

Proefstation voor de Bloemisterij
Linnaeuslaan 2a
1431 JV Aalsmeer
Tel: 02977 - 52525

ISSN: 0921-710X

**Effect tijdstip van kouval
op de strekkingsgroei
van pot- en perkplanten**

Rapport no.157 Prijs f 10,-

September 1993

**J.V.M Vogelezang
N. van Mourik**

Dit rapport wordt u toegestuurd na storting van f 10,- op giro 174855 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding Rapport no. 157 'Effect tijdstip van kouval'.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
- proefopzet	
- teeltmethode	
- gewaswaarnemingen	
3. Resultaten	8
- klimaatrealisatie	
- lengtegroei	
- overige gewasreacties	
4. Discussie	13
5. Samenvatting	15
Literatuur	16
Bijlagen 1 t/m 4	17

1. INLEIDING

Groei en ontwikkeling worden niet alleen beïnvloed door omstandigheden van buiten, maar kunnen ook gereguleerd worden door inwendige ritmes. De functie van dergelijke ritmes is de plant aan te passen aan dagelijkse of jaarlijkse fluctuaties. Voorbeelden van endogene ritmes zijn bloemopening, bladbeweging, bloeiinductie en CO₂-assimilatie. Een dergelijk ritme wordt niet opgewekt door uitwendige factoren, maar de 'fase' van een ritme wordt wèl in grote mate door omgevingsfactoren beïnvloed. Een endogeen ritme met een duur die niet exact 24 uur is, wordt onder natuurlijke omstandigheden op 24 uur gezet onder invloed van factoren als licht en temperatuur (Mansfield en Snaith, 1984). Dit wordt ook wel het gelijkzetten van de biologische klok genoemd.

Voor het opvangen van het lichtsignaal beschikt de plant over verschillende pigmenten, waar het fytochroom er één van is. Fytochroom is gevoelig voor rood (660 nm) en verrood licht (730 nm), in lage intensiteiten, en is één van de pigmenten die een rol spelen bij het reguleren van endogene ritmes.

Bij fotoperiodische reacties (voor bloeiinductie) wordt de absolute lengte van de nacht gemeten, beginnend bij 'einde-dag' (Attridge, 1990). Hoe de tijdmeting gedurende de nacht plaatsvindt is niet bekend, maar de gevoeligheid voor lichtsignalen is in bepaalde periodes vergroot (Cockshull, 1984). Zo is ook uit recent onderzoek op het Proefstation gebleken, dat bij *Matricaria* de gevoeligheid voor nachtonderbreking het grootst is 8 uur na zonsondergang (De Graaf-v.d. Zande en Blacquière, pers. comm.).

De strekkingsgroei van planten lijkt ook gereguleerd te worden door endogene ritmes (Sweeney, 1987). Lecharny et al. (1985) toonden met *Chenopodium rubrum* aan, dat een lage temperatuur-pulse gedurende de nacht de 'fase' van het strekkingsgroei-ritme verschoof. Bij een aantal bloemisterijgewassen is gebleken, dat de gevoeligheid voor een kortdurende temperatuurverlaging varieert binnen een dag (potletie, *Begonia*, *poinsettia*). De strekkingsgroei van deze gewassen kon sterk gereduceerd worden door een temperatuurverlaging gedurende 2 uur vóór en/of 2 uur na zonsopkomst (Erwin et al., 1989; Moe en Mortensen, 1992a). Ook zijn er aanwijzingen dat effecten van temperatuurstrategieën en rood/verrood-belichting elkaar 'vervangen' (Moe en Heins, 1990; Moe en Mortensen, 1992a), wat er op wijst dat het fytochroom mogelijk een rol speelt bij de regulering van endogene ritmes in strekkingsgroei of dat temperatuur- en rood/verrood-behandelingen aangrijpen op hetzelfde vervolproces (bijvoorbeeld synthese van of gevoeligheid voor gibberellinen GA).

Negatieve DIF (= lage dag- en hoge nachttemperatuur) is inmiddels beproefd bij een groot scala van bloemisterijgewassen en is werkzaam bij kortedag-, langedag- en dagneutrale gewassen (Moe en Heins, 1990). De effecten van een kortdurende temperatuurverlaging (kouval) rond zonsopkomst blijken echter niet zo algemeen geldend te zijn als DIF. Bij een aantal kortedag-gewassen zijn goede resultaten behaald, maar de resultaten met perkplanten zijn tot op heden teleurstellend (Vogelezang et al., 1992). Een verkaring voor de wisselende resultaten met kouval zou kunnen zijn, dat de gevoeligste periode voor een kortdurende temperatuurverla-

ging niet gerelateerd is aan de zonsopkomst maar aan 'einde-dag' (zononder), zoals bij andere endogene ritmes. Daarnaast kan sprake zijn van een 'dosis'-effect, waarbij een lage temperatuur lang genoeg aangehouden moet worden om het maximale effect te bereiken.

Doel van het onderzoek

In dit onderzoek wordt getracht méér duidelijkheid te krijgen over de fysiologische achtergronden van DIF en kouval. Getoetst wordt of de gevoeligheid voor kouval samenhangt met zononsondergang, en of daarnaast de duur van de temperatuurverlaging van invloed is. Het onderzoek wordt uitgevoerd met kortedag-, langedag- en dagneutrale gewassen om te achterhalen of de respons op kouval samenhangt met daglengte-gevoeligheid.

2. MATERIAAL EN METHODEN

Proefopzet

De proef heeft plaatsgevonden in de periode november 1992 tot mei 1993. In deze periode is de proef in dezelfde opzet tweemaal uitgevoerd (herhaling in de tijd):

Experiment 1 : week 45 - week 6 (tijdsduur 14 weken)

Experiment 2 : week 8 - week 17 (tijdsduur 9 weken).

