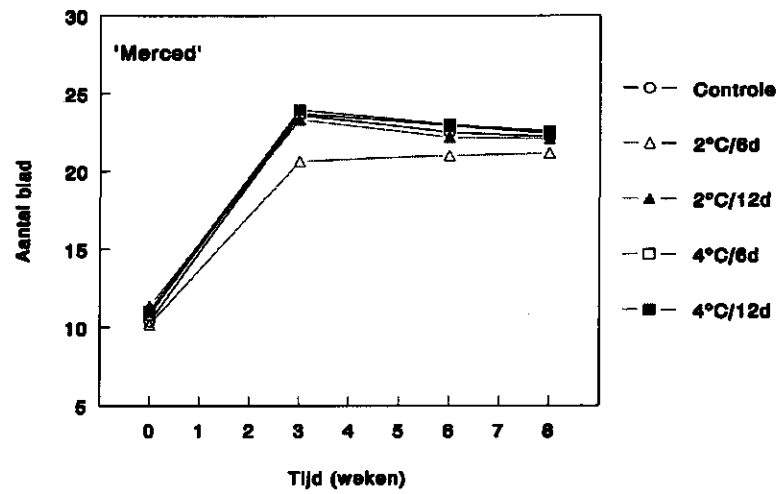
Figuur 3.3.2 - Verloop van de lengte van de hoofdscheut (cm) van twee chrysantenrassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van figuur 3.3.1).

Tabel 3.3.3 - Lengte van de hoofdscheut (cm) van chrysanth 'Merced' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1).

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	37.0	32.5	37.1 ^b	27.9 ^a	30.4	29.1
2°C/6d	32.2	32.6	30.6 ^a	29.9 ^{ab}	30.3	29.7
2°C/12d	35.6	31.9	34.0 ^{ab}	28.7 ^a	30.8	28.5
4°C/6d	36.1	31.6	36.4 ^{ab}	29.7 ^{ab}	31.0	30.1
4°C/12d	36.7	32.5	37.4 ^b	31.0 ^b	30.6	30.2
L.S.D. _{0.05}	5.7	2.1	6.3	2.1	2.2	3.7

Tabel 3.3.4 - Lengte van de hoofdscheut (cm) van chrysanth 'Reagan' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1).

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	57.9	54.6	57.1	67.5 ^{ab}	67.4	68.9 ^b
2°C/6d	56.9	55.9	56.2	68.2 ^b	68.5	68.1 ^{ab}
2°C/12d	58.1	55.4	56.3	66.6 ^a	67.6	66.2 ^a
4°C/6d	58.6	55.7	57.6	68.6 ^b	68.9	68.8 ^b
4°C/12d	59.5	55.8	59.2	68.3 ^b	68.9	67.2 ^{ab}
L.S.D. _{0.05}	4.4	1.7	2.9	1.2	3.6	2.2



Figuur 3.3.3 - Verloop van het aantal bladeren van twee chrysantenrassen in het eerste experiment (voor bijzonderheden zie het bijschrift van figuur 3.3.1).

Tabel 3.3.5 - Aantal bladeren aan de hoofdscheut van chrysanth 'Merced' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1).

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	22.2	21.9	22.2 ^b	23.5	23.9	23.9
2°C/6d	21.2	22.0	19.9 ^a	23.7	24.2	23.2
2°C/12d	22.1	21.9	21.6 ^{ab}	23.9	24.1	23.6
4°C/6d	22.4	21.8	22.4 ^b	24.1	24.1	24.0
4°C/12d	22.6	22.3	22.5 ^b	24.4	23.7	24.0
L.S.D. _{0.05}	2.1	2.0	2.1	2.2	0.9	1.3

Tabel 3.3.6 - Aantal bladeren aan de hoofdscheut (cm) van chrysanth 'Reagan' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1). N.B. waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	24.5	24.2	25.1	24.9	24.8	25.0 ^{abc}
2°C/6d	25.6	23.7	24.9	24.7	25.0	25.2 ^{bc}
2°C/12d	25.8	24.3	24.9	23.9	24.7	24.5 ^{ab}
4°C/6d	26.4	24.3	26.4	24.8	24.7	25.5 ^c
4°C/12d	25.8	24.3	25.1	23.9	24.8	24.3 ^a
L.S.D. _{0.05}	*	1.0	3.0	1.3	1.0	0.8

Tabel 3.3.7 - Aantal bloemknoppen van chrysant 'Merced' bij de eindoogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1).

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	7.8 ^a	6.1	7.1	19.5	21.0	19.1
2°C/6d	9.0 ^b	6.9	8.0	21.0	20.3	18.8
2°C/12d	7.6 ^a	6.1	7.5	19.9	21.3	18.7
4°C/6d	7.6 ^a	6.3	7.4	21.1	22.8	19.1
4°C/12d	7.3 ^a	5.6	7.1	22.8	20.9	19.8
L.S.D. _{0.05}	1.0	2.1	1.5	2.9	3.8	3.1

Tabel 3.3.8 - Aantal bloemknoppen van chrysant 'Reagan' bij de eindoogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1). N.B. waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

	Exp. 1			Exp. 2		
	Teeltfase waarin het gewas werd blootgesteld aan wisselende temperaturen					
Behandeling	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	2.3	1.3	0.6	17.4	17.7	17.2
2°C/6d	1.3	2.1	1.1	15.8	17.3	16.7
2°C/12d	0.8	1.1	0.5	14.6	19.5	17.5
4°C/6d	1.1	1.5	0.3	18.7	16.0	18.3
4°C/12d	2.0	1.5	1.1	17.0	17.8	18.2
L.S.D. _{0.05}	2.3	1.0	2.4	*	6.7	3.8

Tabel 3.3.9 - Percentage generatief (%) van chrysanth 'Merced' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1).

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	22.6 ^b	17.8	22.2	32.0 ^b	33.5 ^b	30.8 ^c
2°C/6d	22.1 ^b	20.4	21.4	32.4 ^b	30.7 ^a	31.0 ^c
2°C/12d	22.1 ^b	18.3	21.9	29.5 ^{ab}	33.1 ^b	28.9 ^b
4°C/6d	18.7 ^a	16.6	20.5	26.1 ^a	30.2 ^a	26.9 ^a
4°C/12d	18.4 ^a	15.4	21.1	25.5 ^a	30.2 ^a	27.1 ^a
L.S.D. _{0.05}	3.2	5.6	3.6	4.6	1.1	0.4

Tabel 3.3.10 - Percentage generatief (%) van chrysanth 'Reagan' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1). N.B. waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

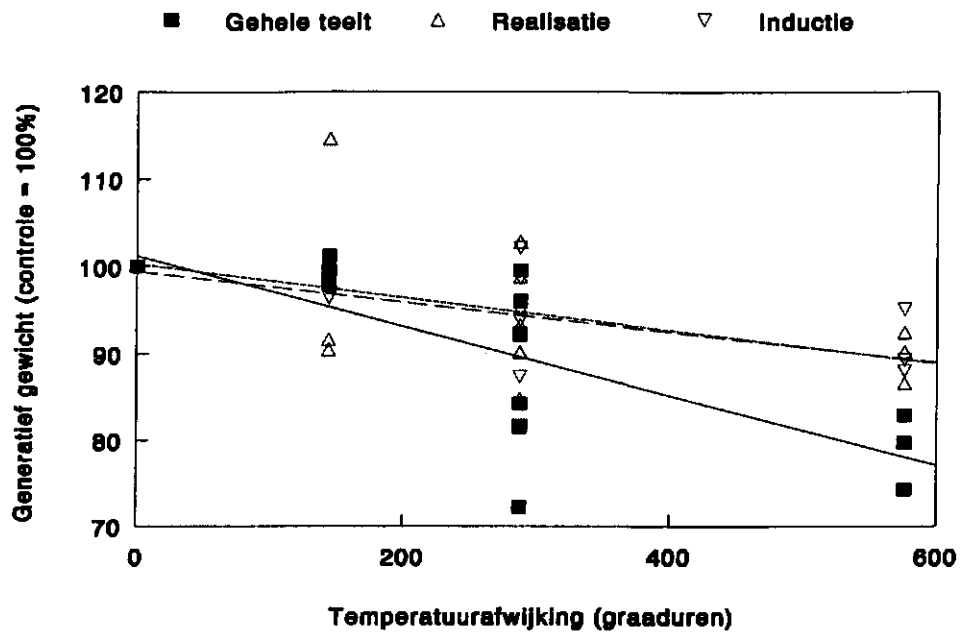
Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	0.6	0.5	0.2	10.1 ^b	10.5	9.3 ^b
2°C/6d	0.3	0.7	0.2	9.9 ^b	9.5	9.2 ^b
2°C/12d	0.2	0.4	0.1	9.7 ^b	10.0	9.5 ^b
4°C/6d	0.2	0.5	0.1	7.3 ^a	8.9	7.6 ^a
4°C/12d	0.3	0.5	0.2	7.5 ^a	9.7	8.3 ^{ab}
L.S.D. _{0.05}	*	0.4	*	1.2	2.3	1.5

Tabel 3.3.11 - Generatief gewicht van chrysanth 'Merced' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1).

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	4.3 ^b	2.9	4.1	13.9 ^{ab}	15.7 ^b	13.6
2°C/6d	4.3 ^b	3.3	4.0	14.9 ^b	13.8 ^{ab}	13.5
2°C/12d	4.0 ^{ab}	2.9	4.0	12.8 ^{ab}	15.5 ^b	12.7
4°C/6d	3.5 ^a	2.6	3.8	12.2 ^a	14.4 ^{ab}	13.0
4°C/12d	3.4 ^a	2.4	4.0	12.3 ^a	13.3 ^a	12.4
L.S.D. _{0.05}	0.6	1.3	1.6	2.3	2.0	2.0

Tabel 3.3.12 - Generatief gewicht (g) van chrysanth 'Reagan' bij de eind oogst van beide experimenten (voor bijzonderheden zie het bijschrift van Tabel 3.3.1). N.B. waar geen L.S.D. staat vermeld is de statistische analyse uitgevoerd met getransformeerde waarden.

Behandeling	Exp. 1			Exp. 2		
	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie	Hele teelt	Bloei-realisatie	Bloei-inductie
Controle	1.6	1.0	0.5	6.3 ^c	6.5	5.5
2°C/6d	0.7	1.4	0.7	6.2 ^{bc}	6.1	5.7
2°C/12d	0.5	0.8	0.4	5.9 ^{abc}	6.6	5.9
4°C/6d	0.5	1.0	0.2	5.2 ^{ab}	5.6	5.1
4°C/12d	0.9	1.0	0.6	5.1 ^a	6.6	5.3
L.S.D. _{0.05}	*	0.8	*	*	1.7	1.2



Figuur 3.3.4 - Afname van het gewichtsaandeel van de generatieve delen (controle bij 18°C constant = 100%) van chrysant als gevolg van blootstelling aan wisselende temperaturen tijdens verschillende teeltfasen: de gehele teelt, de bloeirealisatie- en de bloei-inductiefase. Gegevens van 'Improved Reagan' (alleen de tweede proef) en 'Merced' zijn in deze grafiek samengevoegd.

3.4 ANTHURIUM

De proeven met Anthurium zijn uitgevoerd met een scherzerianum-ras en vier rassen van het type andreanum, alle geteeld als potplant op eb/vloedtafels. Omdat de meeste andreanum-rassen meer dan drie maanden nodig hebben om in bloei te komen, is met dit type Anthurium slechts één proef uitgevoerd die zich over twee teeltperioden heeft uitgestrekt.

3.4.1 Anthurium scherzerianum

Wisselende temperaturen hadden weinig invloed op de groei van *A. scherzerianum*. Dit blijkt uit gegevens over plantgewicht, planthoogte, aantal scheuten en gemiddeld scheutgewicht bij de eind oogst (Figuur 3.4.1 en 3.4.2, Tabel 3.4.1 en 3.4.2). In het eerste experiment werd bij de behandeling 2°C/6d een geringe maar betrouwbare afname van het eindgewicht gevonden; in het tweede experiment trad dit effect niet op. Het effect paste niet in een algemene trend in de zin dat het niet was gecorreleerd met periode, amplitude of temperatuurintegraal van de behandelingen. Ook met betrekking tot kleine betrouwbare contrasten in het aantal scheuten en het gemiddeld scheutgewicht in de resultaten van experiment 1 zijn geen algemene lijnen te ontdekken en de verschillen werden in de tweede teelt niet teruggevonden.

De volgende bloeiafwijkingen zijn geconstateerd (Tabel 3.4.3):

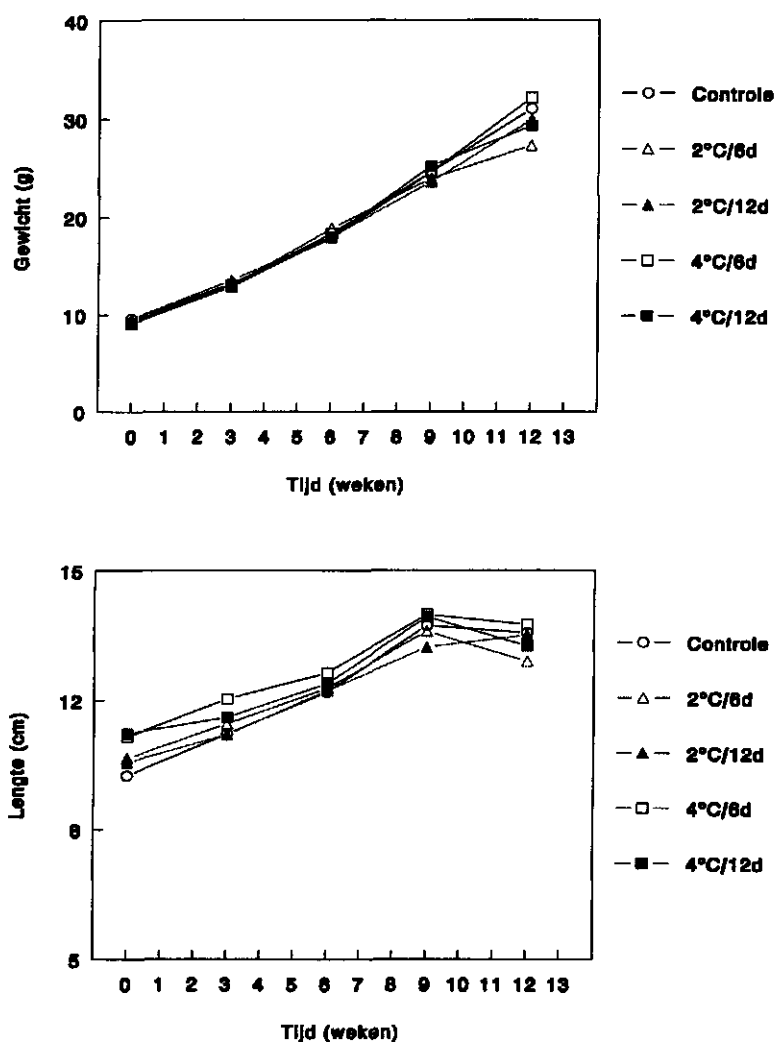
- bladgroen in het schutblad;
- schutblad komt niet goed open;
- vorming van een tweede schutblaadje;
- korte kolf.

Wat betreft de bladkwaliteit werden in de eerste teelt de volgende afwijkingen geconstateerd:

- chlorose;
- vorming van uitgestulpte randjes ('flapjes') op de onderzijde van het blad;
- verbranding/necrose;
- gedraaide petiole, waardoor het blad niet goed horizontaal kwam te staan.

Verder bleken veel planten in plaats van de normale eironde tot hartvormige bladeren af en toe een meer lancetvormig blad te vormen, waarbij de bladsteel extra kort bleef. Het verschijnsel van de lancetvormige bladeren kwam in alle behandelingen voor, maar mogelijk iets frequenter bij temperatuurafwijkingen van 4°C.

