

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

ISSN 0921-710X

EFFECT TEMPERATUURSTRATEGIEËN OP STREKKINGSGROEI VAN POT- EN PERKPLANTEN

Proeven 2204-17, 2204-25 en 2204-27

Dr. ir. J. Vogelezang
Ing. L. Stapel-Cuijpers
N. van Mourik
Aalsmeer, februari 1996

Rapport 17
Prijs f 15,00

Rapport 17 wordt u toegestuurd na storting van f 15,00 op gironummer 174855 ten name van PBG Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 17: Temperatuurstrategieën pot-en perkplanten'.

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. INVLOED LANGEDAGBELICHTING OP EFFECTEN DIF	8
2.1 Proefopzet	8
2.2 Teeltmethode	9
2.3 Waarnemingen	11
2.4 Resultaten	11
2.4.1 Klimaat	11
2.4.2 Streckingsgroei	12
2.4.3 Overige gewasreacties	16
3. EFFECTIEVE PERIODE VAN KOUVAL BINNEN EEN ETMAAL	17
3.1 Proefopzet	17
3.2 Teeltmethode	19
3.3 Waarnemingen	20
3.4 Resultaten	20
3.4.1 Klimaat	20
3.4.2 Streckingsgroei	21
3.4.3 Overige gewasreacties	29
4. DISCUSSIE	30
LITERATUUR	33
BIJLAGEN	

SAMENVATTING

In dit onderzoek is getracht méér duidelijkheid te krijgen over de fysiologische achtergronden van DIF en kouval als alternatieve groeiregulator. Eerder onderzoek naar het meest effectieve tijdstip van kouval heeft laten zien dat het effect van een (kortdurende) temperatuurverlaging varieert in een etmaal, waarbij een samenhang aanwezig lijkt te zijn met zonsondergang (Vogelezang en Van Mourik, 1993). Een mogelijke relatie met de (gehanteerde) belichtingsstrategie is onderzocht in twee experimenten in het seizoen 1993-1994. Voorts is in 1994 -1995 in meer detail onderzoek verricht naar het wel of niet aanwezig zijn van een ritme in strekkingsgroei, met daaraan gekoppeld eventuele sturingsmogelijkheden voor de praktijk.

Uit onderzoek naar het *effect van langedagbelichting* is gebleken dat bij de meeste gewassen (Fuchsia, Impatiens Nieuw-Guinea, Salvia splendens) het effect van een tijdelijke temperatuurverlaging op strekkingsgroei niet samen hangt met het tijdstip van langedagbelichting. Daarbij is opvallend dat effecten van tijdelijke temperatuurverlaging pas optreden als de temperatuurverlaging samenvalt met daglicht. Alleen bij Begonia is in beide experimenten een gelijke samenhang geconstateerd tussen de belichtingsstrategie en het effect van temperatuurverlaging op strekkingsgroei.

Uit het onderzoek naar de *effectieve periode van kouval binnen een etmaal* is eveneens gebleken dat bij Fuchsia en Impatiens effecten van kouval beperkt blijven tot de daglichtperiode. Bij deze gewassen heeft het vier uur verlengen van de dag met stuurlicht géén significante verschuiving gegeven van het effect van kouval op strekkingsgroei. Bij Begonia en poinsettia is gebleken dat het reducerend effect van kouval níet beperkt blijft tot de daglichtperiode. Een interactie met de belichtingsstrategie lijkt aanwezig te zijn, maar is moeilijk te ontwarren van de strekkingsreductie die overdag plaatsvindt onder invloed van de klassieke DIF-respons. Aanvullend onderzoek op ROC Lent heeft voor Begonia bevestigd, dat het effect van kouval in de nanacht samenhangt met het tijdstip van toepassen van (assimilatie)-belichting.

Uit dit onderzoek zijn aanwijzingen verkregen dat effecten van negatieve DIF en kouval op strekkingsgroei mogelijk berusten op een verschillende fysiologische grondslag. Een grote groep van gewassen, waaronder perkplanten, reageren goed op negatieve DIF, maar 'kouval' is bij deze groep niet meer dan een partiële DIF tijdens de daglichtperiode. Bij slechts een enkel gewas kan kouval een vergelijkbaar effect geven op strekkingsgroei als negatieve DIF in een periode buiten het daglicht. De strekkingsgroei van poinsettia, en in iets mindere mate die van Begonia, is goed te beheersen met een 2- tot 4-urige temperatuurverlaging. Bij deze gewassen zijn aanwijzingen verkregen dat effecten van kouval berusten op (veranderingen in) endogene ritmes in strekkingsgroei.