De proef is uitgevoerd in zeven naast elkaar gelegen geconditioneerde klimaatkassen (ca. 8 m²) op het Proefstation voor de Bloemisterij in Aalsmeer (L110-L116). In deze klimaatkassen wordt de temperatuur door middel van geforceerde luchtkoeling/luchtverwarming gereguleerd. Met behulp van een buitenscherm is de invloed van instraling op het klimaat verminderd; het buitenscherm werd gesloten bij een instraling van 300 W.m⁻² (globale straling buiten). Tijdens het tweede experiment is op dagen met veel instraling ook het binnenscherm gesloten. De luchtvochtigheid kan in deze kassen niet worden geregeld.

In alle kassen is een daglengte-behandeling van 16 uur gegeven. Dit is gerealiseerd door de belichting met SL-lampen 8 uur na zonsondergang te starten tot maximaal 2 uur na zonsopkomst. De belichtingsintensiteit op planthoogte bedroeg $2,0 \pm 0,5 \mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Er zijn zeven temperatuurbehandelingen toegepast bij een gelijke etmaaltemperatuur van 19°C:

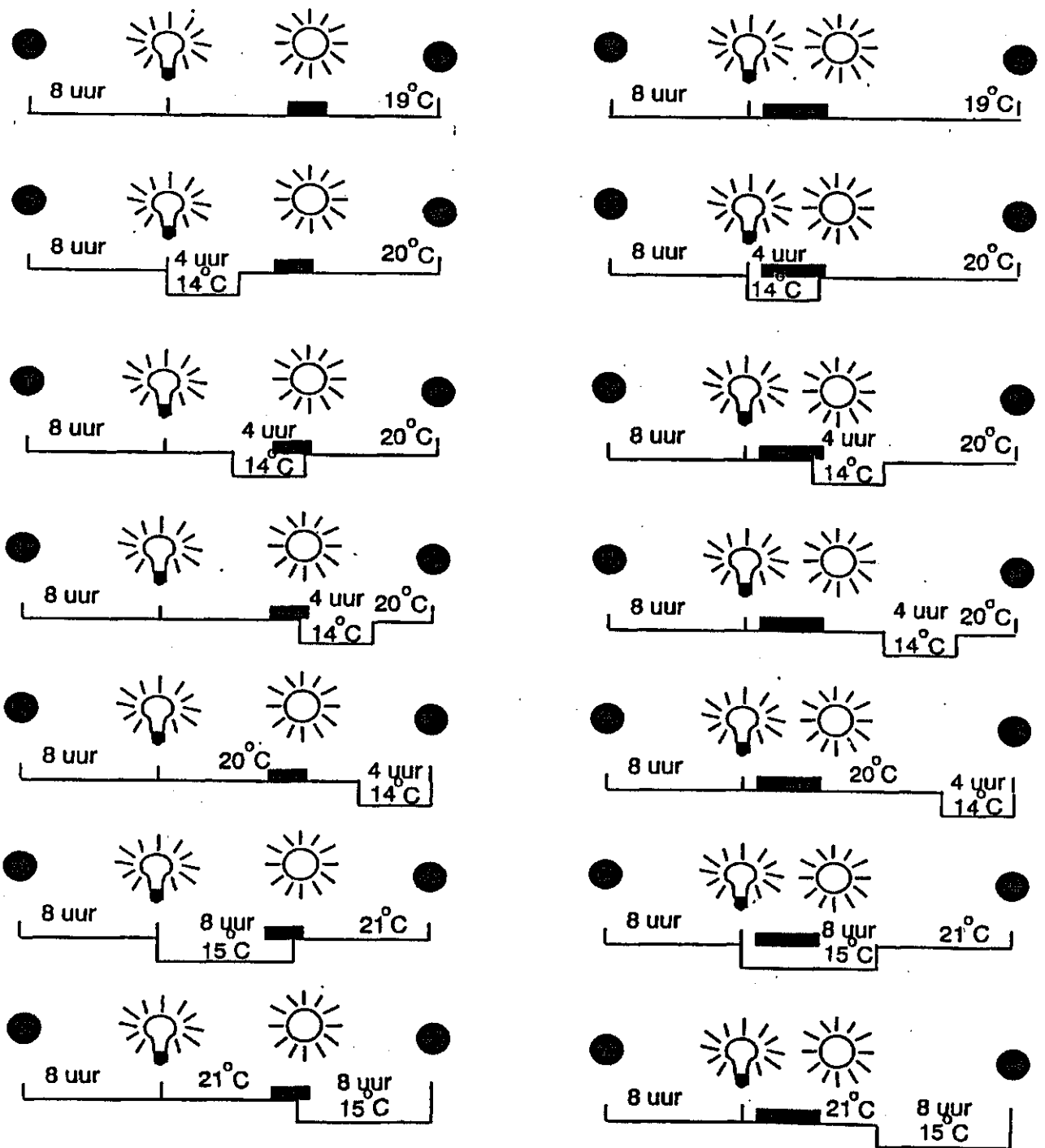
1. Constant = dag- en nachttemperatuur van 19°C
2. Kouval-8 = 8 uur na zonsondergang 4 uur 14°C, daarna 20°C
3. Kouval-12 = 12 uur na zonsondergang 4 uur 14°C, daarna 20°C
4. Kouval-16 = 16 uur na zonsondergang 4 uur 14°C, daarna 20°C
5. Kouval-20 = 20 uur na zonsondergang 4 uur 14°C, daarna 20°C
6. DIF-8 = 8 uur na zonsondergang 8 uur 15°C, daarna 21°C
7. DIF-16 = 16 uur na zonsondergang 8 uur 15°C, daarna 21°C

De temperatuurdaling is één uur voor het begintijdstip van de behandeling gestart.