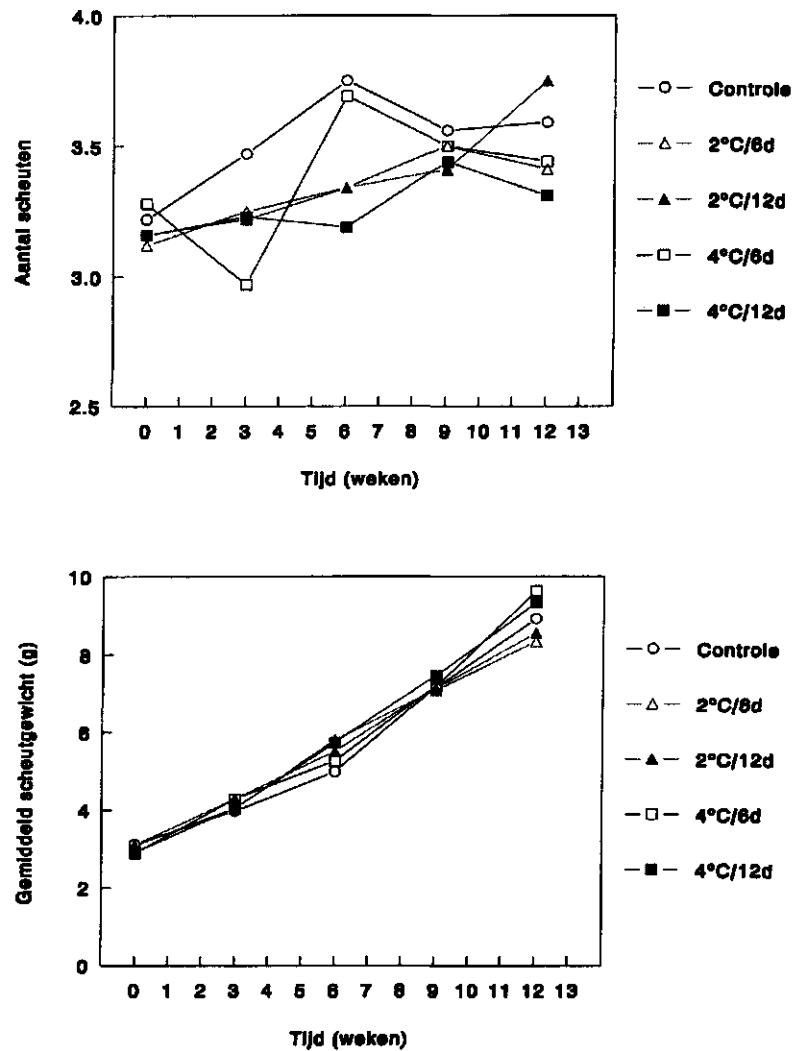
De meeste van deze afwijkingen kwamen in ongeveer gelijke mate in alle behandelingen voor (Tabel 3.4.3, 3.4.4 en 3.4.5). Wat betreft chlorose waren de verschijnselen niet geheel homogeen verdeeld. In het eerste experiment kwam bij de controle en de behandeling 2°C/12d de meeste chlorose voor, in het tweede experiment werden juist bij de controlebehandeling en de 'mildste' temperatuurbehandeling, n.l. 2°C/6d, geen chlorotische bladeren geconstateerd. Er is dus geen systematisch verband met de temperatuurbehandelingen aan te geven. Met betrekking tot het aantal bloemen van *A. scherzerianum* werden geen behandelingseffecten gevonden (Tabel 3.4.6). In het eerste experiment bereikten slechts weinig planten het bloeistadium; in het tweede experiment waren de planten bij de eind oogst wat verder in hun ontwikkeling. Bij de eind oogst van de eerste teelt was de tendens dat de planten meer bloeiden naarmate de behandeling grotere afwijkingen van de standaard-temperatuurintegraal veroorzaakte. In het herhalingsexperiment was deze trend niet zichtbaar.



Figuur 3.4.1 - Verloop van planthoogte (cm) en het versgewicht bovengronds (g) van *Anthurium scherzerianum* in het eerste experiment bij verschillende amplitudes (in °C) en periodes van temperatuurafwijking rond een gemiddelde temperatuur van 18°C.

Tabel 3.4.1 - Planthoogte (cm) en versgewicht bovengronds (g) van *Anthurium scherzerianum* bij de eind oogst van beide experimenten. Temperatuur-behandelingen als in Figuur 3.4.1. L.S.D._{0.05} is het kleinste betrouwbare verschil (5% niveau). Binnen een kolom zijn getallen, gemarkeerd met dezelfde letter niet betrouwbaar verschillend.

Behandeling	Planthoogte (cm)		Vergewicht (g)	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	13.4	9.7	31.0 ^b	44.1
2°C/6d	12.7	8.7	27.3 ^a	40.1
2°C/12d	13.3	9.7	29.9 ^{ab}	41.3
4°C/6d	13.6	9.4	32.2 ^b	38.1
4°C/12d	13.1	8.9	29.9 ^{ab}	38.9
L.S.D. _{0.05}	1.5	1.7	3.2	8.4



Figuur 3.4.2 - Verloop van het aantal scheuten en gemiddeld scheutgewicht (g) van Anthurium scherzerianum in het eerste experiment. Voor bijzonderheden zie Figuur 3.4.1.

Tabel 3.4.2 - Aantal scheuten en scheutgewicht (g) van Anthurium scherzerianum bij de eind oogst van beide experimenten. Temperatuurbehandelingen als in Figuur 3.4.1. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.4.1.

Behandeling	Aantal scheuten		Gemiddeld scheutgewicht	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Controle	3.6 ^a	4.9	8.9 ^{ab}	10.4
2°C/6d	3.4 ^a	5.5	8.3 ^a	8.4
2°C/12d	3.8 ^b	4.9	8.6 ^a	9.1
4°C/6d	3.4 ^{ab}	5.1	9.6 ^c	8.3
4°C/12d	3.3 ^a	5.0	9.3 ^{bc}	8.4
L.S.D. _{0.05}	0.3	2.0	0.6	3.9

Tabel 3.4.3 - Bijzonderheden van *Anthurium scherzerianum* bij de eind oogst van experiment 1. Score per behandeling (20 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Bloemen		Bladeren		
	Extra schutblad	Bladgroen in schutblad	Chlorose	Gedraaide bladsteel	Lang blad, korte steel
Controle	1	2	26	6	13
2°C/6d	2	1	7	4	14
2°C/12d	3	2	22	4	14
4°C/6d	1	1	9	11	25
4°C/12d	1	2	9	4	18

Tabel 3.4.4 - Bijzonderheden van de bloemen van *Anthurium scherzerianum* bij de eind oogst van experiment 2. Score per behandeling (20 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Bladgroen in schutblad	Schutblad slecht open	Extra schutblad	Korte kolf
Controle	1	1	10	11
2°C/6d	3	0	11	13
2°C/12d	3	1	6	10
4°C/6d	1	1	6	12
4°C/12d	2	0	11	10

Tabel 3.4.5 - Bijzonderheden van de bladeren van *Anthurium scherzerianum* bij de eind oogst van experiment 2. Score per behandeling (20 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Chlorotisch	'Flapjes'	Verbrand/ necrotisch	Gedraaid blad
Controle	0	0	0	2
2°C/6d	0	4	0	2
2°C/12d	2	3	2	3
4°C/6d	1	0	1	3
4°C/12d	3	2	0	2

Tabel 3.4.6 - Aantal open bloemen bij de eind oogst van *Anthurium scherzerianum* voor de twee experimenten. Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Exp. 1	Exp. 2
Controle	0.22	1.35
2°C/6d	0.28	1.10
2°C/12d	0.34	0.80
4°C/6d	0.34	1.00
4°C/12d	0.66	0.91
L.S.D. _{0,05}	0.56	0.66

3.4.2 *Anthurium andreanum*

Wisselende temperaturen bleken bij de rassen 'Champagne' en 'Paradiso' een negatief effect te hebben op het eindgewicht: 15-20% vermindering van de behandeling 4°C/12d ten opzichte van de onbehandelde controle (Tabel 3.4.7). Ook bij de overige twee rassen was deze trend zichtbaar, zij het in mindere mate. De eindgewichten van alle rassen samen bleken significant negatief gecorreleerd te zijn met de temperatuurafwijking per behandeling (in graduren) met een correlatiecoëfficiënt -0.64 ($P=0.001$). Door de spreiding is niet uit de resultaten af te leiden of er sprake is van een schadedrempel, waar beneden negatieve gevolgen uitblijven, of dat er een lineaire dosis/effectrelatie bestond waarbij ook geringe temperatuursfluctuaties al een (weliswaar beperkte) vermindering van het gewicht veroorzaakten.

Tegenwoordig worden *andreanum*-typen ook als potplant op de markt gebracht. In verband hiermee is de plantopbouw in belangrijke mate bepalend voor de sierwaarde. Relevante factoren zijn in dit verband het aantal bloemen dat boven de bladeren uitkomt (bloemen met te korte stelen hebben dus geen sierwaarde) en de verhouding van hoogte en breedte van de plant. Verder is de bladkwaliteit voor potplanten van groter belang dan bij de teelt van snij-*Anthurium*. Wisselende temperaturen bleken geen effect te hebben op de hoogte/breedteverhouding van de planten (Tabel 3.4.8). Ook met betrekking tot het aantal bloemen dat boven het bladerdek zichtbaar uitstak werden geen betrouwbare verschillen waargenomen (Tabel 3.4.9). Voor het totaal aan bloemen en knoppen bleek er bij twee van de vier *A. andreanum*-typen wel een betrouwbaar negatief effect op te treden. Bij 'Champagne' en 'Paradiso' kwam bij de meest extreme temperatuurwisseling het totaal aantal bloemen en knoppen bij de eind oogst lager uit in vergelijking met de controle (Tabel 3.4.10). 'Sweetheart Pink' en 'Lady Jane' gaven geen effecten op de bloei te zien. Omdat 'Champagne' aan het eind van de teelt nog maar nauwelijks in bloei was gekomen, lijkt voor dit ras het effect naar verhouding veel groter dan bij 'Paradiso'. De indruk was echter dat de bloei vooral iets vertraagd was. Er is naar verschillende bloem- en bladafwijkingen gekeken bij de eind oogst (Tabel 3.4.11 - 3.4.14). Omdat de laatste week dat de planten in de kas stonden het weer zeer helder en warm was, is hier en daar bladverbranding ontstaan. In alle variëteiten behalve bij 'Champagne' zijn bladeren met verbrandingsverschijnselen geconstateerd. Er werd echter geen samenhang gevonden tussen de temperatuurbehandelingen en het optreden van bladschade. Bij alle vier de rassen kwam in lichte mate chlorose van het blad voor. Verder werden bij 'Sweetheart Pink' soms bladeren gevonden die aanvankelijk niet goed naar boven waren gekomen, en daardoor tijdens het uitgroeien onderin de plant verfrommeld zijn ge-

raakt. Ook bleken bij dit ras de oude bladeren soms bruine vlekken te gaan vertonen, waarbij de rest van de plant geen tekenen van stress vertoonde.

Bij alle rassen werd geconstateerd dat het schutblad van sommige bloemen niet helemaal ontrolde. Bij 'Sweetheart Pink' en 'Lady Jane' werden soms mini-bloemetjes gevormd (slechts enkele cm hoog). Bij het ras 'Paradiso' kwamen bloemen een kartelige rand voor. Bij dit ras was ook regelmatig bladgroen in het schutblad te zien, terwijl in een aantal gevallen het schutblad ook tekenen van verbranding vertoonde. Algemeen is de indruk dat de tolerantie voor temperatuurwisselingen bij de variëteiten 'Sweetheart Pink' en 'Lady Jane' tamelijk groot is, maar dat zowel de groei als de bloei van 'Paradiso' en 'Champagne' een aanwijsbaar negatief effect ondervonden van wisselende temperaturen.

Tabel 3.4.7 - Versgewicht (g) van de bovengrondse delen bij de eind oogst van *Anthurium andreaeanum* voor de verschillende rassen. Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	'Sweetheart Pink'	'Champagne'	'Paradiso'	'Lady Jane'
Controle	204.1	114.4 ^b	155.9 ^b	242.4
2°C/6d	205.9	116.4 ^b	154.5 ^b	221.0
2°C/12d	184.0	110.1 ^{ab}	141.1 ^b	223.7
4°C/6d	182.6	116.5 ^b	122.2 ^a	221.6
4°C/12d	191.5	95.6 ^a	123.3 ^a	225.7
L.S.D. _{0.05}	32.5	15.3	17.6	41.6

Tabel 3.4.8 - Plantopbouw (verhouding hoogte/breedte) bij de eind oogst van *Anthurium andreaeanum* voor de verschillende rassen. Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	'Sweetheart Pink'	'Champagne'	'Paradiso'	'Lady Jane'
Controle	0.71	0.86	0.88	0.71
2°C/6d	0.69	0.93	0.96	0.72
2°C/12d	0.66	0.89	0.84	0.73
4°C/6d	0.76	0.84	0.89	0.75
4°C/12d	0.74	0.86	0.91	0.77
L.S.D. _{0.05}	0.21	0.14	0.11	0.07

Tabel 3.4.9 - Aantal knoppen en bloemen zichtbaar boven het bladerdek bij de eind oogst van *Anthurium andreanum* voor de verschillende rassen. Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	'Sweetheart Pink'	'Champagne'	'Paradiso'	'Lady Jane'
Controle	0.69	0.25	0.81	1.88
2°C/6d	0.94	0.31	0.94	1.44
2°C/12d	0.88	0.19	0.75	1.81
4°C/6d	1.19	0.19	0.81	2.13
4°C/12d	0.56	0.00	0.81	1.69
L.S.D. _{0.05}	0.64	0.45	0.64	1.81

Tabel 3.4.10 - Totaal aantal knoppen en bloemen aan de plant bij de eind oogst van *Anthurium andreanum* voor de verschillende rassen. Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	'Sweetheart Pink'	'Champagne'	'Paradiso'	'Lady Jane'
Controle	3.75	0.81 ^b	3.13 ^b	5.38
2°C/6d	4.19	0.94 ^b	2.81 ^a	4.38
2°C/12d	3.50	0.44 ^a	3.00 ^a	4.38
4°C/6d	4.25	0.44 ^a	2.69 ^a	5.06
4°C/12d	4.13	0.13 ^a	2.38 ^a	5.00
L.S.D. _{0.05}	1.26	0.33	0.72	1.13

Tabel 3.4.11 - Bijzonderheden *Anthurium andreanum* 'Sweetheart Pink'. Score per behandeling (16 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Bloemen		Bladeren			
	Komt niet goed open	Mini-bloem	Schroei-plekken	Chlorose	Oud blad bruine vlekken	Blad onderin verfrommeld
Controle	2	6	8	0	3	2
2°C/6d	1	18	11	0	2	1
2°C/12d	0	12	10	0	2	0
4°C/6d	1	12	6	2	0	0
4°C/12d	1	14	7	0	0	2

Tabel 3.4.12 - Bijzonderheden Anthurium andreanum 'Paradiso'. Score per behandeling (16 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Bloemen				Bladeren	
	Komt niet goed open	Kartelige rand	Bleek-groen	Verbranding	Schroei-plekken	Chlorose
Controle	16	3	6	3	1	4
2°C/6d	10	1	5	0	0	3
2°C/12d	13	0	5	1	1	9
4°C/6d	6	0	5	1	0	12
4°C/12d	10	0	1	0	0	7

Tabel 3.4.13 - Bijzonderheden Anthurium andreanum 'Lady Jane'. Score per behandeling (16 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Bloemen		Bladeren	
	Komt niet goed open	Mini-bloem	Schroei-plekken	Chlorose
Controle	0	13	3	14
2°C/6d	1	11	1	14
2°C/12d	0	29	3	16
4°C/6d	0	5	1	16
4°C/12d	0	9	3	17

Tabel 3.4.14 - Bijzonderheden Anthurium andreanum 'Champagne'. Score per behandeling (16 planten). Voor bijzonderheden zie figuur 3.4.1 en Tabel 3.4.1.

Behandeling	Bloemen	Bladeren
	Komt niet goed open	Chlorose
Controle	0	5
2°C/6d	2	1
2°C/12d	1	0
4°C/6d	2	1
4°C/12d	1	3

3.5 GERBERA

De proeven met Gerbera zijn behalve met het snijbloemenras 'Beauty' ook uitgevoerd met potgerbera's. In de eerste proef werd voor de potgerbera's het zaaimengsel 'Floramini' gebruikt, in de tweede proef de vegetatief vermeerderde variëteit 'Ilios'. De resultaten van de proeven met de snijgerbera's zijn niet zonder meer representatief voor de Gerberateelt in Nederland. Normaal blijven snijgerbera's in de praktijk enkele jaren in productie, terwijl in de hier beschreven proef met een jong gewas is begonnen waarbij hooguit de eerste 2-4 bloemen van elke plant zijn geplukt. Ook worden Gerbera's in de praktijk meestal in de zomer aangeplant, waardoor het tijdstip van in bloei komen van de planten in de hier beschreven proeven afwijkend was. Verder is het teeltsysteem, met 13 cm-potjes op eb/vloedtafels, niet representatief geweest voor een praktijksituatie (dit geldt overigens ook voor roos en snijchrysanth). Niettemin is Gerbera in de proeven opgenomen om toch een indicatie te krijgen van de gevoeligheid van dit gewas voor wisselende temperaturen. Definitieve uitspraken zijn echter pas mogelijk nadat de voornaamste conclusies onder meer realistische teeltomstandigheden zijn bevestigd. Met betrekking tot de potgerbera's gelden deze bezwaren niet, omdat de teeltomstandigheden voor dit type plant veel meer in overeenstemming waren met de gangbare praktijk.

3.5.1 Snijgerbera

De temperatuurbehandelingen bleken over het algemeen geen grote effecten te hebben op de vroege bloemproductie van de snijgerbera's (Tabel 3.5.1 en 3.5.3). Er was een lichte tendens te zien naar iets lichtere bloemen (significant in proef 1). In de eerste proef was ook de bloemdiameter iets kleiner bij wisselende temperaturen, vooral bij een periode van 12 dagen. Wat betreft het cumulatieve gewicht van alle geoogste bloemen samen (productie van kilo's) is geen duidelijk effect vastgesteld (geen verschillen in proef 1, geen duidelijke trend in de gevonden verschillen in proef 2). Dit zelfde geldt ook voor de lengte van de bloemsteel: geen effect in experiment 1 (Tabel 3.5.1), terwijl significante verschillen in experiment 2 voor de kenmerken steellengte en cumulatief gewicht geen eenduidige samenhang vertonen met de temperatuurbehandelingen (Tabel 3.5.3). Vanwege de korte productietijd is ook gekeken naar eventuele na-effecten. Het is n.l. denkbaar dat de planten bij wisselende temperaturen 'noodbloei' kunnen vertonen, waardoor op korte termijn geen verschillen in opbrengst te zien waren, maar de planten op wat langere termijn toch uitgeput raken en op hun productiecapaciteit interen. Na afloop van de eerste proef zijn de planten daarom overgebracht naar twee extra afdelingen die op 18°C constant stonden ingesteld. De eerste vijf weken zijn aan deze planten geen waarnemingen gedaan omdat de bloemen die in deze tijd rijp werden nog teveel blootgesteld waren geweest aan de directe invloed van de temperatuurbehandelingen. Vervolgens werden vijf weken lang de bloemen geteld en gewogen. Uit de resultaten bleek inderdaad enig effect aanwijsbaar, in de zin dat minder bloemen werden geplukt van planten die voordien bij wisselende temperaturen hadden gestaan (Tabel 3.5.2). Deze bloemen waren echter gemiddeld wel wat langer, terwijl ook een tendens aanwijsbaar was dat ze een iets grotere bloemdiameter hadden dan bloemen van planten die continu bij constante temperatuur waren opgekweekt. Dit wekt de indruk dat het na-effect tegengesteld was aan het oorspronkelijke effect van de wisselende temperaturen, n.l. wat minder, maar iets grotere bloemen in plaats van een wat groter aantal lichtere. Aan het eind van de tweede proef zijn de planten nog gemeten en gewogen (tab 3.5.4). Uit deze gegevens blijkt dat er geen negatief effect op de afmetingen van de plant aanwijsbaar is.