Toepassing van DIF en kouval in de praktijk:

* Voor de teelt van perkplanten is toepassing van DIF de beste optie, waarbij het effect van DIF toeneemt naarmate een langer gedeelte van de daglichtperiode de lage temperatuur gehandhaafd kan worden. Daarbij is gebleken dat tijdens de eerste helft van de daglichtperiode een sterkere strekkingsreductie wordt gerealiseerd dan tijdens de tweede helft van de daglichtperiode.

* Voor de teelt van Begonia is zowel toepassing van DIF als kouval succesvol gebleken. Het effect van kouval op strekkingsgroei is gerelateerd aan het 'End-Of-Day signaal', waarbij de sterkste strekkingsreductie wordt gerealiseerd vanaf 12 tot 16 uur na 'End-Of-Day'. Om deze periode zoveel mogelijk in de nacht te laten vallen (vanwege een goede klimaatrealisatie), is het van belang dat op bedrijven met assimilatiebelichting de donkerperiode aansluitend aan de dag gegeven wordt.

* Voor de teelt van poinsettia zijn zowel DIF als kouval goede alternatieven voor reductie van de strekkingsgroei, toepassing van negatieve DIF kan echter leiden tot een teelduurverlenging. Een goed effect van kouval wordt bereikt vanaf 12 tot 16 uur na zonsondergang ('End-Of-Day'). Bij vroege oppotdata verdient het aanbeveling de temperatuur al enige uren eerder te laten zakken (vóór zonsopkomst) in verband met het realiseren van de gewenste lage temperatuur in dié periode.

1. INLEIDING

De strekkingsgroei van planten is niet constant gedurende een etmaal, maar volgt een endogeen ritme (Sweeney, 1987). Lechamy 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 (potlilie, Begonia, poinsettia). De strekkingsgroei van deze gewassen kon sterk gereduceerd worden door een temperatuurverlaging gedurende twee uur vóór en/of twee uur na zonsopkomst (Erwin et al., 1989; Moe and Mortensen, 1992). Ook zijn er aanwijzingen dat effecten van temperatuurstrategieën en rood/verrood-belichting elkaar 'vervangen' (Moe and Heins, 1990; Moe and Mortensen, 1992), wat er op wijst dat het fytochroom mogelijk een rol speelt bij de regulering van endogene ritmes in strekkingsgroei. Negatieve DIF (= lage dag- en hoge nachttemperatuur) is inmiddels beproefd bij een groot scala van bloemisterijgewassen en is werkzaam bij kortedag-, langedag- en dag-neutrale gewassen (Moe and Heins, 1990). De effecten van een kortdurende temperatuurverlaging (kouval) rond zonsopkomst lijken echter niet zo algemeen geldig te zijn als DIF. Bij een aantal kortedag planten zijn goede resultaten behaald, maar de resultaten met perkplanten zijn tot op heden teleurstellend (Vogelezang et al., 1992). Een verklaring voor de wisselende resultaten met kouval zou kunnen zijn, dat de respons op een kortdurende temperatuurverlaging niet gerelateerd is aan de zonsopkomst maar aan 'einde-dag' (zonsondergang), zoals bij veel andere endogene ritmes. Onderzoeken waarin is geconstateerd dat een kouval zowel vóór als na zonsopkomst goede resultaten kan geven (Moe and Mortensen, 1992; Jacobsen and Amsen, 1992) ondersteunen deze hypothese.

Een eerste onderzoek naar het meest effectieve tijdstip van kouval op het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente heeft laten zien dat het effect van een (kortdurende) temperatuurverlaging varieert in een etmaal. De strekkingsgroei kon sterk gereduceerd worden door gedurende vier of acht uur een lage temperatuur aan te houden in de periode vanaf '16 uur na zonsondergang', terwijl in de periode vanaf '8 uur na zonsondergang' géén effect of juist extra strekkingsgroei werd gerealiseerd. Uit dit onderzoek is tevens gebleken dat (bij een aantal gewassen) het effect van kouval samenhangt met zonsondergang (Vogelezang en van Mourik, 1993).