In figuur 2.1 zijn de temperatuurbehandelingen schematisch weergegeven in relatie tot de daglengte-behandeling en zonsopkomst. Alle temperatuurbehandelingen vielen samen met de lichtperiode. In het eerste experiment (november-februari) vielen de behandelingen kouval-8, kouval-12 en DIF-8 samen met de SL-belichting, terwijl de behandelingen kouval-16, kouval-20 en DIF-16 tijdens de daglichtperiode plaatsvonden. De gemiddelde daglengte varieerde in deze periode tussen de 8 en 9½ uur, wat betekent dat de bij behandeling DIF-16 praktisch de hele daglichtperiode een lage temperatuur gerealiseerd werd (= een gangbare DIF). In het tweede experiment (maart-mei) viel de zonsopkomst 9-13 uur na zonsondergang, wat betekent dat alléén de behandelingen kouval-8 en DIF-8 gedeeltelijk in de periode met SL-belichting vielen. De overige behandelingen werden tijdens de daglichtperiode gerealiseerd.

Eerste experiment

Tweede experiment



Figuur 2.1 Schematische weergave van de temperatuurbehandelingen tijdens het eerste en het tweede experiment. ● = zonsondergang; ■ = verloop zonsopkomst gedurende het experiment.

Controle van het gerealiseerde klimaat op gewasniveau heeft plaatsgevonden met geventileerde meetboxen, gekoppeld aan een datalogger. Metingen zijn continu uitgevoerd (1 min.), waarna de gegevens verwerkt zijn tot 1-uurs en 24-uurs gemiddelden.

Het onderzoek is uitgevoerd met vier proefgewassen:

- Begonia 'Rosanna' (facultatieve kortedag-gewas)
- Fuchsia 'Dollar Princess' (kwalitatieve langedag-gewas)
- Pelargonium 'Pulsar rood' (dagneutraal)
- Impatiens Nieuw-Guinea 'Thecla' (dagneutraal)

Teeltmethode

De teelt heeft plaatsgevonden in stenen betonbakken met op de bodem druppelaars en een bevoeiingsmat. Bij alle gewassen is uitgegaan van beworteld materiaal, dat in losse potten verder is geteeld. Materiaal voor de proefveldjes is geselecteerd op grootte (Begonia: 1 stekblad + 2 nieuwe bladeren; Pelargonium: 2 nieuwe bladeren). Bij Fuchsia is getopt op twee bladparen. Als grondmengsel is gebruikt EGO 1 met een voorraadbemesting van 0,75 kg PG-mix en 3 kg Dolokal per m³ grond. Bij iedere watergift is bijbemest met een voedingsoplossing volgens onderstaand ionenbalans:

Macro-elementen (mmol.l ⁻¹)							Spore-elementen (μmol.l ⁻¹)					
NH4	K	Ca	Mg	NO3	SO4	H2-PO4	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
1.1	5.5	3.0	0.75	10.6	1.0	1.5	15	5	10	3	0.5	0.5

Er is géén gebruik gemaakt van chemische groeiregulatoren. Aantastingen door trips en witte vlieg zijn biologisch bestreden.

Gewaswaarnemingen

Ontwikkeling (aantal bladeren/internodiën) en planthoogte is tussentijds waargenomen. De eindwaarneming is uitgevoerd indien minimaal 50% van het gewas veerrijp was (Begonia, Impatiens), of aan het einde van de proefperiode (Pelargonium, Fuchsia). Tijdens de eindbeoordeling is naast de ontwikkeling en lengtegroei ook het vers- en drooggewicht bepaald.

Bij het tweede experiment is het moment van de beoordeling zoveel mogelijk afgestemd op het eerste experiment (gelijke planthoogte op moment van beoordelen).

3. RESULTATEN

Klimaatrealisatie

Tijdens het eerste experiment is het klimaat in alle afdelingen goed gerealiseerd (tabel 3.1). Bij de kouval-behandelingen werd de gewenste lage temperatuur van 14°C niet helemaal gerealiseerd, maar lag iets daarboven (14,3-14,9°C). Ook bij de DIF-behandelingen werd een iets kleinere temperatuurverlaging gerealiseerd dan ingesteld (5°C in plaats van 6°C). De spreiding in etmaaltemperatuur van de verschillende behandelingen lag binnen 0,4°C (18,8-19,2°C), behalve voor de behandeling 'DIF-8', waar het etmaalgemiddelde iets hoger was (19,5°C).

Tijdens het tweede experiment is de invloed van instraling op het klimaat merkbaar geweest, ondanks het gebruik van buiten- en binnenscherm. Bij de kouval-behandelingen werd een kleinere temperatuurverlaging gerealiseerd naarmate de kouval later op de dag viel. Met name de behandeling 'kouval-20' is op dagen met veel instraling niet goed gerealiseerd (tragere temperatuurafbouw). Bij de 8 uurs-behandelingen is eenzelfde temperatuurverlaging gerealiseerd als in het eerste experiment (5°C). Voor de meeste behandelingen lag de spreiding in etmaaltemperatuur binnen 0,6°C (18,6-19,3°C), behalve voor behandeling 'kouval-20', waar een hogere gemiddelde etmaaltemperatuur is gerealiseerd (19,8°C).

De gemiddelde luchtvochtigheid bedroeg 68% voor het eerste experiment en 72% voor het tweede experiment. De verlaging in relatieve luchtvochtigheid tijdens de temperatuurverlaging was 5 tot 15%.

Een belangrijk verschil tussen beide experimenten is de hoeveelheid instraling geweest. De gemiddelde buitenlichthoeveelheid bedroeg 220 J.cm⁻².dag⁻¹ in het eerste experiment en 1000 J.cm⁻².dag⁻¹ in het tweede experiment. Doordat in het tweede experiment méér gebruik is gemaakt van het buiten- en binnenscherm zal het verschil in lichthoeveelheid in de kas geringer zijn geweest.

Tabel 3.1 Gerealiseerde temperatuurverlaging gedurende 4 uur kouval of 8 uur 'DIF', en gemiddelde etmaaltemperatuur (°C).