Tabel 3.5.1 - Productiegegevens van snijgerbera 'Beauty' tijdens het eerste experiment bij verschillende amplitudes (in °C) en periodes van temperatuurafwijking rond een gemiddelde temperatuur van 18°C. L.S.D._{0.05} is het kleinste betrouwbare verschil (5% niveau). Binnen een kolom zijn getallen, gemarkeerd met dezelfde letter niet betrouwbaar verschillend.

Behandeling	Cumulatief gewicht (g)	Lengte bloem (cm)	Gewicht bloem (g)	Diameter bloem (cm)	Aantal bloemen per tafel	Zwaarte bloem (g/cm)
Controle	1382	77.1	24.5 ^b	8.34 ^b	56.5	0.32 ^c
2°C/6d	1345	77.9	24.4 ^b	8.32 ^b	55.0	0.31 ^{bc}
2°C/12d	1401	75.5	23.4 ^{ab}	8.03 ^a	60.0	0.31 ^{bc}
4°C/6d	1429	76.8	22.9 ^a	8.18 ^{ab}	62.5	0.30 ^{ab}
4°C/12d	1298	76.1	22.2 ^a	8.05 ^a	58.5	0.29 ^a
L.S.D. _{0.05}	172	2.5	1.3	0.15	8.0	0.01

Tabel 3.5.2 - Productie van Gerbera 'Beauty' bij 18°C constant in de periode van 5-10 weken na afloop van de temperatuurbehandelingen in experiment 1. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.5.1.

Voorbehandeling	Cumulatief gewicht (g)	Lengte bloem (cm)	Gewicht bloem (g)	Diameter bloem (cm)	Aantal bloemen per tafel	Zwaarte bloem (g/cm)
Controle	1123 ^b	74.2 ^a	24.2	9.4	46.5 ^b	0.33
2°C/6d	982 ^{ab}	75.4 ^{ab}	24.6	9.5	40.0 ^{ab}	0.33
2°C/12d	917 ^a	74.8 ^{ab}	24.6	9.5	37.2 ^a	0.33
4°C/6d	923 ^a	76.3 ^b	25.5	9.7	36.2 ^a	0.33
4°C/12d	916 ^a	75.8 ^b	24.7	9.7	37.2 ^a	0.33
L.S.D. _{0.05}	176	1.5	2.2	0.4	8.9	0.03

Tabel 3.5.3 - Productiegegevens van snijgerbera 'Beauty' tijdens het tweede experiment. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.5.1.

Behandeling	Cumulatief gewicht	Lengte bloem (cm)	Gewicht bloem (g)	Diameter bloem (cm)	Aantal bloemen per tafel	Zwaarte bloem (g/cm)
Controle	3008 ^{ab}	78.5 ^{ab}	27.9	10.3	108 ^b	0.36 ^{ab}
2°C/6d	3159 ^b	78.1 ^{ab}	28.4	10.3	111 ^c	0.36 ^b
2°C/12d	3213 ^b	78.7 ^{ab}	27.6	10.2	116 ^a	0.35 ^{ab}
4°C/6d	2857 ^a	79.3 ^b	27.6	10.3	104 ^a	0.35 ^{ab}
4°C/12d	2989 ^{ab}	78.0 ^a	26.9	10.2	111 ^c	0.34 ^a
L.S.D. _{0.05}	259	1.2	1.8	0.2	3	0.02

Tabel 3.5.4 - Plantkenmerken van Gerbera 'Beauty' bij de eind oogst van experiment 2. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.5.1.

Behandeling	Aantal scheuten	Aantal open bladeren	Aantal lid-tokens	Vegetatief gewicht (g)	Generatief gewicht (g)	Totaal gewicht (g)	Gemiddeld gewicht scheut (g)	Gemiddeld gewicht blad (g)	Totaal aantal bloemen en knoppen per plant
Controle	4.7 ^a	34.7 ^a	3.2	172	28.7	201	37.7	4.99	4.15
2°C/6d	4.8 ^a	34.2 ^a	2.9	176	28.0	204	37.9	5.24	3.55
2°C/12d	5.0 ^a	35.4 ^{ab}	2.9	177	22.2	200	36.4	5.05	4.40
4°C/6d	5.5 ^b	38.0 ^b	2.7	188	30.2	218	35.4	5.00	4.00
4°C/12d	4.7 ^a	33.1 ^a	2.8	167	23.2	190	36.4	5.11	3.45
L.S.D. _{0.05}	0.3	3.1	0.5	31	10.9	29	5.0	0.46	1.25

3.5.2 Potgerbera

Ook potgerbera's bleken tolerant voor wisselende temperaturen. Planten die in het veilingrijpe stadium (meer dan 2 bloemen open) uit de kassen werden gehaald vertoonden geen behandelingseffecten, terwijl ook het tijdstip van in bloei komen niet werd beïnvloed (Tabel 3.5.5). Aan de relatief grote betrouwbaarheidsintervallen in het eerste experiment is te zien dat de partij erg heterogeen was, waardoor alleen flinke behandelingseffecten zouden kunnen zijn gedetecteerd. De extra spreiding is waarschijnlijk toe te schrijven aan genetische verschillen, omdat in de partij een grote verscheidenheid in plantgrootte, aantallen en afmetingen van bloemen en morfologische kenmerken aanwezig was. In het tweede experiment bleek een achteruitgang van 10% in gewicht van de generatieve delen op te treden bij de behandeling 4°C/12 dagen (Tabel 3.5.6). Het aantal knoppen en bloemen werd echter niet beïnvloed. In het eerste experiment is ook een aantal planten per veld doorgeteeld tot ze volledig in bloei stonden. Dit levert extra informatie op over het 'bloeipotentieel', die verborgen blijft wanneer de planten allemaal van de kweektafels worden verwijderd zodra de derde bloem open is. Uit deze resultaten blijkt een geringe toename van het aantal bloemen bij de behandeling 4°C/12 dagen (Tabel 3.5.7); het totale versgewicht van de generatieve delen nam echter enigszins af. Omdat 'Ilios' veel gelijkmatiger in bloei kwam en er nauwelijks knoppen 'bleven zitten', is in het tweede experiment geen aparte proef gedaan met het doorkweken na het veilingrijpe stadium. In geen van beide proeven zijn afwijkingen aan bladeren of bloemen geconstateerd.

Tabel 3.5.5 - Eigenschappen potgerbera zaaimengsel 'Floramini' in experiment 1- veilingrijp stadium. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.5.1.

Behandeling	Teeltduur (d)	Aantal bloemen en knoppen	Generatief gewicht (g)	Vegetatief gewicht (g)	Totaal gewicht (g)	Generatief gewicht (%)	Gewicht/teeltduur (g/d)
Controle	68.1	9.4	16.30	32.3	48.6	33.7	0.72
2°C/6d	68.1	9.8	17.44	32.7	49.6	35.3	0.73
2°C/12d	68.1	9.3	15.32	30.8	46.1	33.2	0.68
4°C/6d	68.0	8.8	14.50	28.9	43.4	33.5	0.64
4°C/12d	66.7	9.5	15.93	33.4	49.4	32.8	0.74
L.S.D. _{0.05}	3.5	2.3	4.30	5.01	7.5	6.3	0.11

Tabel 3.5.6 - Eigenschappen potgerbera 'Ilios' in experiment 2 - veilingrijp stadium. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.5.1.

Behandeling	Teeltduur (d)	Aantal bloemen en knoppen	Generatief gewicht (g)	Vegetatief gewicht (g)	Totaal gewicht (g)	Generatief gewicht (%)	Gewicht teeltduur (g/d)
Controle	58.6	5.2	32.7 ^b	49.8	82.5	42	1.38
2°C/6d	58.4	4.8	31.8 ^{ab}	49.7	81.5	42	1.37
2°C/12d	58.8	5.0	33.2 ^b	49.9	83.1	42	1.39
4°C/6d	58.0	4.8	32.1 ^{ab}	45.2	77.3	43	1.31
4°C/12d	58.3	5.1	29.7 ^a	49.9	79.7	41	1.32
L.S.D. _{0.05}	2.5	0.7	2.5	10.7	12.4	3	0.16

Tabel 3.5.7 - Potgerbera zaaimengsel 'Floramini' in experiment 1 - Uitbloeiproef (planten volledig in bloei). Voor bijzonderheden zie Tabel 3.5.1.

Behandeling	Aantal bloemen en knoppen	Generatief gewicht (g)	Vegetatief gewicht (g)	Totaal gewicht (g)	Generatief gewicht (%)
Controle	9.3 ^a	19.1 ^b	35.4	54.5	34.1
2°C/6d	9.3 ^a	18.6 ^{ab}	29.9	48.5	38.5
2°C/12d	9.8 ^{ab}	19.3 ^b	29.5	48.8	39.0
4°C/6d	9.5 ^{ab}	18.4 ^{ab}	31.8	50.2	37.0
4°C/12d	10.3 ^b	16.7 ^a	35.5	52.2	32.2
L.S.D. _{0.05}	0.9	2.0	7.1	6.0	8.2

6. ROOS

De proeven met roos zijn uitgevoerd met het grootbloemige ras 'Madelon' en de kleinbloemige cultivar 'Frisco'. Beide rassen zijn als 'ministruikje' geteeld, dat wil zeggen op eigen wortel en zonder dat er scheuten werden uitgebogen. Steeds werden na het terugknippen alle uitlopende scheuten weggebroken, behalve die van het bovenste oog. Voorafgaand aan de uitgroei van de scheut die is waargenomen, zijn de ministruikjes tweemaal teruggesnoeid tot twee goede vijfbladen. De proeven met roos zijn iets ingewikkelder van opzet vanwege de verwachting, dat het snoeitijdstip van grote invloed is het uitlopen van de volgende scheut. De ontwikkeling van een nieuwe scheut is in te delen in drie stadia: het loskomen van het oog, de fase tot 2-4 cm waarin de knop wordt aangelegd en de verdere uitgroei tot oogstbare tak (Zieslin & Moe, 1985). Met name in de tweede fase is de gevoeligheid voor knopabortie groot (Maas et al., 1995). Het gevaar bestond dat het effect van de temperatuurbehandelingen daarom sterker zou worden beïnvloed door de samenloop van bepaalde specifieke temperatuurwisselingen met de ontwikkelingsstadia van een uitlopend oog dan door de behandelingseffecten die eigenlijk moesten worden getoetst, n.l. de frequentie of amplitude van de wisselingen. Om die reden is het plantmateriaal in vier gelijke delen gesplitst, die met tussenpozen van drie dagen teruggeknipt werden, steeds op de eerste dag van een temperatuurovergang. In de statistische analyse konden zodoende de effecten van het snoeitijdstip worden onderscheiden van de eigenlijke behandelingseffecten, die daardoor bij elkaar konden worden gevoegd.

De temperatuurbehandelingen bleken slechts een geringe invloed te hebben op de uitgroei van een tak; bij 'Frisco' werden geen significante verschillen in lengte en takgewicht gemeten (Tabel 3.6.1, 3.6.2). Bij 'Madelon' bleken de takken bij wisselende temperaturen echter gemiddeld iets korter en lichter te worden, hetgeen in de tweede proef ook tot een betrouwbaar verschil leidde (Tabel 3.6.3, 3.6.4). Bij beide rassen werd een positief effect van de temperatuurbehandelingen op de bloei geconstateerd: een versnelling van de knopontwikkeling en een toename van het bloemgewicht leverden beide voor zowel 'Frisco' als 'Madelon' in bijna alle gevallen significante verschillen op; de (niet significante) trend wat betreft bloemgewicht van 'Madelon' in het eerste experiment was hiermee consistent. Het is niet zeker of zowel de ontwikkelingssnelheid van de knop als het knopgewicht onafhankelijk werden gestimuleerd door wisselende temperaturen. De verschillen in knopgewicht zouden verklaard kunnen worden doordat takken met een late knopvorming erg rauw zijn geoogst, waardoor de knoppen niet voldoende hebben kunnen uitzwaren. Bij 'Frisco' is in de eerste teelt onder invloed van de temperatuurbehandelingen een betrouwbare afname van het aantal loze takken geconstateerd. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het gewas in dit geval tijdens het donkerste deel van het jaar in bloei kwam, terwijl er slechts spaarzaam gebruik werd gemaakt van assimilatie-belichting. Als gevolg hiervan was in dit experiment het percentage loze takken bij 'Frisco' zeer hoog.

Tabel 3.6.1 - Behandelingseffecten bij roos 'Frisco' in het eerste experiment bij verschillende amplitudes (in °C) en periodes van temperatuurafwijking rond een gemiddelde temperatuur van 18°C. L.S.D._{0.05} is het kleinste betrouwbare verschil (5% niveau). Binnen een kolom zijn getallen, gemarkeerd met dezelfde letter niet betrouwbaar verschillend. Bloeistadia: 1 = knop zichtbaar; 2 = kleur juist zichtbaar; 3 = bloem kokervormig; 4 = bloem gedeeltelijk open; 5 = meeldraden zichtbaar.

Behandeling	Lengte (cm)	Versgewicht per tak (g)	Loos (1.0 = 100%)	Gewicht bloem (g)	Bloeistadium
Controle	30.1	8.1	0.89 ^b	0.6 ^a	0.7 ^a
2°C/6d	31.6	8.6	0.86 ^b	0.6 ^a	0.7 ^a
2°C/12d	29.2	7.7	0.86 ^b	1.0 ^b	1.3 ^b
4°C/6d	32.8	8.4	0.61 ^a	0.9 ^b	1.4 ^b
4°C/12d	31.5	7.9	0.65 ^a	1.1 ^b	1.4 ^b
L.S.D. _{0.05}	4.0	1.3	0.13	0.2	0.2

Tabel 3.6.2 - Behandelingseffecten bij roos 'Frisco' in het tweede experiment. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.6.1.

Behandeling	Lengte (cm)	Versgewicht per tak (g)	Loos (1.0 = 100%)	Gewicht bloem (g)	Bloeistadium
Controle	36.3	14.9	0.28	1.5 ^a	1.2 ^a
2°C/6d	38.3	15.4	0.15	1.8 ^{ab}	1.6 ^a
2°C/12d	36.3	15.4	0.29	1.6 ^a	1.4 ^a
4°C/6d	37.0	16.3	0.08	2.6 ^b	2.4 ^b
4°C/12d	34.5	13.5	0.24	1.6 ^a	1.5 ^a
L.S.D. _{0.05}	3.6	3.1	0.35	0.9	0.7

Tabel 3.6.3 - Behandelingseffecten bij roos 'Madelon' in het eerste experiment. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.6.1.

Behandeling	Lengte (cm)	Versgewicht per tak (g)	Loos (1.0 = 100%)	Gewicht bloem (g)	Bloeistadium
Controle	48.2	7.9	0.17	0.2	1.1 ^a
2°C/6d	48.4	8.1	0.13	0.3	1.1 ^a
2°C/12d	45.1	7.6	0.18	0.3	1.1 ^a
4°C/6d	45.8	7.8	0.11	0.4	1.2 ^b
4°C/12d	44.4	7.3	0.17	0.3	1.2 ^a
L.S.D. _{0.05}	5.1	1.2	0.11	0.2	0.2

Tabel 3.6.4 - Behandelingseffecten bij roos 'Madelon' in het tweede experiment. Voor bijzonderheden zie Tabel 3.6.1.