In vervolgonderzoek is getracht méér inzicht te verkrijgen in de fysiologische achtergronden van DIF en kouval. Hiertoe is bekeken in hoeverre de (gehanteerde) belichtingsstrategieën van invloed zijn op de effecten van tijdelijke temperatuurverlaging (hoofdstuk 2). Voorts is in meer detail onderzoek verricht naar het wel of niet aanwezig zijn van een ritme in strekkingsgroei, met daaraan gekoppeld eventuele sturingsmogelijkheden door belichting (hoofdstuk 3). Tot slot wordt het geheel besproken in de discussie en worden conclusies getrokken over toepasbaarheid van dergelijke temperatuurstrategieën voor de praktijk (hoofdstuk 4).

2. INVLOED LANGEDAGBELICHTING OP EFFECTEN VAN DIF

In het eerste onderzoek naar het meest effectieve tijdstip van kouval (Vogelezang en Van Mourik, 1993) is standaard bijbelicht met lage intensiteit belichting (SL-lampen, $2,0 \pm 0,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) na een vaste donkerperiode van acht uur na zonsondergang. Alle temperatuurbehandelingen zijn uitgevoerd in combinatie met licht, ofwel tijdens SL-belichting in de nacht of tijdens daglicht in de behandelingen later op de dag. Deze belichtingsstrategie kan van invloed zijn geweest op de proefresultaten, doordat er mogelijk een interactie aanwezig is met lichtkwaliteit (rood/verrood-verhouding). Onderzoek met *Campanula isophylla* 'Bla' liet zien dat (continue) belichting gedurende de nacht met gloeilampen (rood/verrood-verhouding = 0,7) het effect van negatieve DIF teniet deed, terwijl belichting met TL (rood/verrood-verhouding = 4,2) het effect van negatieve DIF juist versterkte (Moe and Heins, 1990; Moe and Mortensen, 1992). Uit deze resultaten is geconcludeerd dat er een interactie bestaat tussen lichtkwaliteit en DIF, waarbij het fytochroom een rol speelt in het realiseren van het effect van DIF. Het fytochroom zou in 'actieve staat' 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 gibberelline(s) (Vogelezang, 1992).

Doel:

Onderzoek naar het effect van de belichtingsstrategie op het effect van een tijdelijke temperatuurverlaging (DIF) op strekkingsgroei.

2.1 PROEFOPZET

De proef heeft plaatsgevonden in de periode oktober 1993 tot mei 1994. In deze periode is de proef in dezelfde opzet tweemaal uitgevoerd:

Experiment 1:	week 42 - week 4
Experiment 2:	week 4 - week 16

De proef is uitgevoerd in 16 geconditioneerde klimaatkassen (ca. 16 m² bruto kas) op het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente in Aalsmeer (L101-L116). In deze kassen wordt de temperatuur door middel van geforceerde luchtkoeling/ luchtverwarming gereguleerd. Met behulp van een buitenscherm is de invloed van instraling op het klimaat verminderd door vanaf 300 W·m⁻² globale straling buiten te schermen.

De volgende proeffactoren zijn toegepast:

* drie temperatuurbehandelingen:

Controle:	constant 19°C
'DIF8':	8 uur lage temperatuur, 8 uur na zonsondergang (15/21°C)
'DIF16':	8 uur lage temperatuur, 16 uur na zonsondergang (15/21°C)

De temperatuurdaling tot 15°C is één uur voor het begintijdstip van de behandeling gestart.

* drie belichtingsstrategieën:

Voornacht: SL-belichting, startend na zonsondergang
Nanacht: SL-belichting, startend 8 uur na zonsondergang
Donker: Géén belichting (alleen bij de controle en DIF-16)

Er is bijbelicht tot een daglengte van 16 uur. De belichting in de behandeling 'Voornacht' is één uur voor zonsondergang gestart tot acht uur na zonsondergang. De behandeling 'Nanacht' is gerealiseerd door de belichting met SL-lampen acht uur na zonsondergang te starten tot maximaal twee uur na zonsopkomst. Het belichtingsniveau op planthoogte bedroeg $2,0 \pm 0,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

In figuur 1 zijn de temperatuurbehandelingen schematisch weergegeven in relatie tot de belichtingsstrategie (en zonsopkomst). Zowel de temperatuurbehandeling als de belichtingsstrategie zijn in relatie tot zonsondergang gegeven, waardoor 'DIF8' in beide experimenten ofwel geheel in SL-licht ('Nanacht') ofwel geheel in het donker viel ('Voornacht'). In het eerste experiment viel de zonsopkomst $13\frac{1}{2}$ -16 uur na zonsondergang, wat betekent dat bij 'DIF16' praktisch de gehele daglichtperiode een lage temperatuur werd gerealiseerd (= een gangbare DIF). In het tweede experiment viel de zonsopkomst $15\frac{1}{2}$ -10 uur na zonsondergang, waardoor bij 'DIF16' slechts gedeeltelijk een lage dagtemperatuur is gerealiseerd.