Behandeling	Temperatuurverlaging (°C)	Etmaaltemperatuur	Temperatuurverlaging (°C)	Etmaaltemperatuur
	Experiment 1		Experiment 2	
Controle		19,2		18,8
Kouval-8	20,1 -> 14,9	19,2	19,4 -> 14,5	18,6
Kouval-12	20,1 -> 14,8	19,2	19,8 -> 15,4	19,1
Kouval-16	19,6 -> 14,8	18,8	19,9 -> 16,3	19,3
Kouval-20	19,8 -> 14,3	18,9	20,4 -> 16,8	19,8
DIF-8	21,1 -> 16,4	19,5	20,7 -> 15,4	18,9
DIF-16	20,6 -> 15,3	18,8	20,3 -> 15,9	18,8

Lengtegroei

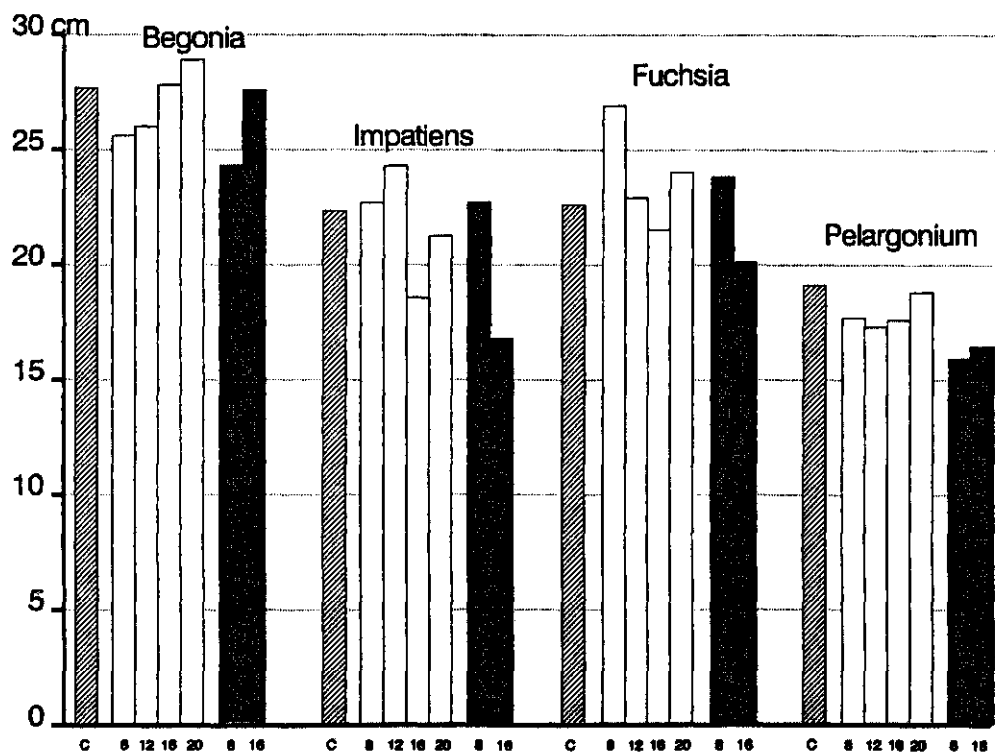
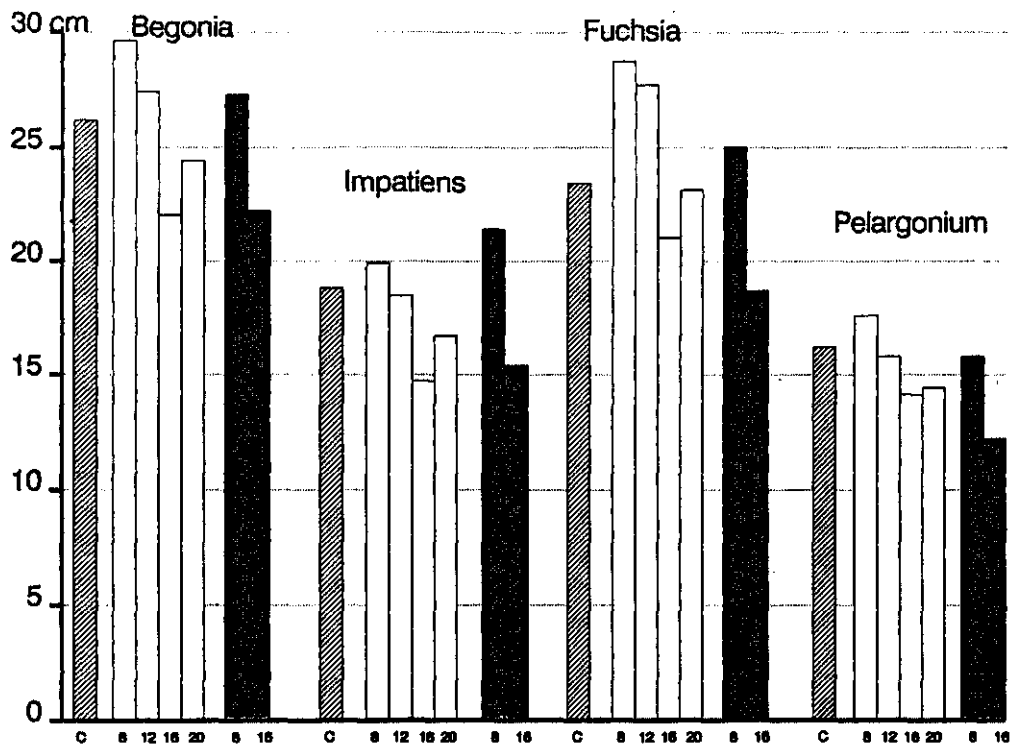
In figuur 3.2 is het effect van de temperatuurbehandelingen op lengtegroei weergegeven. Voor Begonia en Impatiens betreft het de planthoogte van een bloeiend gewas. Bij Fuchsia en Pelargonium is de proefduur te kort geweest om het veilbare stadium te bereiken en zijn gegevens weergegeven van een vegetatief gewas. Bij Fuchsia is de scheutlengte weergegeven vanaf de topplaats.