Behandeling	Lengte (cm)	Versgewicht per tak (g)	Loos (1.0 = 100%)	Gewicht bloem (g)	Bloeistadium
Controle	52.3 ^c	18.4 ^b	0.00	1.6 ^{ab}	1.3 ^{ab}
2°C/6d	51.2 ^{bc}	17.0 ^a	0.03	1.4 ^a	1.3 ^a
2°C/12d	50.3 ^b	17.1 ^a	0.01	1.4 ^a	1.3 ^{ab}
4°C/6d	50.8 ^b	19.3 ^c	0.01	2.1 ^c	1.6 ^c
4°C/12d	46.2 ^a	16.7 ^a	0.04	1.7 ^b	1.5 ^b
L.S.D. _{0.05}	1.39	0.7	0.04	0.3	0.2

4. DISCUSSIE

4.1 TEMPERATUURINTEGRATIE

Het doel van het hier gerapporteerde deel van het onderzoekproject was het inventariseren van de plantkundige mogelijkheden om door middel van temperatuurintegratie (over meerdere dagen) te besparen op stookenergie, zonder vermindering van productie en kwaliteit. Van temperatuurintegratie wordt gesproken als planten reageren op de gemiddelde temperatuur in plaats van op het temperatuurverloop gedurende een bepaalde periode. Bij gewassen die in staat zijn tot temperatuurintegratie kan een bepaalde gemiddelde temperatuur dus op verschillende manieren worden gerealiseerd. Optimaliserende regelstrategieën zijn in staat om het gebruik van stookenergie te minimaliseren door het temperatuursetpoint aan te passen aan de omstandigheden buiten de kas. Door bijvoorbeeld de temperatuur in de kas te verlagen bij veel wind of een lage buitentemperatuur kunnen warmteverliezen worden beperkt. Het ontstane warmtetekort kan dan op een gunstiger tijdstip worden gecompenseerd, bijvoorbeeld 's nachts onder een energiescherm of overdag bij zonnig weer. Meer complexe regelmodellen zijn in staat om de energie-efficiëntie van de teelt te optimaliseren. Hierbij wordt het energiegebruik in verband gebracht met andere kasklimaatcondities en eventueel factoren zoals de weersverwachting en de verwachte veilingprijs. De mogelijkheden om met temperatuurintegratie energie te besparen nemen toe naarmate de integratiecapaciteit van het gewas groter is (Bailey & Seginer, 1989).

4.2 INTEGRATIECAPACITEIT

Onder integratiecapaciteit wordt verstaan het gebied (temperatuur- en tijdsdomein) waarbinnen planten temperatuurschommelingen tolereren, zonder negatieve gevolgen voor productie en kwaliteit. Binnen de integratiecapaciteit reageren planten op de gemiddelde temperatuur, en kunnen afwijkingen van de gemiddelde temperatuur worden gecompenseerd met afwijkingen in de tegenovergestelde richting. Het is dus vooral belangrijk om te onderzoeken waar de grenzen aan de tolerantie voor temperatuurafwijkingen liggen. De integratiecapaciteit van het gewas wordt daarbij bepaald door de beperkingen, opgelegd door het meest gevoelige proces. Dit proces kan te maken hebben met groei (toename van biomassa) of ontwikkeling (vorming van nieuwe vegetatieve of generatieve organen).

In het winterseizoen 1994-'95 zijn twee inventariserende proeven uitgevoerd, waarbij verschillende siergewassen, geteeld als potplant op eb/vloedtafels, werden blootgesteld aan regelmatige temperatuurwisselingen. De proeven hadden tot doel om te inventariseren in hoeverre temperatuurintegratie bij de onderzochte gewassen (roos, chrysant, Gerbera, Ficus, Anthurium en Kalanchoe) perspectieven biedt, en om een indicatie te verkrijgen van het meest kritische proces bij elk van deze gewassen. Uit de resultaten bleek dat de integratiecapaciteit van het merendeel van de onderzochte gewassen vrij groot is (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 - Samenvatting integratiecapaciteit per gewas. De integratiecapaciteit staat in deze proeven voor de grootte van regelmatig optredende temperatuurafwijkingen, die direct aansluitend werden gecompenseerd met afwijkingen in de tegenovergestelde richting. De in deze proeven gehanteerde temperatuurafwijkingen (in graaduren) bedroegen 144 (2°C/6d), 288 (2°C/12d en 4°C/6d) en 576 (4°C/12d).

Soort	Integratiecapaciteit (graaduren)	Meest kritische proces	Opmerkingen
Ficus	meer dan 576		Bladafplitsing en uitlopen zij-scheuten licht gestimuleerd
Kalanchoe	meer dan 576		Vervroegde bloei.
Chrysant	144 (zie Figuur 3.3.4)	Bloei (zowel inductie als realisatie)	Vegetatieve fase (LD) mogelijk minder gevoelig. Snijchrysant testen onder realistische teeltomstandigheden.
Anthurium (scherzerianum)	576 of meer		
Anthurium (andreaeanum)	afhankelijk van cultivar: 'Champagne' en 'Paradiso' minder dan 144 (bloei); 'L. Jane' en 'Sw. Pink' 576	Groei en bloei	'Paradiso' wordt normaal niet als potplant geteeld.
Gerbera (snij)	144 tot 288	Bloemen kleiner en lichter	Testen onder realistische teeltomstandigheden.
Gerbera (pot)	288	Bloemen kleiner en lichter	Aantal bloemen neemt licht toe.
Roos	144 ('Madelon') 576 of meer ('Frisco')	Lengtegroei tak	Stimulerend effect op snelheid van in bloei komen. Testen onder realistische teeltomstandigheden.

4.3 INVLOED VAN OVERIGE KLIMAATFACTOREN EN TIJDSEFFECTEN

Hoewel de uitslag van de hier gerapporteerde oriënterende experimenten er voor de meeste gewassen gunstig uitziet, mag nog niet worden geconcludeerd dat temperatuurintegratie nu al zonder meer in de praktijk kan worden toegepast. In deze paragraaf wordt een aantal vragen opgesomd, die eerst nog moeten worden beantwoord voordat een positief advies kan worden gegeven over de toepassing van meerdaagse temperatuurintegratie in de praktijk.

4.3.1 Gemiddeld temperatuurniveau en het lichtniveau

De suikers die een plant aanmaakt in de fotosynthese worden over het algemeen niet direct verwerkt, maar eerst tijdelijk opgeslagen. Productie en verwerking van assimi-

laten zijn dus via een buffer aan elkaar gekoppeld. Er zijn sterke aanwijzingen dat de toestand van deze assimilatenbuffer invloed heeft op tal van processen in de plant, zoals de regulatie van fotosynthese en respiratie (met name de groeiademhaling) en ontwikkelingsprocessen, zoals het al of niet uitlopen van zij scheuten en de aanleg of abortie van bloemknoppen (zie literatuuroverzicht: Buwalda, 1999). Lichtaanbod of temperaturniveau hebben invloed op de balans tussen productie en verwerking van assimilaten (Buwalda, 1999). De productie van assimilaten in de fotosynthese blijkt over een breed traject relatief ongevoelig te zijn voor temperatuursfluctuaties, terwijl de verwerking ervan in de respiratie juist sterk temperatuurafhankelijk is. Omgekeerd wordt de verwerking van assimilaten niet direct beïnvloed door licht, terwijl de fotosynthese wel afhankelijk is van deze factor.

De balans tussen productie en verwerking van assimilaten heeft invloed op de assimilatenbuffer, dat wil zeggen de hoeveelheid beschikbare vrije koolhydraten in de plant. Een hoog niveau van vrije koolhydraten treedt op bij hoog lichtniveau of lage temperatuur; een lage koolhydratenspiegel wordt gevonden bij hoge temperatuur of een laag lichtniveau. Het vermogen van planten tot temperatuurintegratie kan worden verklaard door het feit dat de invloed van temperatuur op de plant in dit opzicht indirect is: het evenwicht tussen synthese en verwerking van koolhydraten kan een zekere tijd verstoord zijn voordat de koolhydratenbuffer een dermate extreme waarde heeft aangenomen, dat processen in de plant hiervan effect gaan ondervinden (er is dan een kritische grenswaarde bereikt). Wordt het evenwicht eerder hersteld, dan mag worden verwacht dat effecten zullen uitblijven.

Daarnaast is de snelheid van de vorming van organen (bladafsplitsing, knopvorming, etc.) meer direct afhankelijk van de temperatuur. Van ontwikkelingsprocessen is geen bufferfunctie bekend. De relatie tussen de snelheid waarmee ontwikkelingsprocessen verlopen en de temperatuur wordt meestal goed beschreven door een optimumcurve (Buwalda, 1996). Het temperatuurtraject waarbinnen de ontwikkeling van planten vooral wordt bepaald door de gemiddelde temperatuur is het stijgende deel van de optimumcurve. Dit gebied wordt begrensd door de basistemperatuur (= de temperatuur waarbeneden de ontwikkeling stilstaat) en de optimumtemperatuur van de ontwikkelingssnelheid (boven deze temperatuur verlopen differentiatieprocessen weer minder snel). In het stijgende deel van de curve hebben temperatuursfluctuaties geen invloed en zijn ontwikkelingsprocessen dus in staat tot temperatuurintegratie. Heins & Bin Liu (1996) veronderstellen dat de balans tussen licht- en warmteaanbod bepalend is voor de kwaliteit van de plant. De gedachte hierachter is dat de vorming van biomassa (vooral lichtafhankelijk) en de vorming van vegetatieve en generatieve delen (vooral temperatuurafhankelijk) goed op elkaar moeten zijn afgestemd. In de tuinbouw algemeen optredende verschillen tussen zomer- en winterkwaliteit zijn in overeenstemming met deze veronderstelling. Wat betreft de resultaten van de hier gepresenteerde proeven geldt dat het bereiken van kritische grenzen voor temperatuurafwijkingen waarschijnlijk wordt beïnvloed door het lichtniveau, vanwege het gezamenlijke effect van temperatuur en licht op de toestand van de assimilatenbuffer. In vervolproeven wordt nader op dit punt ingegaan.

4.3.2 CO₂-concentratie in de kas

Dosering van CO₂ kan de efficiëntie van de fotosynthese verbeteren door te voorkomen dat uitputting van CO₂ de assimilatiesnelheid van het gewas beperkt en door onderdrukking van de fotorespiratie. Het toepassen van CO₂ -dosering heeft dus

invloed op de balans tussen fotosynthese en respiratie, en tal van effecten op productie en kwaliteit zijn bekend (Porter & Grodzinski, 1985; Mortensen, 1987; Stitt, 1991). In de hier gepresenteerde proeven is de buitenluchtconcentratie (350 ppm) aangehouden als bovengrens voor CO₂-dosering bij elke raamstand. Het is in conventionele kassen praktisch ondoenlijk om bij geopende luchtramen een hoge CO₂-concentratie te realiseren. De verschillende kastemperaturen in deze proeven veroorzaken grote verschillen in raamstand. Wanneer CO₂-dosering tot boven het buitenluchtniveau zou zijn toegepast, dan zouden deze verschillen hebben geleid tot verschillen in CO₂-concentratie, waardoor de onderlinge vergelijkbaarheid van de behandelingen verloren gaat. Hierdoor blijft natuurlijk wel de vraag naar de integratiecapaciteit bij een hoger CO₂-niveau onbeantwoord.

Een interessant aspect van integrerende klimaatregelingen is dat er door meer lichtverhoging en passieve opwarming van de kas gemiddeld minder geventileerd zal worden. Hierdoor kan gemiddeld een hogere CO₂-concentratie worden gerealiseerd, terwijl waarschijnlijk de uitstoot van CO₂ geringer zal zijn. Wanneer de hogere CO₂-concentratie zou leiden tot productieverhoging, dan zou dit via verbetering van het energierendement van het teeltproces leiden tot een extra energiebesparing (per eenheid product).

4.3.3 Tijdeffecten en synchronisatie

In de hier beschreven proeven wisselden temperatuurafwijkingen naar boven en naar beneden elkaar regelmatig af, zonder pauze ertussen. Uitspraken over de integratiecapaciteit van de onderzochte gewassen blijven hierdoor beperkt tot het aantal graaduren temperatuurafwijking dat het gewas kan verdragen wanneer deze afwijking onmiddellijk aansluitend wordt gecompenseerd. De weersomstandigheden buiten de kas veranderen echter onregelmatig, waardoor het in de praktijk voordelig kan zijn om een paar dagen te wachten voordat een temperatuurafwijking wordt vereffend. De vraag is dus hoe lang een temperatuurtekort of -overschot nog kan worden gecompenseerd. Om op deze vraag antwoord te krijgen zijn meer gedetailleerde proeven nodig.

Een andere vraag die met het tijdsaspect te maken heeft is of het uitmaakt of een behandeling met wisselende temperaturen met een hoge of juist met een lage temperatuur begint. Met een vast patroon van temperatuurwisselingen is er in de proefopzet een toevalsfactor aanwezig: het is niet uitgesloten dat het op de dagen met lage kastemperatuur over de hele proef gemiddeld ander weer is geweest dan op dagen waarop een hoge kastemperatuur stond ingesteld. Ook is het denkbaar dat een bepaalde kortdurende ontwikkelingsfase (bijv. bloei-inductie) net in een bepaald deel van de temperatuurcyclus valt en daarmee een onevenredig grote invloed heeft op het eindresultaat. Wanneer dergelijke effecten optreden, zou het resultaat anders kunnen zijn geweest wanneer de proef met het lage deel van een temperatuurcyclus was begonnen in plaats van met het hoge, zoals nu het geval is geweest. In de hier beschreven proeven waren te weinig onafhankelijke afdelingen beschikbaar om het effect van deze factor te kunnen onderzoeken. Het effect is nu waarschijnlijk verweven met het effect van de periode, omdat de gemiddelde weersgesteldheden bij driedaagse temperatuurafwijkingen zullen verschillen van die bij zesdaagse afwijkingen. Bij de rozen is rekening gehouden met dit effect door het gewas per afdeling in vier groepen te verdelen, die na elkaar in verschillende fasen van de temperatuurcyclus werden teruggeknipt. Bij chrysant en Kalanchoe is als referentie een groep

planten tot na de bloei-inductie bij constante temperaturen geteeld. Voor het overige is de proef herhaald in de tijd; de kans dat tweemaal door toeval de zelfde verschillen in gemiddeld weer zijn opgetreden, moet klein worden geacht. Bij toepassing in de praktijk is dit punt waarschijnlijk van ondergeschikt belang omdat veranderingen in weersgesteldheid, waarop een integrerende kasklimaatregeling reageert, geen regelmatig verloop vertonen.

Verschillende aspecten van wachttijd en synchronisatie zijn binnen dit project in meer gedetailleerde proeven onderzocht.

4.3.4 Combinatie meerdaage temperatuurintegratie met etmaalsomregeling

De afwisseling van dag en nacht heeft een sterke invloed op vele functies in planten. Belangrijke fysiologische processen zoals fotosynthese, waterhuishouding, koolhydraatstofwisseling en minerale voeding vertonen vaak een uitgesproken dag/ nachtritme. Het systematisch aanbrengen van verschillen tussen dag- en nachttemperatuur heeft invloed op de lengtegroei van veel planten; van deze eigenschap wordt gebruik gemaakt bij toepassing van negatieve DIF als stookstrategie. Door toepassing van negatieve DIF in combinatie met energieschermen (waarbij dus vooral 's nachts wordt gestookt) is volgens een theoretische berekening van Bailey & Seginer (1989) een energiebesparing van 15% te bereiken. Geschat wordt dat met meerdaagse regelingen een besparing van rond de 10% op jaarbasis valt te bereiken (literatuuroverzicht, Buwalda 1996). Onbekend is echter hoe een etmaalsomregeling en meerdaagse integratie op elkaar zullen inwerken, of de te verwachten besparingspercentages bij elkaar kunnen worden opgeteld, en of de kritische temperatuurgrenzen niet zullen worden beïnvloed.

4.4 ENERGIEBESPARING DOOR TEMPERATUURINTEGRATIE

Bij veel akkerbouwgewassen blijkt de ontwikkelingsnelheid van een gewas goed te zijn gecorreleerd met de temperatuursom (in graaddagen) boven een bepaalde drempelwaarde. Ook van enkele tuinbouwgewassen is bekend dat wisselende temperaturen een zelfde teeltresultaat kunnen opleveren als een constante temperatuur op hetzelfde niveau (voor overzicht: Buwalda, 1999). Met name voor sierteeltgewassen was er echter nog weinig bekend.

4.4.1 Besparingsmogelijkheden

De huidige generatie klimaatregelsystemen is vooral gericht op realiseren van geprogrammeerde, vaste streefwaarden. Wat betreft de temperatuur worden enkele verfijningen toegepast, zoals aanpassing van het temperatuursetpoint aan het ontwikkelingsstadium, het lichtniveau, of een specifiek dag/nachtritme. Regelmatig komt het echter voor dat bijv. op koele dagen veel wordt gestookt, terwijl op een zonnige dag veel wordt geventileerd. Ook binnen een dag wordt vaak 's morgens gestookt en later op de dag gelucht. Wanneer beide maatregelen niet zouden worden genomen, zou in veel gevallen met een minimaal gebruik van fossiele brandstoffen ongeveer dezelfde gemiddelde temperatuur ontstaan. Door gebruik te maken van de eigenschap dat planten in staat zijn tot temperatuurintegratie kan stookenergie worden bespaard door het temperatuursetpoint afhankelijk van het weer:

- * beperking warmteverliezen door setpointverlaging afhankelijk van:
 - windsnelheid;
 - verschil buiten-binnentemperatuur;
 - uitstraling (hemeltemperatuur).
- * maximale benutting zonnewarmte.

Tevens ontstaan meer mogelijkheden om gewenste waarden voor andere kasklimaatfactoren, zoals de RV en de CO₂-concentratie in te stellen, met gunstige effecten op de kwaliteit van het gewas en de energie-efficiëntie van de teelt.

4.4.2 Energiebesparende klimaatregelingen

Voor geen van de in deze experimenten onderzochte gewassen is gebleken dat een constante temperatuur noodzakelijk is. Zodra de gewasspecifieke grenswaarden bekend zijn waarbinnen geoptimaliseerd mag worden, kan temperatuurintegratie worden toegepast om energie te besparen.

De volgende informatie is noodzakelijk (Bailey & Seginer, 1989):

- de toelaatbare minimum en maximum momentane temperatuur (in °C)
- de toelaatbare afwijking van een standaard temperatuurintegraal (overschot of tekort in graaduren)
- het maximaal toelaatbare tijdsverloop tussen ontstaan van een afwijking van de standaard temperatuurintegraal en de compensatie ervan (Hurd & Graves, 1984).