Het kascomplex is vanwege plaatseffecten in twee blokken van acht kassen opgedeeld, te weten links en rechts van de tussencorridor. Alle acht combinaties van temperatuur- en belichtingsstrategieën komen in beide blokken voor (duplo). De belichtingsstrategieën 'Voornacht' en 'Nanacht' zijn telkens in de drie uiterste kasafdelingen uitgevoerd, waarbij de twee middelste kasafdelingen zijn gebruikt voor de donkerbehandelingen. Door middel van afscherming met verticale schermen en een horizontaal energiescherm kon buurmanlicht tussen kasafdelingen beperkt worden tot een niveau beneden $0,01 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

De proef is uitgevoerd met de volgende gewassen:

Begonia 'Rosanne'
Fuchsia 'Dollar Princess'
Impatiens Nieuw-Guinea 'Thecla'
Salvia splendens 'Flamex'

2.2 TEELTMETHODE

De teelt heeft plaatsgevonden in stenen betonbakken met op de bodem een bevoeiingsmat met druppelaars. Bij alle gewassen is uitgegaan van beworteld materiaal, dat in losse potten is verder geteeld. Materiaal voor de proefveldjes is geselecteerd op grootte. 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 m^3 grond. Bij iedere watergift is bijbemest met een voedingsoplossing volgens onderstaand ionenbalans:

Macro-elementen (mmol.l^{-1})							Spore-elementen ($\mu\text{mol.l}^{-1}$)					
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.

2.3 WAARNEMINGEN

Klimaat:

In alle kasafdelingen is boven één van de teeltbedden vlak boven het gewas een meetbox geplaatst met een droge-bolmeting voor de temperatuur (pT-100 element) en een capacitatieve vochtmeting voor de relatieve luchtvochtigheid. Metingen zijn iedere minuut uitgevoerd, opslag heeft ieder uur plaatsgevonden op een datalogger.

Gewas:

Gedurende de teeltperiode zijn telkens éénmaal tussentijds waarnemingen verricht aan de strekkingsgroei. Bij de eindwaarnemingen is naast de strekkingsgroei gekeken naar de ontwikkelingssnelheid van het gewas en de gerealiseerde groei.

Waarnemingen strekkingsgroei:

- planthoogte (vanaf potrand tot bladhoogte)
- plantlengte (vanaf onderste tot bovenste internodium)
- gemiddelde internodiënlengteⁿ (= plantlengte/aantal internodiën)

Waarnemingen ontwikkelingssnelheid:

- aantal internodiën
- bloeipercentage bij de eindbeoordeling
- teeltduur tot 50% bloei
- aantal zijscheuten

Waarnemingen groei:

- versgewicht
- drooggewicht
- drogestofpercentage.

Doordat de proef niet geheel factorieel is opgezet, bij de donkerbehandeling ontbreekt de temperatuurbehandeling 'DIF8', zijn de resultaten geanalyseerd door middel van variantie-analyse op contrasten. Hierbij worden telkens groepen van behandelingen tegen elkaar getoetst. In deze proef waren dat de contrasten:

- controle <-> 'DIF8'
- controle <-> 'DIF16'
- 'DIF8' <-> 'DIF16'
- donker <-> voornacht
- donker <-> nanacht
- voornacht <-> nanacht.

2.4 RESULTATEN

2.4.1 Klimaat

Tijdens het eerste experiment is het klimaat in alle afdelingen goed gerealiseerd (tabel 1). De temperatuurverlaging naar 15°C werd niet helemaal gehaald, maar lag iets daarboven (15,3 - 15,8°C). De spreiding in etmaaltemperatuur van de verschillende behandelingen lag binnen 0,3°C (18,8 - 19,1°C).