In het eerste experiment reageerden alle onderzochte gewassen het sterkst op een temperatuurverlaging 16 uur na zonsondergang. Bij Begonia en Impatiens was 4 uur lage temperatuur net zo effectief als een volledige DIF overdag ('DIF-16'), en beide temperatuurbehandelingen gaven een lengtereductie van 15% bij Begonia en 20% bij Impatiens ten opzichte van de controle-behandeling. Bij Fuchsia en Pelargonium gaf een temperatuurverlaging van 8 uur, beginnend 16 uur na zonsonder, een sterkere lengtereductie dan een temperatuurverlaging van 4 uur in dezelfde periode. Bij deze behandeling werd ten opzichte van de controle een lengtereductie van 20% bij Fuchsia en 25% bij Pelargonium gerealiseerd. Opvallend is, dat een temperatuurverlaging tijdens de laatste helft van de nacht ('Kouval-8', 'Kouval-12', 'DIF-8') de lengtegroei eerder leek te stimuleren dan af te remmen.

In het tweede experiment is het effect van de temperatuurbehandelingen op strekkingsgroei, met uitzondering van Impatiens, geringer geweest dan in het eerste experiment. Dit is niet te wijten aan klimaatverschillen tussen beide experimenten, daar afwijkingen in klimaatrealisatie gering waren (tabel 3.1). Bij twee van de vier gewassen hebben de temperatuurbehandelingen eenzelfde effect gehad op strekkingsgroei als in het eerste experiment. De resultaten van de gezamenlijke analyse worden weergegeven in tabel 3.2. Bij beide gewassen is de periode '16 uur na zonsonder' de meest effectieve kouvalbehandeling geweest, waarbij de lengtereductie van Fuchsia

Tabel 3.2 Effect van tijdstip en duur van temperatuurverlaging op planthoogte/scheutlengte en internodiënlgte (cm) van Impatiens-NG ($n=15$) en Fuchsia ($n=24$). Verschillende letters betekent een significant verschil bij 5% onbetrouwbaarheid.

	Planthoogte	Int.lengte	Scheutlengte	Int.lengte
Behandeling	Impatiens		Fuchsia	
Controle	20,6 (bc)	5,03 (bc)	20,6 (abc)	4,40 (ab)
Kouval-8	21,4 (bc)	5,10 (bc)	25,4 (cd)	5,18 (bc)
Kouval-12	21,4 (bc)	5,26 (bc)	23,2 (bcd)	4,66 (b)
Kouval-16	16,5 (a)	3,98 (ab)	19,0 (ab)	3,83 (ab)
Kouval-20	19,1 (b)	4,16 (ab)	21,5 (bc)	4,68 (b)
DIF-8	22,2 (c)	5,80 (c)	22,3 (bcd)	4,66 (b)
DIF-16	16,3 (a)	3,82 (a)	17,4 (a)	3,52 (a)



Figuur 3.2 Effect van tijdstip en duur van temperatuurverlaging op planthoogte (Begonia, $n=18$; Impatiens, $n=15$; Pelargonium, $n=24$) en scheutlengte (Fuchsia, $n=24$) (cm). De bovenste figuur betreft Experiment 1, de onderste figuur betreft Experiment 2. c=controle; □=kouval 8 uur, 12 uur, 16 uur en 20 uur na zonsondergang; ■= 'DIF' 8 uur en 16 uur na zonsondergang.

het sterkst was bij een 8-urige verlaging ('DIF-16'). Begonia en Pelargonium reageerden in de voorjaarsperiode niet overeenkomstig het eerste experiment. Bij Begonia is onduidelijk in hoeverre de gevonden (kleine) verschillen in planthoogte reëel waren, of te wijten waren aan toeval (maximaal effect van 10% ten opzichte van de controle). Bij Pelargonium is wel gebleken dat een langere periode van lage temperatuur een sterkere lengtegroei-reductie geeft.

Overige gewasreacties

Bij Begonia en Impatiens is in beide experimenten een veilbaar (bloeiend) produkt gerealiseerd. Bij Begonia zijn eindwaarnemingen verricht in het veilbare stadium (=drie open bloemen), terwijl bij Impatiens de eindwaarnemingen zijn verricht bij een bepaalde eindhoogte. Voor Fuchsia en Pelargonium zijn eveneens eindwaarnemingen verricht in een vergelijkbaar (lengte)stadium, waarbij het bloeiende stadium nog niet bereikt was.

De temperatuurbehandelingen hebben in het eerste experiment effect gehad op de bloeisnelheid van Begonia. De behandeling 'DIF-16' kwam ca. één week later in bloei dan de overige behandelingen, ondanks de nagenoeg gelijke etmaaltemperatuur (tabel 3.1). Bloei trad het snelst op in behandeling 'DIF-8', veroorzaakt door de iets hogere etmaaltemperatuur (0,5°C). Door de betere lichtomstandigheden is de teeltduur van Begonia in het tweede experiment 30% korter geweest dan in het eerste experiment. De bereikte eindhoogte was daarbij vergelijkbaar met het eerste experiment (gemiddeld 26 cm exclusief pothoogte), het plantgewicht was echter ca. 2x zo hoog (Bijlage 1). De behandeling 'DIF-16' kwam ditmaal niet vertraagd in bloei. De temperatuurbehandelingen hebben verder geen effect gehad op aantal internodiën, versgewicht en drogestof-percentages (Bijlage 1).

De teeltduur van Impatiens Nieuw-Guinea is in het tweede experiment ca. 40% korter geweest dan in het eerste experiment, waarbij het eindgewicht ca. 2x zo hoog was (Bijlage 2). Er zijn in de eindbeoordeling geen betrouwbare temperatuureffecten geconstateerd op ontwikkeling en groei.