Wellicht zullen deze waarden nog moeten worden uitgesplitst per seizoen. Voor gewassen met een synchrone productiecycclus kan ook naar ontwikkelingsstadium worden gedifferentieerd.

Verschillende optimaliserende regelprogramma's zijn in principe nu al beschikbaar; het is te verwachten dat het aanbod op dit gebied snel zal uitbreiden wanneer er vanuit de praktijk voldoende belangstelling voor temperatuurintegratie ontstaat. Zodra voor een gewas de grenswaarden bekend zijn, kan een praktijktoepassing in principe op vrij korte termijn volgen.

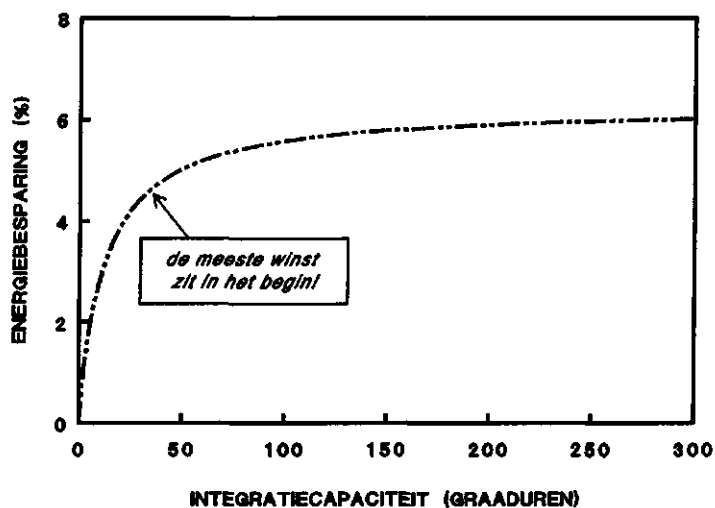
Regeling met schaduwsetpoint - Een eenvoudig regelprincipe, waarbij de klimaatcomputer pas ingrijpt wanneer een grenswaarde dreigt te worden overschreden. Grenswaarden kunnen hierbij worden ingesteld voor het maximaal toelaatbare verschil tussen de standaard temperatuurintegraal en de gerealiseerde integraal, en voor de minimaal en maximaal toelaatbare momentane temperatuur. Dit type regeling is al op experimentele basis toegepast bij glasgroentegewassen (o.a. Hurd & Graves, 1984; De koning, 1988).

Model energiebalans kas - Een regeltechnisch meer geavanceerde benadering is het minimaliseren van de stookbehoefte met behulp van een dynamisch optimaliserend regelalgoritme (Bailey & Seginer, 1989; Chalabi & Wenwen Zhou, in press), waarbij besparingen van 4-10% op jaarbasis mogelijk lijken te zijn. Verdere optimaliseringsmogelijkheden zijn aanwezig door het optimale patroon afhankelijk te maken van het locale weerbericht. Ook op dit gebied is technisch al veel voorwerk verzet, en toepassing lijkt op relatief korte termijn realiseerbaar.

Sturen op basis van een gewasmodel - Voor toepassing van temperatuurintegratie in regelingen die rekening houden met de weersomstandigheden en de energiebalans van de kas is maar weinig gewasspecifieke informatie nodig. De min of meer vaste streefwaarde voor de temperatuur waarmee de huidige generatie klimaatregelaars werkt, wordt vervangen door een stel vaste grenswaarden. Gewasfysiologisch gezien is er dus nog steeds sprake van een statisch of 'blueprint' model. Deze benadering heeft echter zijn beperkingen. Het is n.l. bekend dat de temperatuurrespons van planten niet constant is. In de literatuur zijn effecten beschreven van:

- licht (intensiteit, integraal);
- CO₂ concentratie;
- ontwikkelingsstadium;
- voedingstoestand;
- vruchtbelasting;
- tijd van de dag.

Dit betekent waarschijnlijk dat de kritische grenzen waarbinnen temperatuurintegratie zonder risico kan worden toegepast ook variabel zullen zijn.. Gezien de geringe effecten van wisselende temperaturen die uit de hier gerapporteerde proeven zijn gebleken lijkt het risico bij voorzichtige toepassing van temperatuurintegratie beperkt te zijn, maar er blijft altijd besparingspotentieel ongebruikt. Gelukkig blijkt uit modelberekningen (Bailey & Seginer, 1989) dat het besparingspotentieel bij het benutten van een beperkte integratiecapaciteit al relatief groot is (Figuur 4.1), en een aanzienlijk deel van de winst dus al snel kan worden geboekt.



Figuur 4.1 - Berekend energiebesparingspotentieel (per ha glas) van een energiebalansmodel bij toelaatbare temperatuursfluctuaties van 5°C (Bailey & Seginer, 1989). Bij ruimere grenzen neemt het besparingspotentieel toe (zie Tabel 5.1)

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op grond van de hier gerapporteerde gegevens blijken goede mogelijkheden te bestaan voor toepassing van meerdaagse temperatuurintegratie bij Ficus en Kalanchoe (onder gekozen teeltomstandigheden).

Bij Anthurium en roos zijn cultivar-afhankelijke verschillen in tolerantie voor temperatuurafwijkingen geconstateerd.

Met de toepassing van temperatuurintegratie in de Gerberateelt is enige voorzichtigheid geboden; bij grote temperatuurafwijkingen nam het gewicht per bloem enigszins af.

Bij chrysaant bleek de bloei te worden vertraagd door temperatuurafwijkingen, mogelijk is het gewas in de vegetatieve (LD) fase meer tolerant.

Op grond van deze resultaten kan een opgave worden gedaan van het verwachte besparingspotentieel (per ha glas) van meerdaagse temperatuurintegratie. De mogelijke energiebesparing per eenheid product kan groter zijn dan de in Tabel 5.1 weergegeven waarden, doordat een deel van de optimaliseringsruimte bij toepassing van temperatuurintegratie kan worden aangewend om andere klimaatfactoren (zoals CO₂ en de RV) dichterbij hun optimumwaarde te houden.

Tabel 5.1 - Geschatte besparingsmogelijkheden (per ha op jaarbasis) van een dynamisch optimaliserende klimaatregeling op basis van een model van de energiebalans in de kas, in relatie tot de maximaal toelaatbare temperatuursfluctuatie (Bailey & Seginer, 1989).

Gewas en cultivar	Besparingspotentieel (%)	
	Toelaatbare fluctuatie 5°C	Toelaatbare fluctuatie 10°C
Ficus	6	10
Kalanchoe	6	10
Chrysaant	<5	<9
Anthurium scherzerianum	6	10
Anthurium andreanum (tolerante cultivars)	6	10
Anthurium andreanum (gevoelige cultivars)	5	9
Gerbera (snij)	6	9.5
Gerbera (pot)	6	9.5
Roos ('Frisco')	6	10
Roos ('Madelon')	5.5	9

Niet uitgesloten is dat ook bij gewassen die uit deze proeven als tolerant naar voren komen, eveneens meer gevoelige rassen bestaan. Omgekeerd zouden bij gewassen die in deze studie als weinig tolerant zijn aangemerkt ook minder gevoelige rassen kunnen bestaan.

Met betrekking tot de onderzochte snijbloemen dienen de resultaten te worden opgevat als voorlopige indicaties. Voor een meer onderbouwde uitspraak moet de integratiecapaciteit van deze soorten eerst worden getoetst onder teeltomstandigheden die meer met de praktijksituatie overeenstemmen.

Vanwege praktische beperkingen waren de hier gerapporteerde experimenten beperkt van opzet, met name wat betreft het aantal teeltfactoren dat onafhankelijk kon worden gevarieerd. Er liggen nog vragen met betrekking tot de invloed van licht, CO₂ en temperatuurniveau. Ook is de invloed van tijdseffecten nog onduidelijk, met name de maximaal toelaatbare wachttijd voordat een opgelopen temperatuurafwijking wordt gecompenseerd. In apart gerapporteerde vervolgprouven is (met uitzondering van het CO₂-niveau) aandacht aan deze effecten besteed.

Verder zijn in de proeven in dit rapport de effecten op na oogst kwaliteit buiten beschouwing gebleven. Ook aan dit aspect is in vervolgprouven wel aandacht besteed.

In kassen waarin zuivere CO₂ wordt gedoseerd kan waarschijnlijk met een integrerende klimaatregeling de uitstoot van CO₂ via de luchtramen worden verminderd. Deze verwachting is gebaseerd op het feit dat bij toepassing van temperatuurintegratie relatief veel met lichtverhoging en passieve opwarming wordt gewerkt. Met behulp van een modelberekening kan de potentiële omvang van deze besparing worden geschat.

De invoering van temperatuurintegratie in de praktijk kan het beste stapsgewijs plaatsvinden:

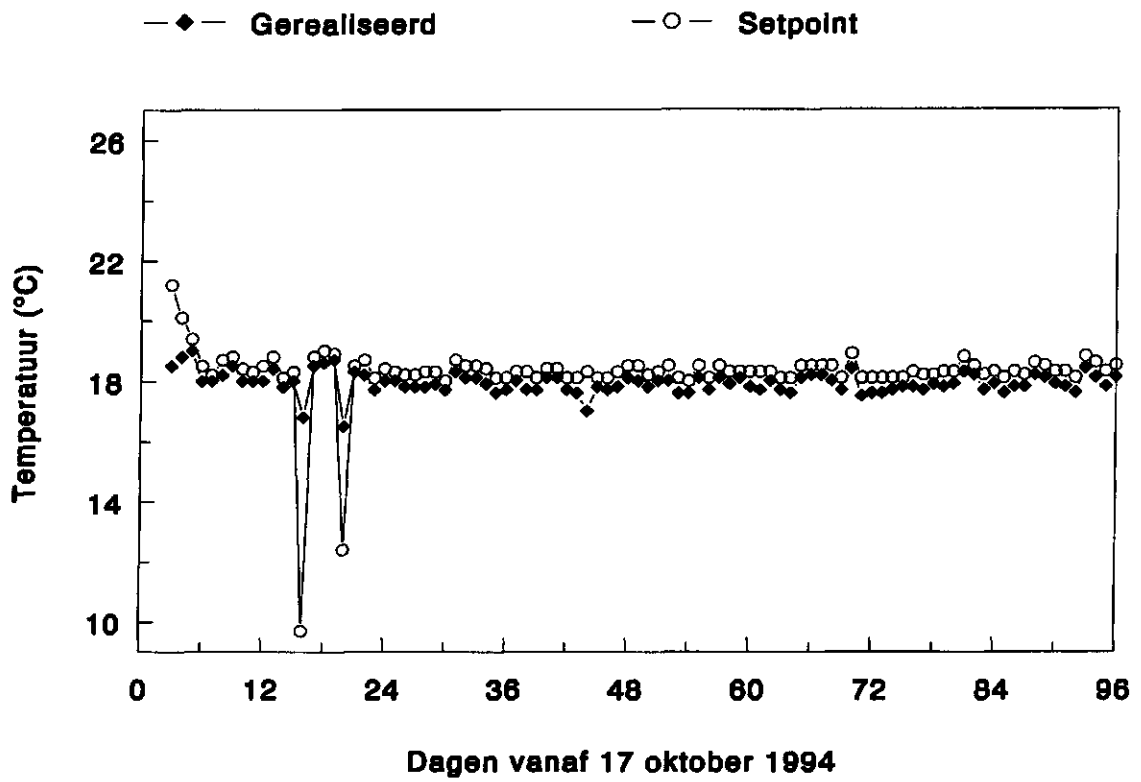
- met eenvoudige integrerende regelstrategieën (schaduwsetpoint of energiebalansmodel) kan op korte termijn zonder veel risico de gemakkelijk bereikbare besparing worden gerealiseerd;
- extra aandacht dient te worden besteed aan het combineren van etmaalsomregeling met meerdaagse temperatuurintegratie.
- op den duur kan een gewasmodel worden opgenomen in de regeling. Hierdoor kan een groter deel van de optimaliseringsruimte worden benut zonder stijging van het risico op schadelijke effecten. Tevens ontstaat hierdoor de mogelijkheid om het energieverbruik per eenheid product in plaats van per ha glas te gebruiken als optimaliseringskriterium.

LITERATUUR

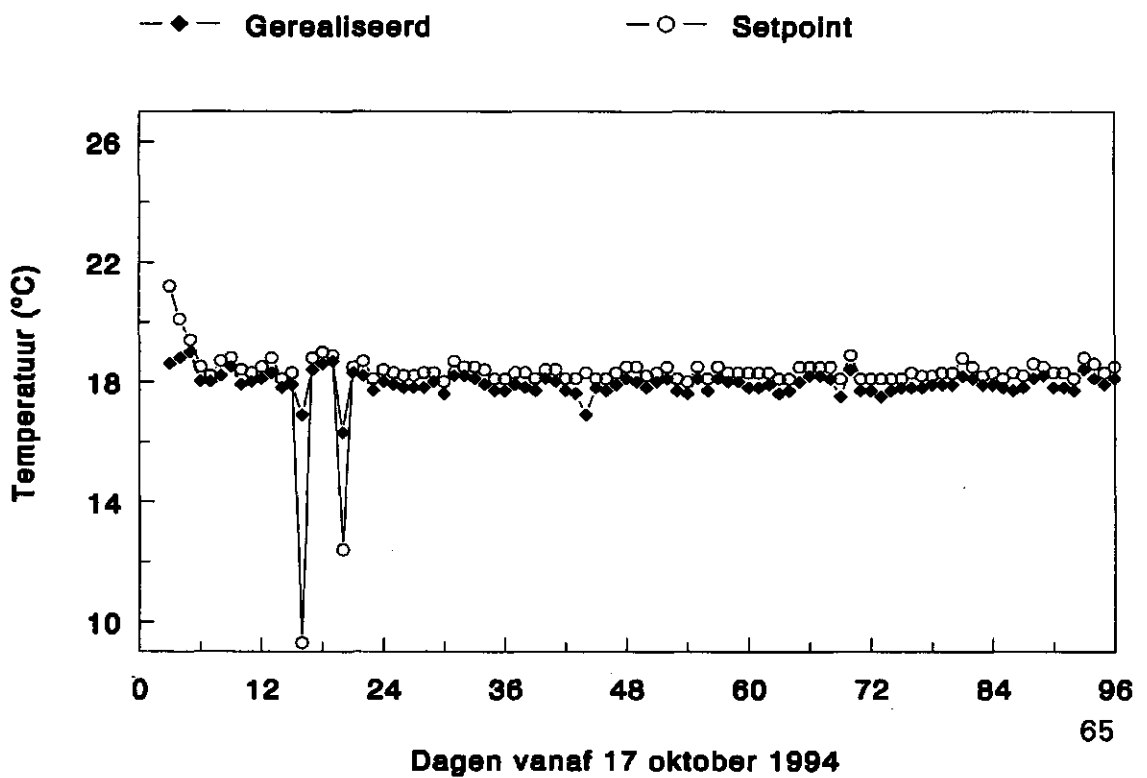
- Anon. (1992) - Meerjarenafspraak tussen de Nederlandse glastuinbouwsector en de Staat vertegenwoordigd door de ministers van Economische zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over verbetering van de energie-efficiency. Met uitvoeringsplan.
- Bakker, J.C. & van Uffelen, J.A.M. (1988) - The effects of diurnal temperature regimes on growth and yield of glasshouse sweet pepper. *Neth. J. Agric. Sci.* 36: 201-208.
- Bailey, B. J. (1985) - Wind dependent control of greenhouse temperature. *Acta Hort.* 174: 381-386.
- Bailey, B.J. & I. Seginer (1989) - Optimum control of greenhouse heating. *Acta Hort.* 245: 512-518.
- Berry, J. & O. Björkman (1980) - Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 491-543.
- Björkman, O. & M. Badger (1979) - Time course of thermal acclimation of the photosynthetic apparatus in *Nerium oleander*. *Carnegie Inst Yearb.* 77: 262-282.
- Buwalda, F. (1999) - Mogelijkheden voor energiebesparing door temperatuurintegratie bij siergewassen - Literatuuroverzicht. PBG-rapport 118.
- Buwalda, F. & A.N.M. de Koning (1995) - Energiebesparing door temperatuurcompensatie. *Vakbl. Bloem.* 7: 58-59.
- Chalabi, Z. & Wenwen Zhou (1996) - Optimal control of greenhouse heating. In. *Proc. 13th IFAC World Congress San Fransisco, CA* (in press).
- Cockshull, K.E., Hand, D.W. & Langton, F.A. (1981) - The effects of day and night temperature on flower initiation and development in *chrysanthemum*. *Acta Hort.* 125: 101-109.
- De Beer, C (1994) - Oriëntatie effect van periode van kouval op de dag op de strekkingsgroei van *potanthurium*. ROC Lent intern rapport.
- De Koning, A.N.M. (1988) - More efficient use of base load heating with a temperature integrating control programme. Effect on development, growth and production of tomato. *Acta Hort.* 229: 233-237.
- De Koning, A.N.M. (1990) - Long-term temperature integration of tomato. Growth and development under alternating temperature regimes. *Sci. Hort.* 45: 117-127.
- Dijkshoorn-Dekker, M.W.C. (1995) - Ontwikkeling en kwaliteit van potplanten. PBG rapport 6: PBG Aalsmeer.
- Feng, W., Ning, L., Daley, L.S., Moreno, Y., Azarenko, A. & Criddle, R.S. (1994) - Determination of effective temperature minima for CAM carboxylation in diverse plants by scanning microcalorimetry. *Plant Physiol. Biochem.* 32: 319-330.
- Heins, R.D. & Bin Liu (1996) - Is plant quality related to the ratio of radiant energy to thermal energy? Abstracts ISHS symposium on environmental regulation of plant morphogenesis.
- Hurd, R.G. & C.J. Graves (1984) - The influence of different temperature patterns having the same integral on the earliness and yield of tomatoes. *Acta Hort.* 148: 547-554.
- Karlsson, M.G., Heins, R.D. & Erwin, J.E (1988) - Quantifying temperature-controlled leaf unfolding rates in 'Nellie White' easter lily. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 70-74.
- Krug, H. (1988) - Basic principles of economic use of heat and CO₂ in greenhouse production. *Acta Hort.* 229: 265-269.
- Krug, H. & Liebig, H.P. (1980) - Diurnal thermoperiodism of the cucumber. *Acta Hort.* 118: 83-94.
- Leffring, L. (1984) - Influence of temperature on the morphology and flower production of gerbera cultivars. *Acta Hort.* 148: 575-579.
- Liebig, H.P. (1988) - Temperature integration by kohlrabi growth. *Acta Hort.* 230:

- 371-380.
- Maas, F.M., L. Baan Hofman-Eijer & K. Hulsteijn (1995) - Flower morphogenesis in *Rosa hybrida* 'Mercedes' as studied by cryo-scanning electron and light microscopy. Effects of light and shoot position on a branch. *Ann. Bot.* 75: 199-205.
- Menne, A. (1992) - *Reaktion einiger Zierpflanzen auf mehrtägige Fluktuationen von Temperatur und Lichtintensität*. Dissertation Univ. Hannover.
- Mortensen, L.M. (1987) - Review: CO₂ enrichment in greenhouse crops: crop responses. *Sci. Hort.* 33:1-25.
- Porter, M.A. & B. Grodzinski (1985) - CO₂ enrichment of protected crops. *Hort. Rev.* 7: 345-398.
- Slack, G. & Hand, D.W. (1983) - The effect of day and night temperatures on the growth, development and yield of glasshouse cucumbers. *J Hort. Sci.* 58: 567-573.
- Stitt, M. (1991) - Rising CO₂ levels and their potential significance for carbon flow in photosynthetic cells. *Plant Cell Environ.* 14: 741-762.
- Van den Berg, G.A. (1987) - *Influence of temperature on bud break, shoot growth, flower bud atrophy and winter production of glasshouse roses*. Dissertation, Agricultural University Wageningen.
- Van der Vlugt, J.L.F. (1983) - The effect of temperature changes during the propagation of cucumbers. *Meldinger fra Norges landbrukshogskole* 62(21): 1-6.
- Verberkt, H. (1994) - CO₂-opname bij *Kalanchoe*. PBN-rapport 165.
- Verberkt, H. & A.L. Verlind (1994) - *Bepaling plaatseffecten nieuwbouw Kastanjelaan ter voorbereiding op het klimaatonderzoek potplanten*. PBN-rapport 172.
- Vogelezang, J.V.M. (1993) - *Bench heating for pot plant cultivation: analysis of effects of root- and air temperature on growth, development and production*. Dissertation, Agric. Univ. Wageningen.
- Welles, G.W.H., E. van Rijssel, J.C. Bakker, A.J. Dop, J.V.M. Vogelezang (1993) - *Energiebesparingsonderzoek in de glastuinbouw; een stimuleringsprogramma in het kader van de meerjarenafspraak energie*. Brochure PBN Aalsmeer.
- Zieslin, N. & R. Moe (1985) - *Rosa*. In: *Handbook of Flowering* vol. 4 (A.H. Halevy, ed.). CRC Press Boca Raton FL.

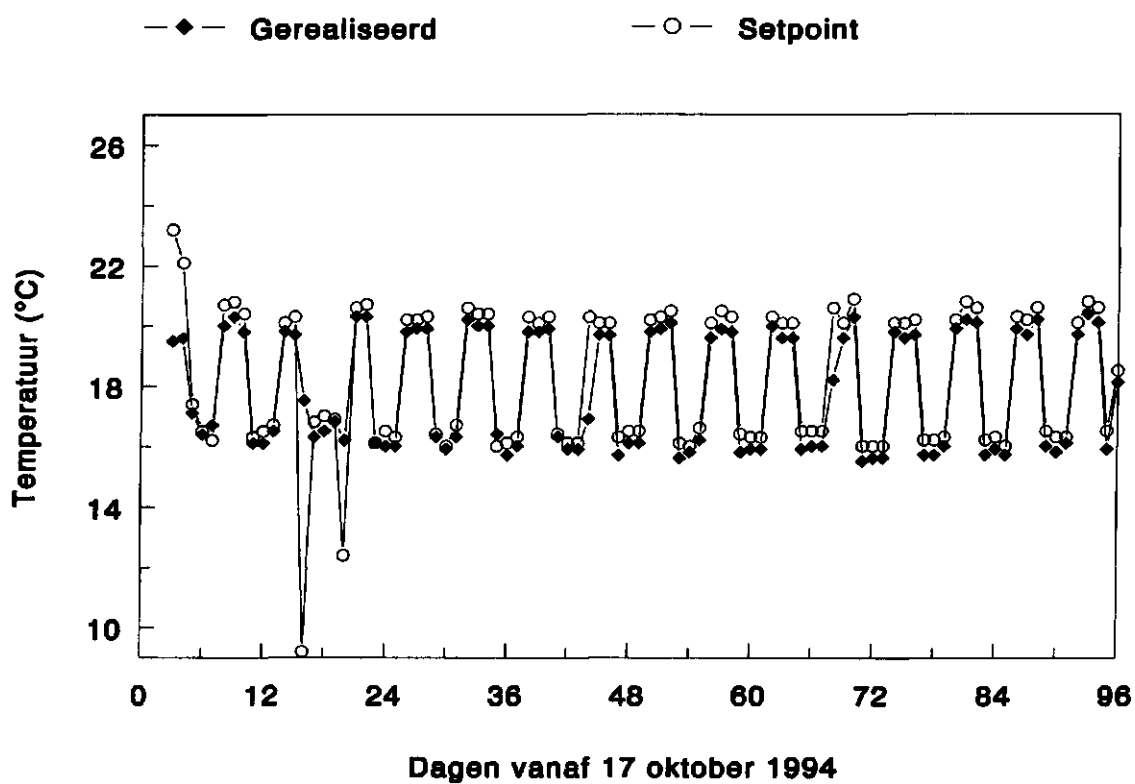
Controle, afd. 7 (Proef 1)



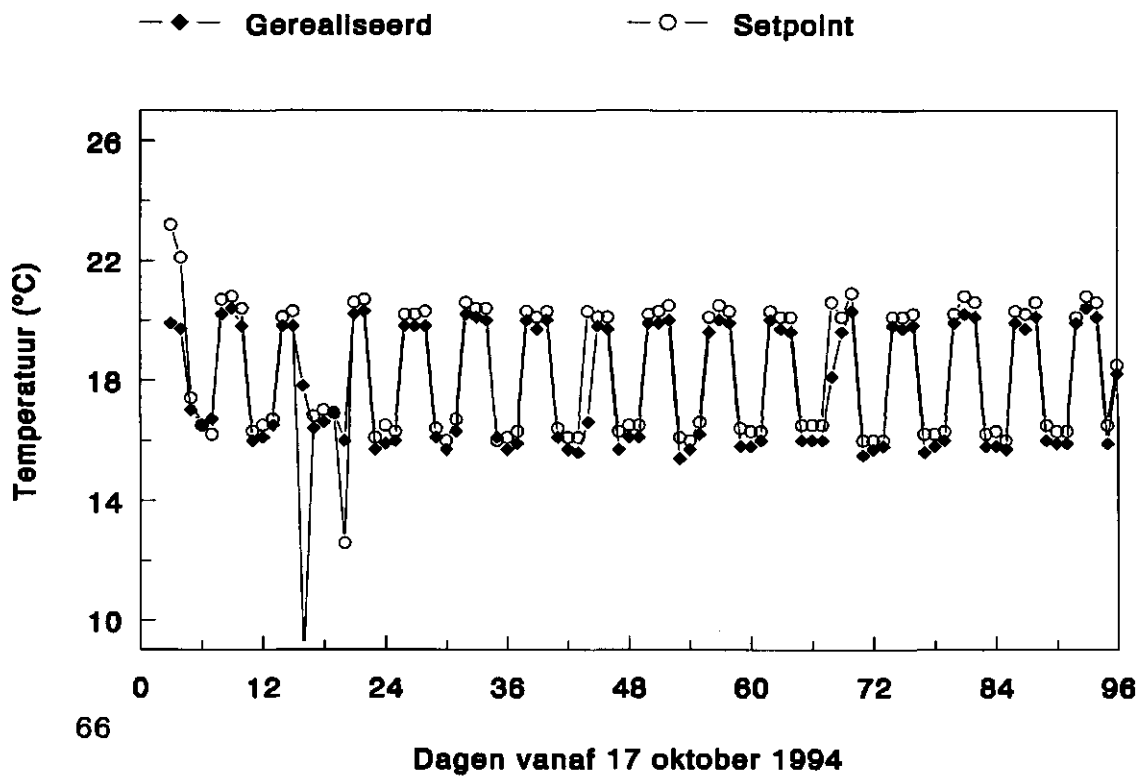
Controle, afd. 14 (Proef 1)



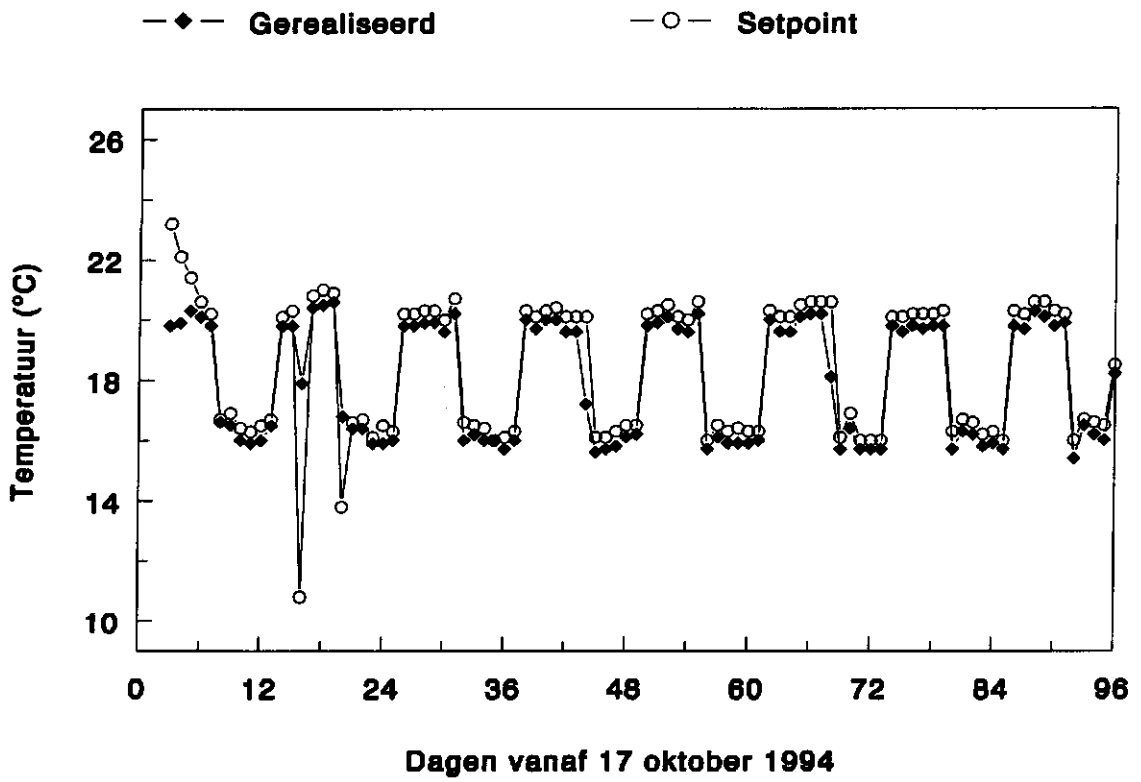
2°C / 6 dagen, afd. 8 (Proef 1)



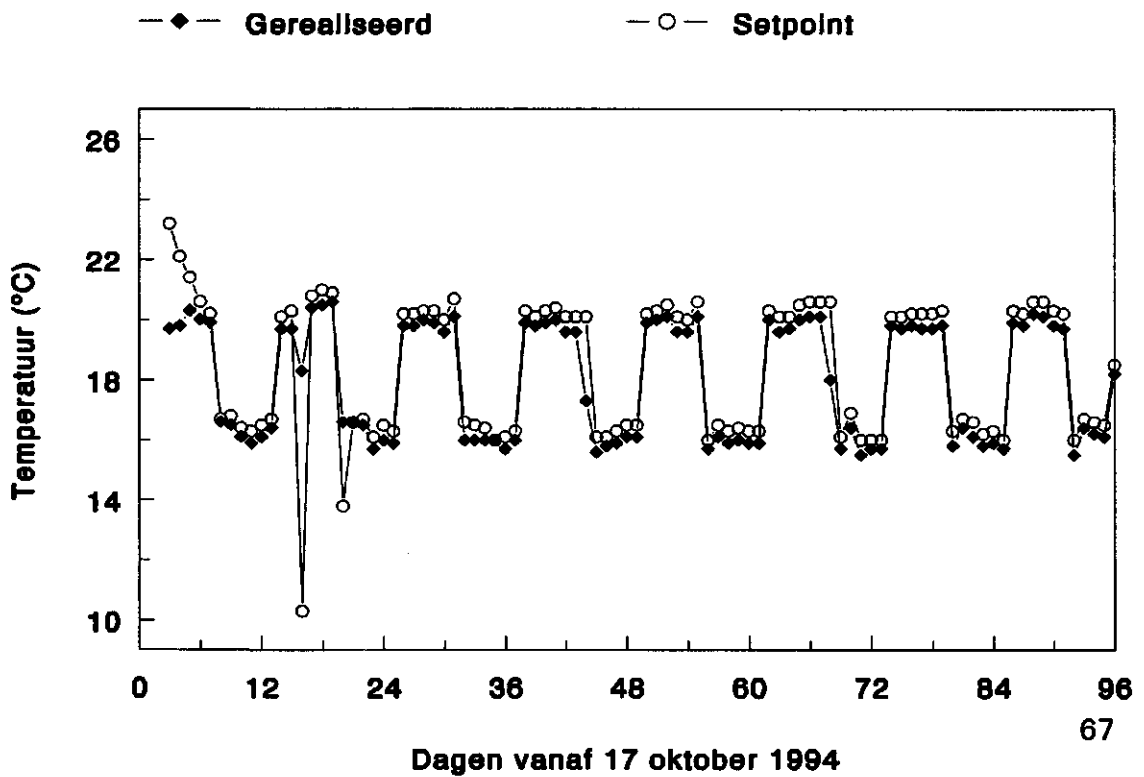
2°C / 6 dagen, afd. 13 (Proef 1)



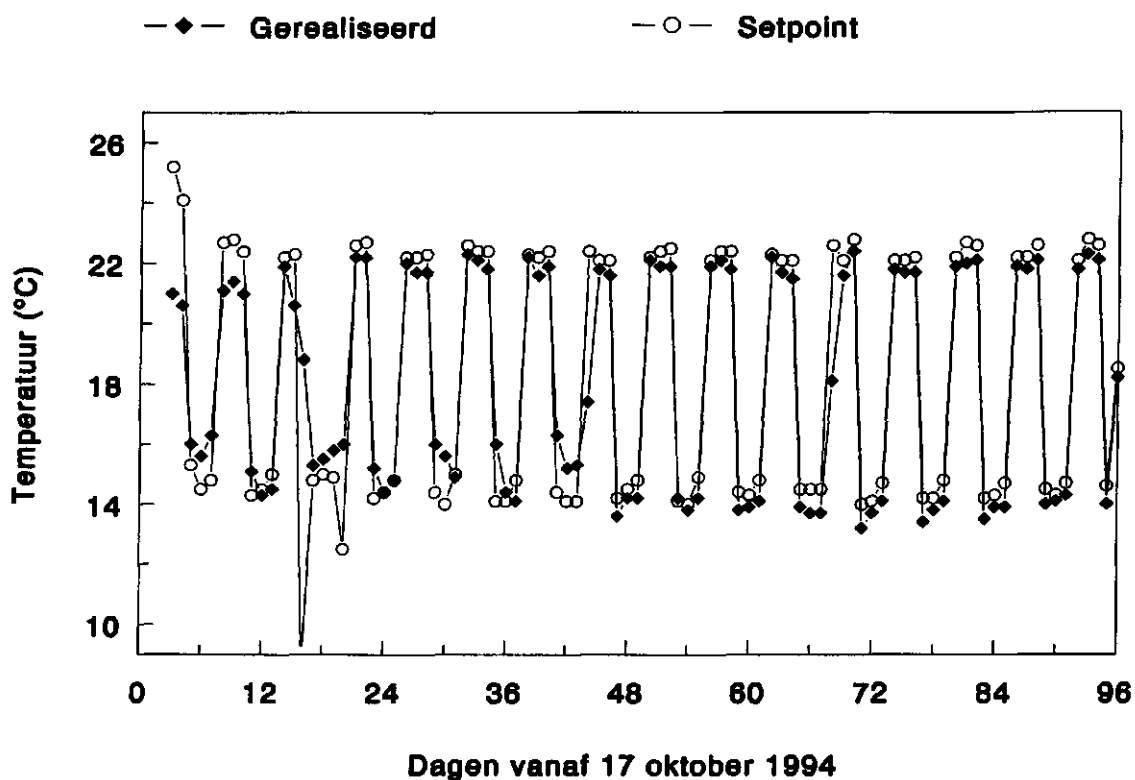
2°C / 12 dagen, afd. 4 (Proef 1)