De groeiwijze van Fuchsia is in beide experimenten duidelijk beïnvloed geweest door de lichtomstandigheden, die in het tweede experiment aanmerkelijk beter waren dan in het eerste experiment. Tijdens het eerste experiment ontwikkelden zich na het toppen twee zijscheuten, terwijl aanzienlijk méér zijscheuten uitgroeiden in het tweede experiment. Tijdens het tweede experiment zijn alle zijscheuten - op twee na - verwijderd, zodat de groeiwijze van Fuchsia vergelijkbaar zou zijn. Ook de knopaanleg verliep in het eerste experiment moeizamer. Tijdens de eindbeoordeling vertoonde 55% van de planten géén knopaanleg bij de behandeling 'DIF-8', terwijl dit percentage bij de overige temperatuurbehandelingen varieerde tussen de 16 en 29% (Bijlage 3). Tijdens het tweede experiment vertoonden daarentegen alle planten - op vergelijkbare hoogte - knopaanleg (gemiddeld internodiënummer met 1e knop was 5,9 en 6,5 voor resp. experiment 1 en 2). Er zijn géén temperatuureffecten geconstateerd op aantal internodiën, versgewicht en drogestof-percentages (Bijlage 3).

De ontwikkeling van *Pelargonium*, uitgedrukt in aantal afgesplitste bladeren, is niet beïnvloed geweest door de temperatuurbehandelingen (Bijlage 4). Bij *Pelargonium* ging een reductie in lengtegroei wèl samen met een verminderde groei in vers- en drooggewicht. Toepassing van DIF heeft bij *Pelargonium* ook in standaardkassen, onder betere lichtomstandigheden dan in de geconditioneerde klimaatkassen, geleid tot een reductie in plantgewicht (Vogelezang et al., 1990).

4. DISCUSSIE

Uit dit onderzoek is gebleken dat (bij een aantal gewassen) het effect van een kortdurende temperatuurverlaging samenhangt met zonsondergang; een relatie met de start van de SL-belichting is ook mogelijk (er is een vaste verhouding tussen zononder en start SL-belichting), maar dit is minder waarschijnlijk. De in de literatuur gesuggereerde relatie met zonsopgang lijkt echter op toeval te berusten. De meest effectieve behandeling '16 uur na zononder' viel in de eerste proef (november-februari) inderdaad vlak na zonsopkomst (figuur 2.1), maar deze periode verschuift in de loop van het voorjaar steeds meer naar midden op de dag (in april is dit bijvoorbeeld van 11.30-15.30). Tijdens de 2^e Europese workshop over temperatuur en stuurlicht is gesuggereerd dat het effect van kouval op strekkingsgroei gerelateerd zou kunnen zijn aan kortedag-behandelingen, zoals bij poinsettia en potchrysan, en niet zou optreden onder langedag-omstandigheden (Moe en Mortensen, 1992b). De huidige resultaten zijn echter onder langedag gerealiseerd en er lijkt dus geen relatie te bestaan met de daglengte. Het is goed mogelijk dat de geconstateerde goede reacties op kouval rond zonsopkomst het gevolg waren van het teeltseizoen (poinsettia's worden alleen in het najaar geteeld onder natuurlijke kortedag) of de proefomstandigheden (in Michigan werd in kassen een kunstmatige kortedag aangehouden door zwart doek te sluiten van 17.00 tot 8.00, Heins en Erwin, 1991). Onder deze omstandigheden wordt zonsopkomst na een lange nacht gerealiseerd, waarbij het tijdstip van zonsopkomst dicht in de buurt ligt bij '16 uur na zononder', de meest effectieve periode uit dit onderzoek.

De experimenten in dit onderzoek zijn uitgevoerd met één kortedag -, één langedag gewas en twee dagneutrale gewassen. In het eerste experiment reageerden alle onderzochte gewassen op identieke wijze op de temperatuurbehandelingen, waarbij er alleen verschillen waren in de effectiviteit van de duur van de temperatuurverlaging. In het tweede experiment is bij twee van de vier gewassen een overeenkomstig effect van temperatuur op de strekkingsgroei geconstateerd, namelijk bij Impatiens Nieuw-Guinea (dagneutraal gewas) en bij Fuchsia (langedag gewas). Er lijkt derhalve géén samenhang te zijn met de daglengte-gevoeligheid voor bloei van gewassen. De toepassingsmogelijkheden van kouval zijn wel gewasafhankelijk, er is géén algemeen geldend concept. De onderzochte gewassen reageerden niet allemaal even sterk op een 4-urige temperatuurverlaging, en er zijn ook seizoenverschillen geconstateerd (Begonia, Pelargonium). Bij Pelargonium, maar ook bij Fuchsia, is een langere duur van lage temperatuur benodigd om een goed remmend effect op de strekkingsgroei te bewerkstelligen, wat betekent dat voor deze gewassen DIF een betere alternatieve groeiregulator is dan kouval.

In het tweede experiment is bij drie van de vier gewassen een geringer effect van de temperatuurbehandelingen op de strekkingsgroei geconstateerd dan in het eerste experiment. Een belangrijk verschil tussen beide experimenten is de lichthoeveelheid geweest en de daarmee samenhangende groeisnelheden en gerealiseerde plantomvang. Het huidige resultaat wijst erop dat het effect van een kortdurende temperatuurverlaging op strekkingsgroei het sterkst is onder lichtarme omstandigheden. Deze bevinding staat haaks op de suggestie van Erwin, die het achterblijvende resultaat van DIF en kouval in Europa ten opzichte van de VS verklaart met de lagere lichthoe-

veelheden in de noordelijke en centrale delen van Europa (Tuffs, 1992).