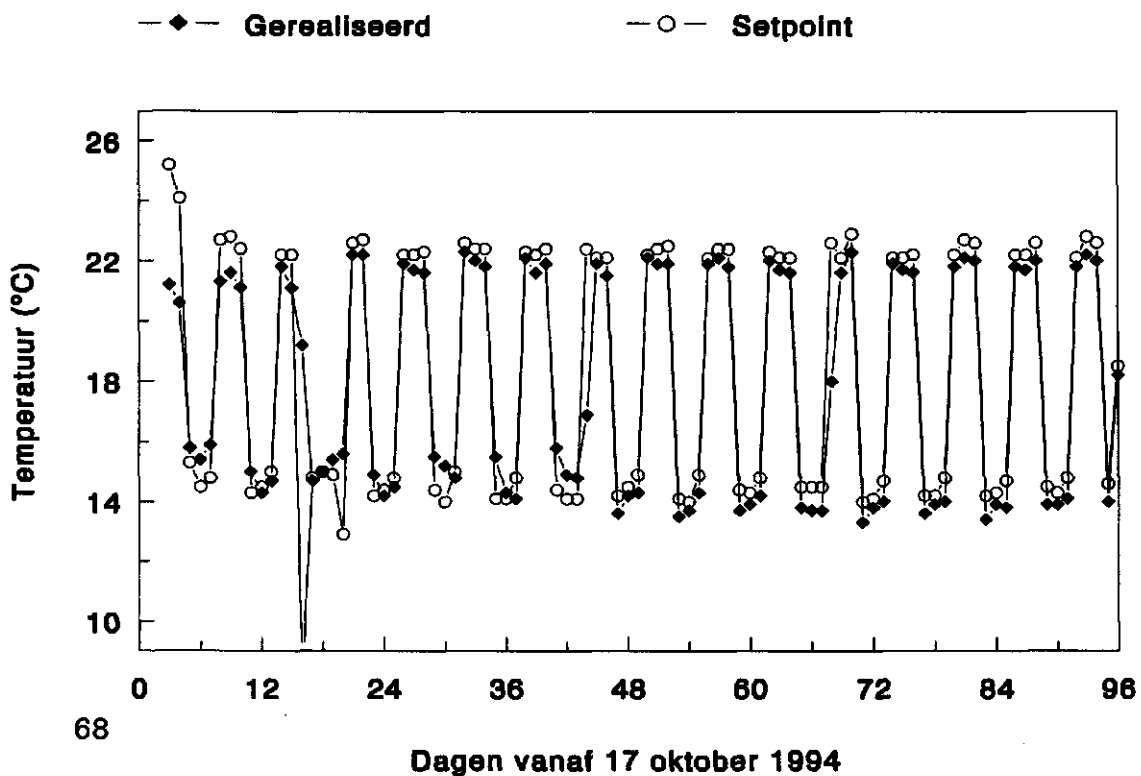
2°C / 12 dagen, afd. 16 (Proef 1)



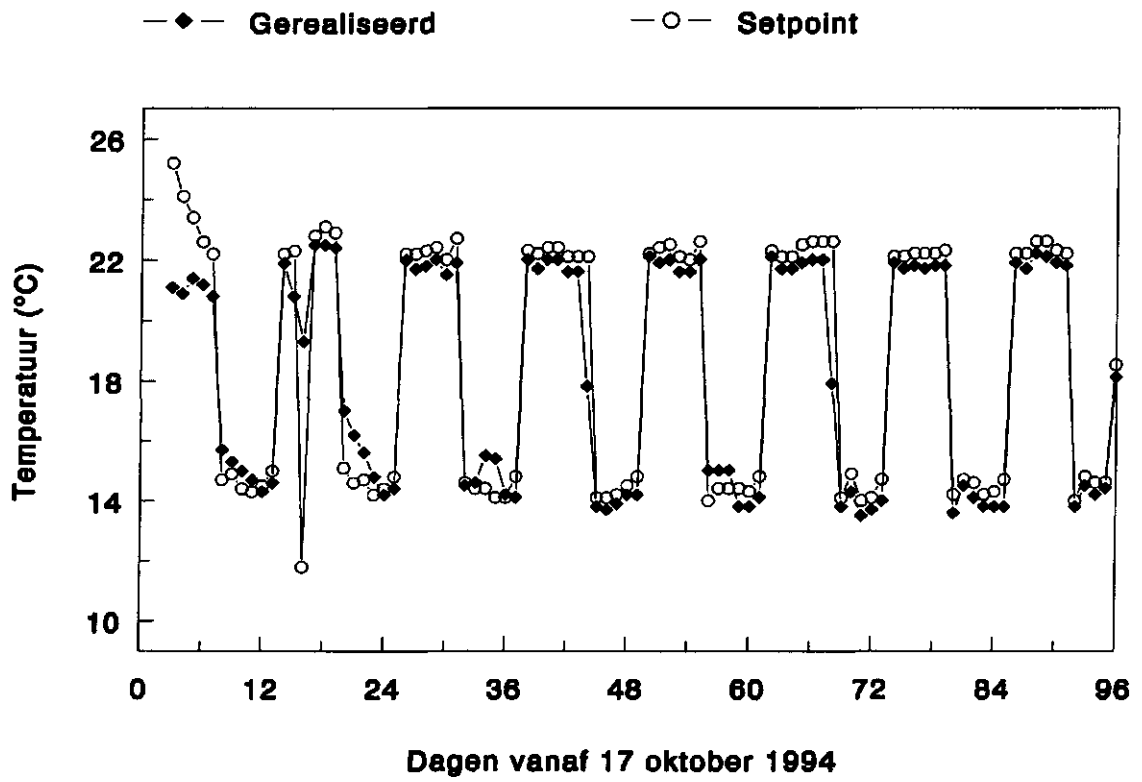
4°C / 6 dagen, afd. 6 (Proef 1)



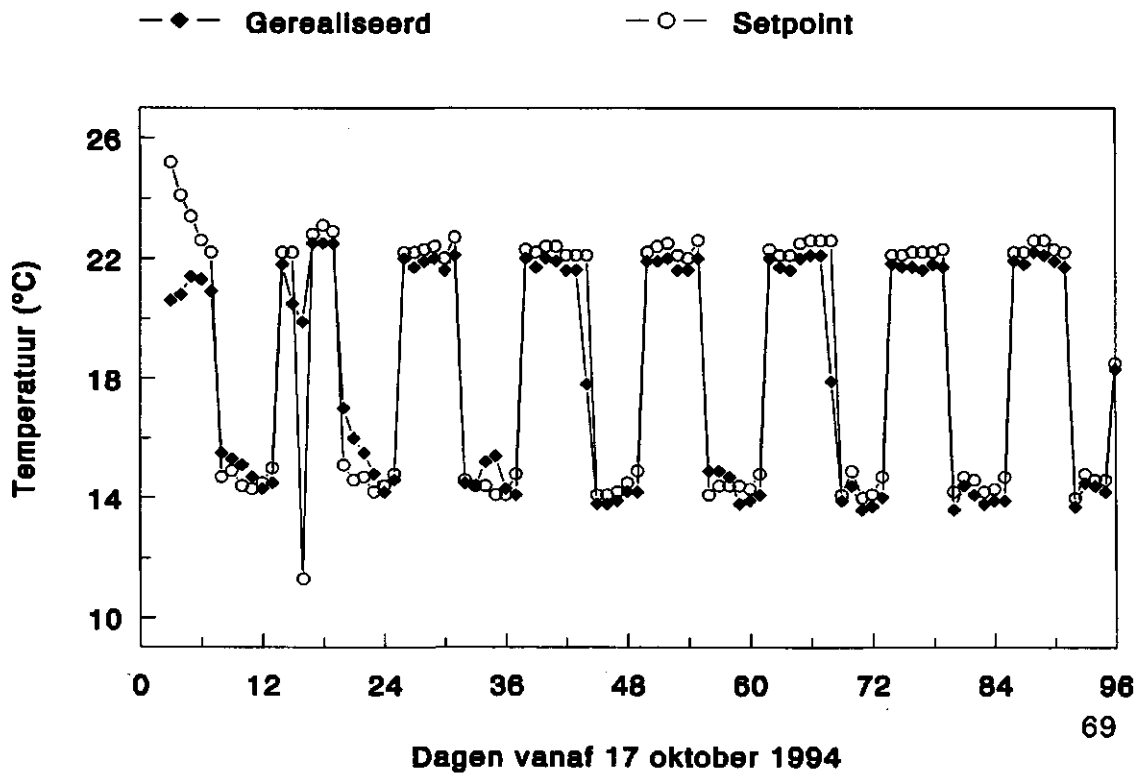
4°C / 6 dagen, afd. 15 (Proef 1)



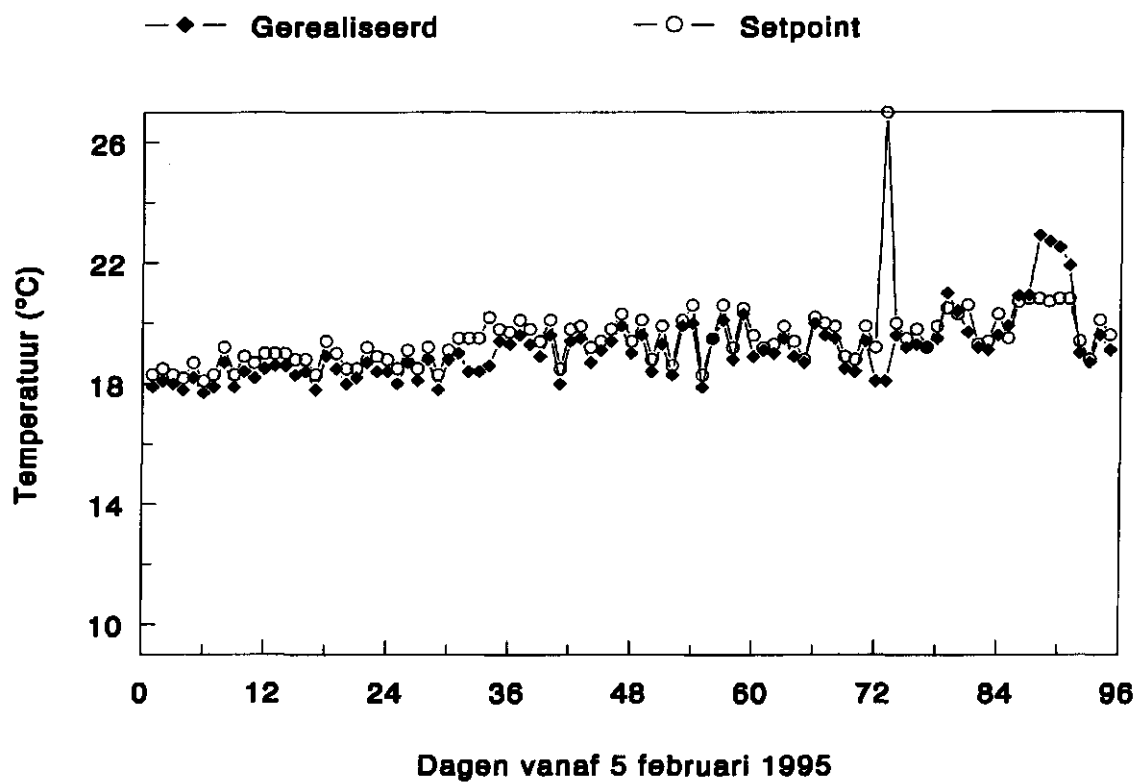
4°C / 12 dagen, afd. 5 (Proef 1)



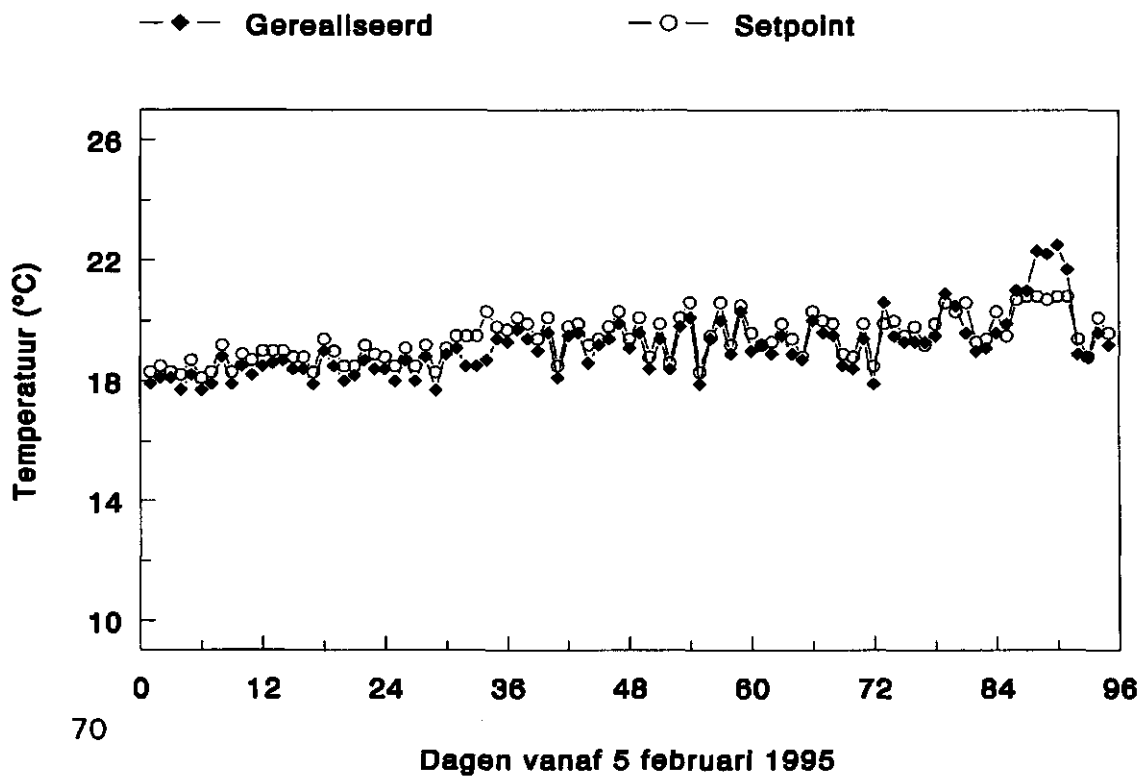
4°C / 12 dagen, afd. 17 (Proef 1)



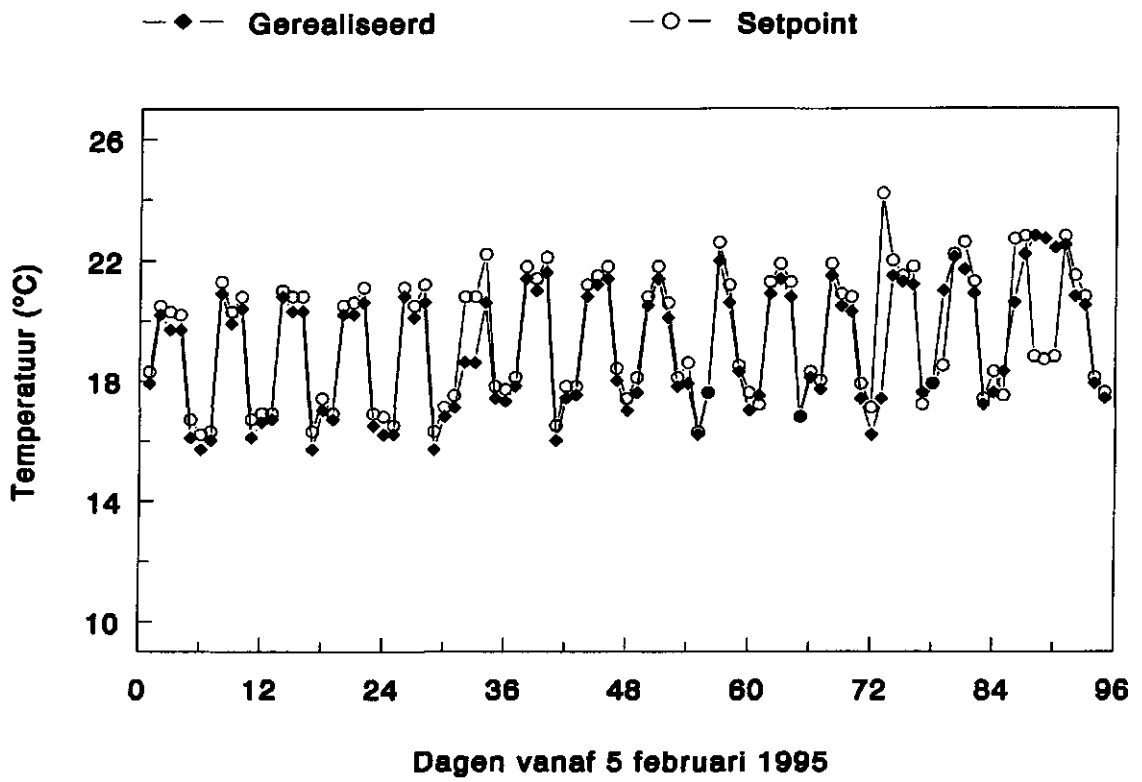
Controle, afd. 5 (Proef 2)



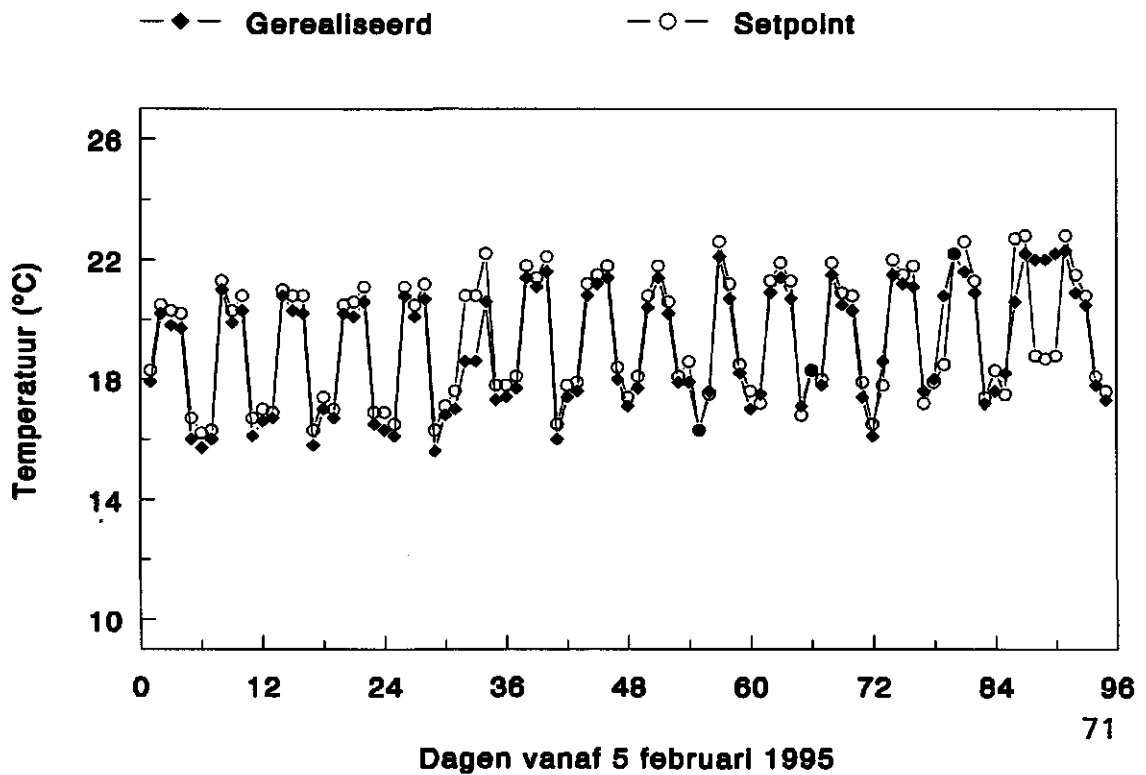
Controle, afd. 16 (Proef 2)



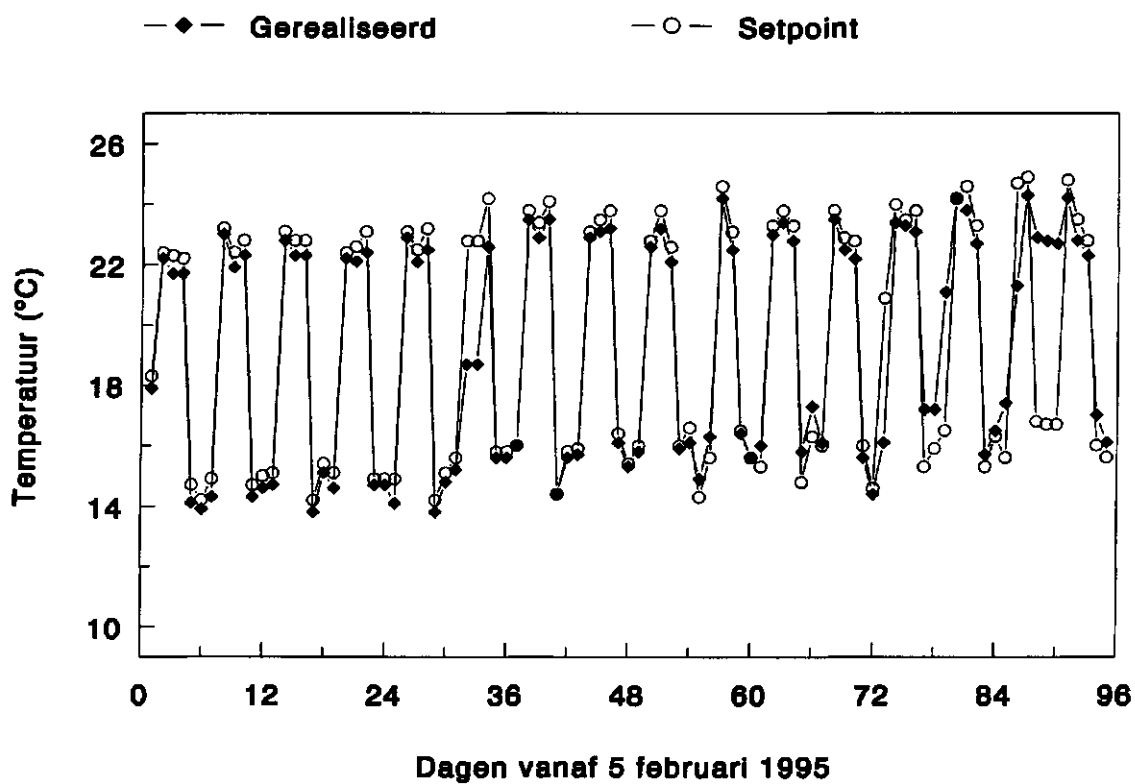
2°C / 6 dagen, afd. 4 (Proef 2)



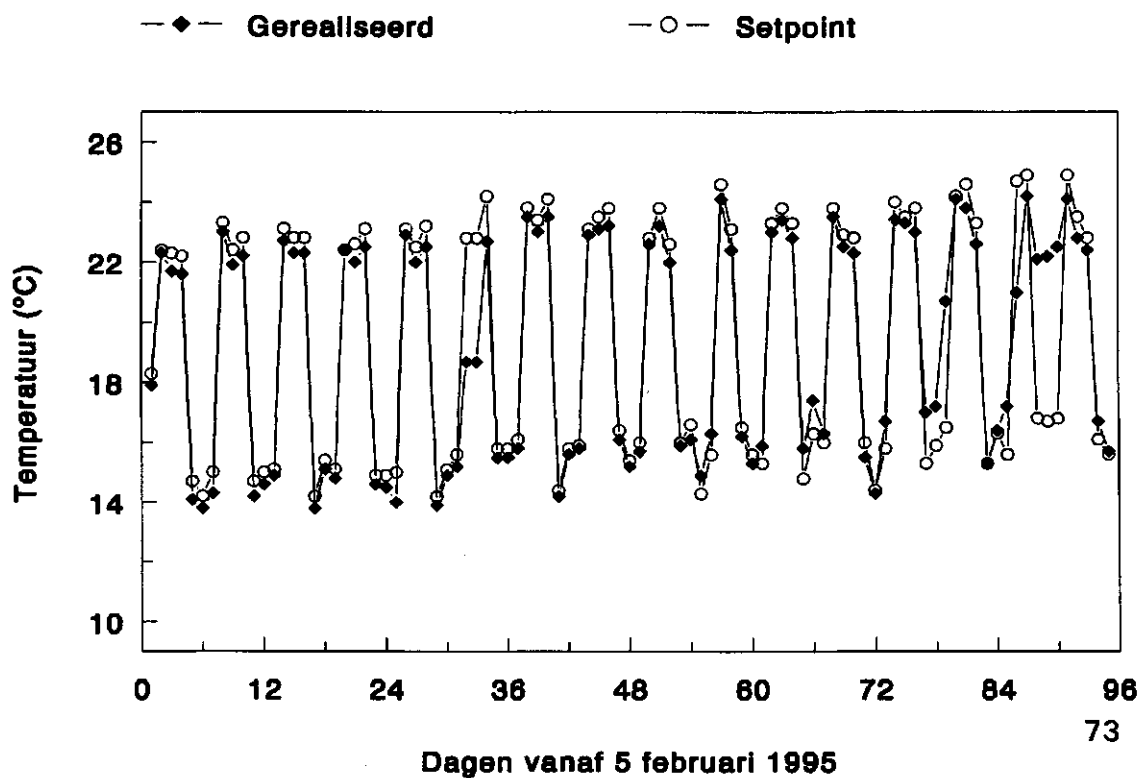
2°C / 6 dagen, afd. 17 (Proef 2)



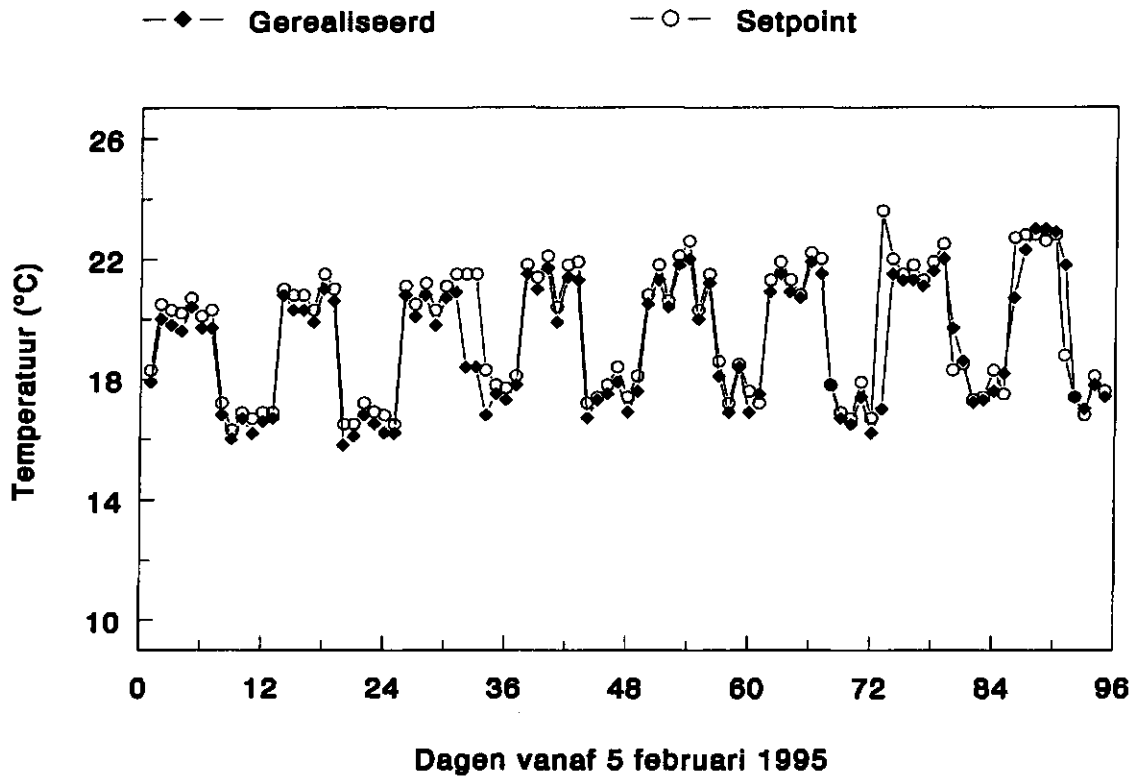
4°C / 6 dagen, afd. 6 (Proef 2)



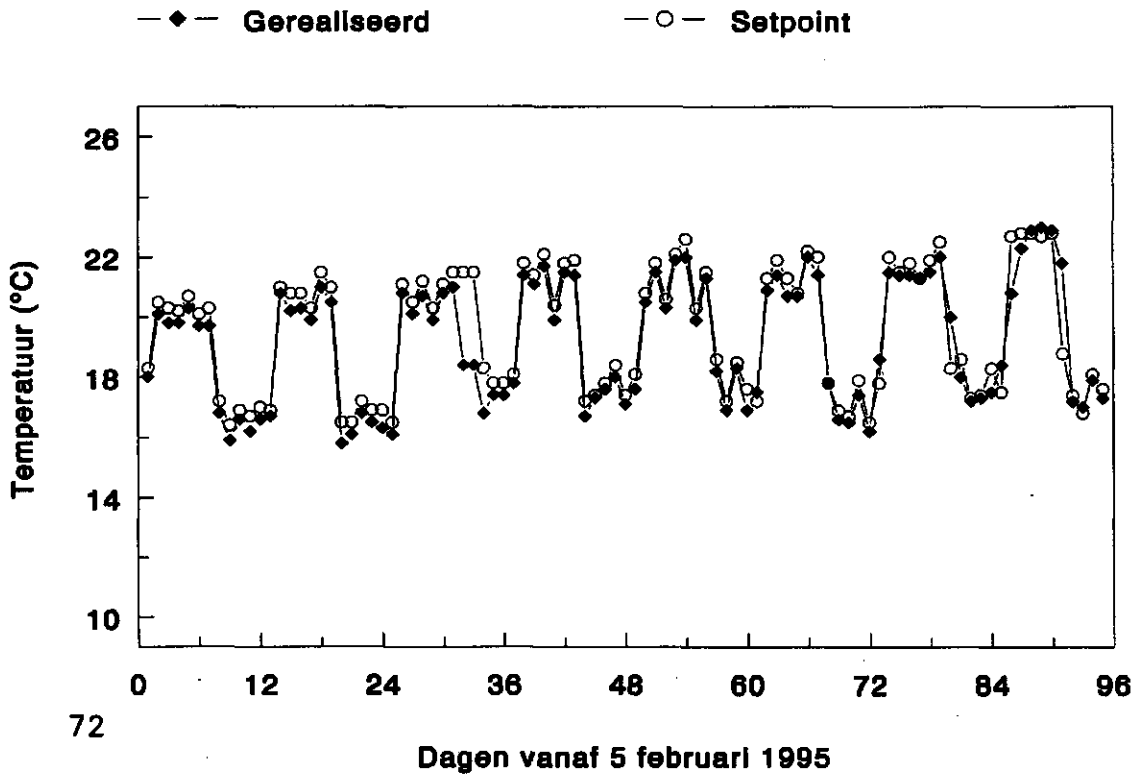
4°C / 6 dagen, afd. 15 (Proef 2)



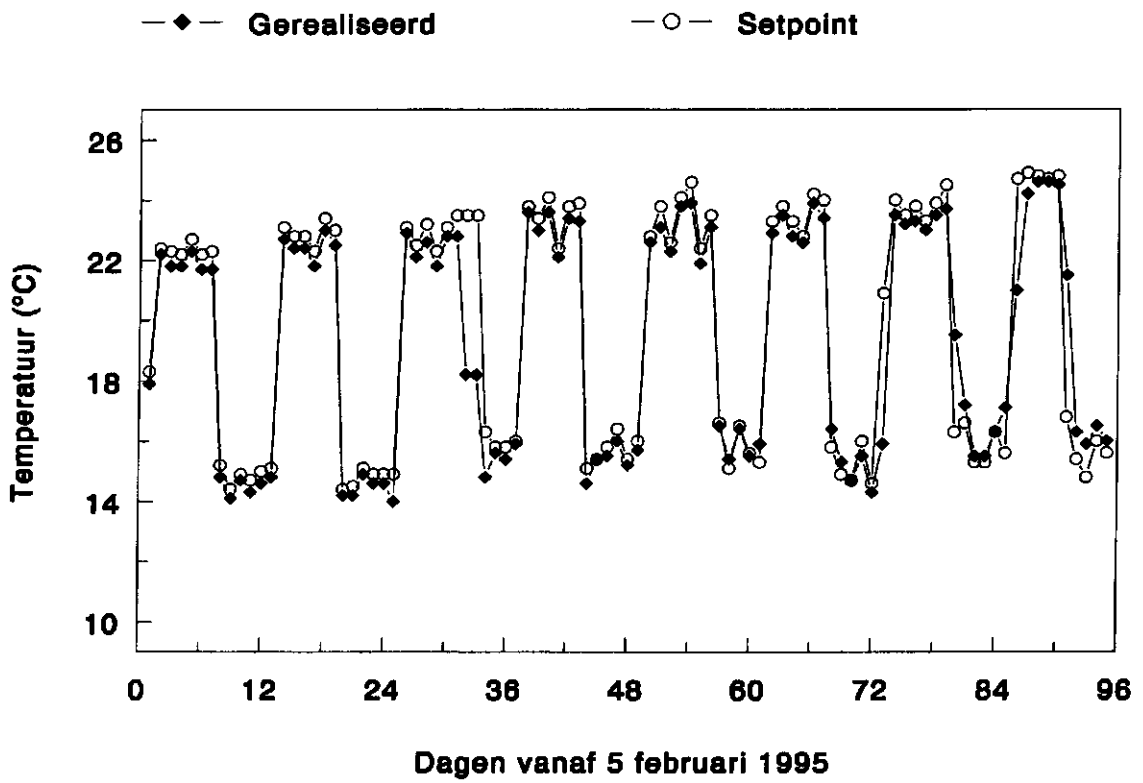
2°C / 12 dagen, afd. 7 (Proef 2)



2°C / 12 dagen, afd. 13 (Proef 2)



4°C / 12 dagen, afd. 8 (Proef 2)



4°C / 12 dagen, afd. 14 (Proef 2)