In dit onderzoek is bij alle temperatuurbehandelingen bijbelicht met SL-lampen in de nanacht, na een donkerperiode van 8 uur. Alle temperatuurverlagingen zijn dus uitgevoerd in de 'lichtperiode', SL-belichting in de nanacht en/of daglicht in behandelingen later op de dag. Deze belichtingsstrategie kan van invloed zijn geweest op de bereikte resultaten. Onderzoek met *Campanula isophylla* 'Bla' liet zien, dat (continue) belichting gedurende de nacht met gloeilampen ($R/VR=0,7$) het effect van negatieve DIF teniet deed, terwijl belichting met TL ($R/VR=4,2$) het effect van negatieve DIF juist versterkte (Moe en Heins, 1990; Moe en Mortensen, 1992). Uit deze resultaten is geconcludeerd dat er een interactie bestaat tussen lichtkwaliteit en DIF, waarbij het fytochroom een rol speelt in het opvangen en/of realiseren van het effect van DIF. Het fytochroom zou in de 'actieve staat' (=hoge R/VR) moeten verkeren om een effect van temperatuurstrategieën te realiseren. Het is echter ook goed mogelijk dat temperatuur- en rood/verrood-behandelingen aangrijpen op hetzelfde vervolgproces, zoals synthese van en/of gevoeligheid voor GA's.

In vervolgonderzoek zal nader onderzocht worden in hoeverre de aangehouden belichtingsstrategie van invloed is (geweest) op de effecten van tijdelijke temperatuurverlaging op strekkingsgroei. Hierbij zal naast een donkerbehandeling zonder belichting (= de controle-situatie voor de dagneutrale gewassen) een langedagbelichting uitgevoerd worden aansluitend op de dag (voornacht) en vooruitlopend op de dag (nanacht).

5. SAMENVATTING

In dit onderzoek is getracht méér duidelijkheid te krijgen over de fysiologische achtergronden van DIF en kouval. Een verklaring voor de wisselende resultaten van kouval op strekkingsgroei zou kunnen zijn dat de gevoeligste periode voor een kortdurende temperatuurverlaging niet gerelateerd is aan zonsopkomst maar aan 'einde-dag' (zononder), zoals bij andere endogene ritmes. Daarnaast kan de duur van de temperatuurverlaging van invloed zijn op het effect op strekkingsgroei. Deze aspecten zijn het afgelopen jaar onderzocht in twee herhalings-experimenten, uitgevoerd in de periode november-februari (experiment 1) en in de periode maart-mei (experiment 2). De proeven zijn uitgevoerd met één kortedag gewas (*Begonia*), één langedag gewas (*Fuchsia*) en twee dagneutrale gewassen (*Impatiens Nieuw-Guinea*, *Pelargonium*) om te achterhalen of de respons op kouval samenhangt met daglengte-gevoeligheid.

In geconditioneerde kassen zijn zeven temperatuurstrategieën toegepast, een 4-urige temperatuurverlaging beginnend 8, 12, 16 en 20 uur na zononder, een 8-urige temperatuurverlaging beginnend 8 en 16 uur na zononder en een controle. De daglengte is in alle temperatuurbehandelingen 16 uur geweest, waarbij de SL-belichting gestart is 8 uur na zononder tot maximaal 2 uur na zonsopkomst.

In het eerst experiment is bij alle gewassen de sterkste lengtegroei-reductie geconstateerd bij een temperatuurverlaging 16 uur na zononder. Bij *Begonia* en *Impatiens* was 4 uur lage temperatuur net zo effectief als een 8-urige verlaging (= een gangbare DIF in deze periode van het jaar), terwijl bij *Fuchsia* en *Pelargonium* de lengtegroei-reductie het sterkst was bij 8 uur lage temperatuur. In het tweede experiment reageerden *Fuchsia* en *Impatiens* overeenkomstig het eerste experiment. In deze periode van het jaar valt de behandeling '16 uur na zononder' midden op de dag. *Begonia* en *Pelargonium* reageerden in de voorjaarsperiode in geringere mate op de temperatuurbehandelingen, en niet overeenkomstig het eerste experiment.

Uit dit onderzoek is gebleken dat het effect van een kortdurende temperatuurverlaging samen kan hangen met zonsondergang (of met de start van de SL-belichting), en dat de gesuggereerde relatie met zonsopgang op toeval lijkt te berusten. Er is geen samenhang geconstateerd met de daglengte-gevoeligheid voor bloei. De toepassing-mogelijkheden van kouval voor de praktijk zijn wel gewasafhankelijk, er is géén algemeen geldend concept. De onderzochte gewassen reageerden niet allemaal even sterk op een 4-urige temperatuurverlaging, en er zijn ook seizoenverschillen geconstateerd (*Begonia*, *Pelargonium*). Voor *Fuchsia* en *Pelargonium* is een langere duur van lage temperatuur benodigd om een goed remmend effect te bewerkstelligen.

LITERATUUR

- Attridge, T.H., 1990. Endogenous rhythms. In: *Light and Plant Responses*. Edward Arnold, London, 125-130.
- Cockshull, K.E., 1984. The photoperiodic induction of flowering in short-day plants. In: Vince-Prue, D. et al. (eds): *Light and the Flowering Process*. Ac. Press, London, 33-49.
- Erwin, J.E., Heins, D.H., Berghage, R., Kovanda, B.J., Carlsson, H. and Biernbaum, J., 1989. Cool mornings can control plant height. *Grower Talks* 53(9): 73-74.
- Heins, R.D. and Erwin, J., 1991. The history of DIF and the use of a morning temperature dip to control plant height. *Minnesota Commercial Flower Growers Ass. Bull.*, 40(6): 1-4.
- Lechamy, A., Schwall, M. and Wagner, E., 1985. Stem extension rate in light-grown plants. *Plant Physiol.*, 79: 625-629.
- Mansfield, T.A. and Snaith, P.J., 1984. Circadian rhythms. In: Wikons (Ed.), *Advanced Plant Physiology*, Longman Scientific Technical, Essex, UK, 201-218.
- Moe, R. and Heins, R.D., 1990. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. *Acta Hortic.*, 272: 81-89.
- Moe, R. and Mortensen, L.M., 1992a. Thermomorphogenesis in pot plants. *Acta Hort.*, 305: 19-25.
- Moe, R. and Mortensen, L.M., 1992b. Summary. Second European Workshop on Thermo- and Photomorphogenesis in Plants, *Acta Hortic.*, 327: 9-10.
- Sweeney, B.M., 1987. *Rhythmic Phenomena in Plants*. Academic Press, 2nd edn., London, 172 pp.
- Tuffs, L., 1992. The difference that DIF makes to plants. Report of Colgrave Conference. *Horticulture Week*, November 27: 18-19.
- Vogelezang, J., Cuijpers, L. and Graaf-v.d. Zande, M.Th. van, 1990. Growth regulation of bedding plants by reversed day/night temperature only? *Acta Hortic.*, 305: 37-43.
- (zie ook Rapport 99, Proefstation Aalsmeer)

Bijlage 1

Effect van tijdstip en duur van temperatuurverlaging op planthoogte, aantal internodiën, versgewicht en drogestof-percentages van Begonia 'Rosanna' ($n=18$) voor de afzonderlijke experimenten. ns = geen significant temperatuureffect in de gezamenlijke variantie-analyse.

Behandeling	Planthoogte (cm)	Aantal internodiën	Versgewicht (g)	Drogestofpercentage (%)
Experiment 1 (teeltduur 80 dagen)				
Controle	26,2	7,9	83,2	3,5
Kouval-8	29,6	8,3	79,0	3,5
Kouval-12	27,4	8,1	81,5	3,5
Kouval-16	22,0	8,0	69,4	3,6
Kouval-20	24,4	8,0	75,7	3,5
DIF-8	27,3	8,3	72,5	3,4
DIF-16	22,2	7,8	70,8	3,5
Experiment 2 (teeltduur 56 dagen)				
Controle	27,7	7,6	172,1	3,3
Kouval-8	25,6	7,4	154,9	3,6
Kouval-12	26,0	7,7	177,6	3,5
Kouval-16	27,8	7,4	194,7	3,3
Kouval-20	28,9	7,6	174,0	3,4
DIF-8	24,3	7,3	167,5	3,6
DIF-16	27,6	7,6	174,3	3,6
Gezamenlijke variantie-analyse				
	ns	ns	ns	ns

Bijlage 2

Effect van tijdstip en duur van temperatuurverlaging op planthoogte, aantal internodiën, versgewicht en drogestof-percentages van *Impatiens Nieuw-Guinea* 'Thecla' ($n=15$) voor de afzonderlijke experimenten. ns = geen significant temperatuureffect in de gezamenlijke variantie-analyse.

Behandeling	Planthoogte (cm)	Aantal internodiën	Versgewicht (g)	Drogestofpercentage (%)
Experiment 1 (teeltduur 98 dagen)				
Controle	18,8	3,7	37,9	5,4
Kouval-8	19,9	3,9	42,3	5,1
Kouval-12	18,5	3,7	37,2	5,6
Kouval-16	14,7	3,8	36,6	5,5
Kouval-20	16,7	3,5	38,6	5,6
DIF-8	21,4	3,3	36,6	5,4
DIF-16	15,4	3,6	36,3	5,5
Experiment 2 (teeltduur 56 dagen)				
Controle	22,4	3,3	82,7	5,6
Kouval-8	22,9	3,3	86,4	5,5
Kouval-12	24,2	3,1	93,2	5,2
Kouval-16	18,2	3,1	73,7	5,9
Kouval-20	21,4	4,3	72,6	5,7
DIF-8	22,9	3,1	84,3	5,4
DIF-16	17,1	3,3	71,7	6,0
Gezamenlijke variantie-analyse				
	p < 0,01	ns	ns	ns

Bijlage 3

Effect van tijdstip en duur van temperatuurverlaging op knopaanleg (percentage niet-bloei) aantal internodiën, versgewicht en drogestofpercentage van Fuchsia 'Dollar Princess' ($n=24$) voor de afzonderlijke experimenten. ns = geen significant temperatuureffect in de gezamenlijke variantie-analyse.

Behandeling	Percentage niet-bloei (%)	Aantal internodiën	Versgewicht (g)	Drogestofpercentage (%)
Experiment 1 (proefduur 92 dagen)				
Controle	23	7,3	12,2	8,4
Kouval-8	28	8,1	14,5	9,0
Kouval-12	16	8,2	14,7	8,4
Kouval-16	19	8,0	13,1	8,0
Kouval-20	23	8,0	14,3	8,1
DIF-8	55	7,5	12,9	8,4
DIF-16	29	7,5	11,1	8,3
Experiment 2 (proefduur 61 dagen)				
Controle	0	8,1	40,7	8,5
Kouval-8	0	8,5	42,1	8,1
Kouval-12	0	8,2	41,9	8,4
Kouval-16	0	8,5	44,8	8,3
Kouval-20	0	8,1	31,9	8,4
DIF-8	0	8,4	45,1	8,2
DIF-16	0	8,5	42,1	8,1
Gezamenlijke variantie-analyse				
		ns	ns	ns

Bijlage 4

Effect van tijdstip en duur van temperatuurverlaging op aantal bladeren, versgewicht en drogestof-percentages van *Pelargonium 'Pulsar-rood'* ($n=24$) voor de afzonderlijke experimenten. ns = geen significant temperatuureffect in de gezamenlijke variantie-analyse.

Behandeling	Aantal bladeren	Versgewicht (g)	Drogestofpercentage (%)
Experiment 1 (proefduur 98 dagen)			
Controle	15,0	36,8	6,2
Kouval-8	14,8	38,9	6,1
Kouval-12	14,4	34,0	6,5
Kouval-16	14,4	33,8	6,2
Kouval-20	13,7	32,4	6,6
DIF-8	13,4	28,2	6,5
DIF-16	13,8	29,1	6,5
Experiment 2 (proefduur 61 dagen)			
Controle	15,5	81,2	6,9
Kouval-8	15,2	82,8	6,7
Kouval-12	15,9	81,2	6,9
Kouval-16	15,5	77,2	6,9
Kouval-20	15,5	76,7	6,7
DIF-8	15,1	79,3	6,7
DIF-16	15,3	77,1	7,0
Gezamenlijke variantie-analyse			
	ns	$p < 0,05$	ns