Tabel 1 - Gerealiseerde temperatuur gedurende de 8-urige temperatuurverlaging en de gemiddelde etmaaltemperatuur (°C)

Behandeling	Temperatuurverlaging	Etmaaltemp	Temperatuurverlaging	Etmaaltemp
	Experiment 1		Experiment 2	
Voornacht-Controle		19.1		18.8
Voornacht-'DIF8'	20.7 -> 15.8	19.1	20.4 -> 15.9	18.9
Voornacht-'DIF16'	20.9 -> 15.5	19.1	20.9 -> 16.8	19.4
Nanacht-Controle		19.0		19.1
Nanacht-'DIF8'	20.6 -> 15.3	18.8	20.7 -> 16.2	19.1
Nanacht-'DIF16'	20.9 -> 15.5	19.1	20.6 -> 16.9	19.3
Donker-Controle		18.9		19.3
Donker-'DIF16'	20.7 -> 15.6	19.0	20.1 -> 16.4	18.9

15,9 en 16,9°C. De spreiding in etmaaltemperatuur tussen de verschillende behandelingen was ook iets groter (18,8 - 19,4°C).

De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid bedroeg 68% voor het eerste experiment en 67% voor het tweede experiment. De verhoging in relatieve luchtvochtigheid tijdens de 8-urige temperatuurverlaging was 5 tot 10%.

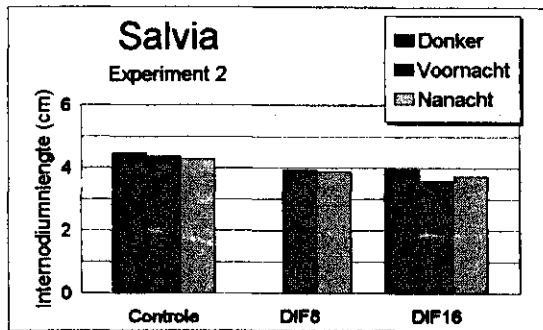
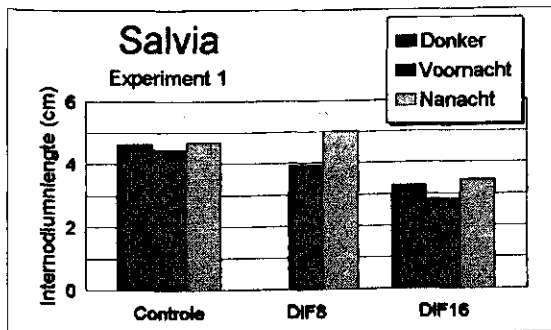
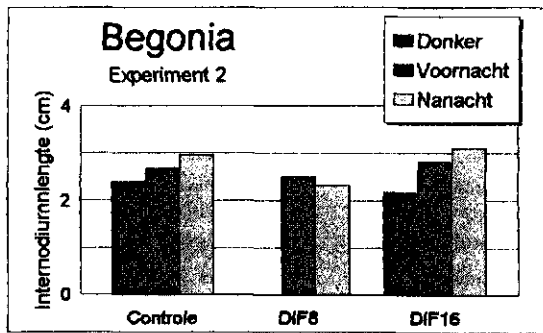
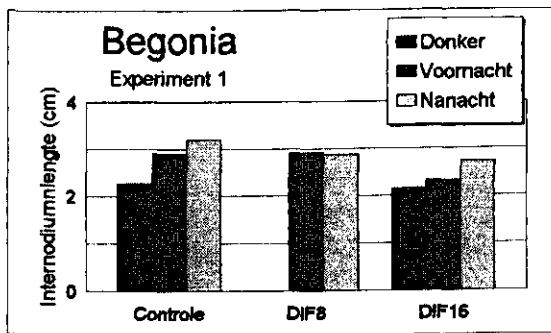
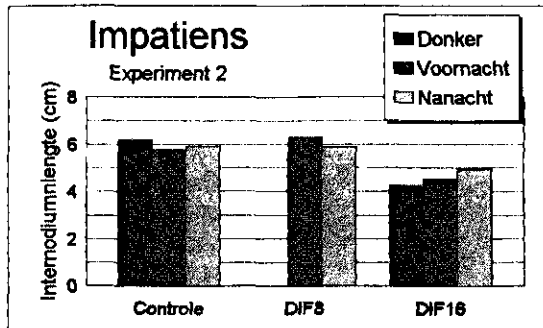
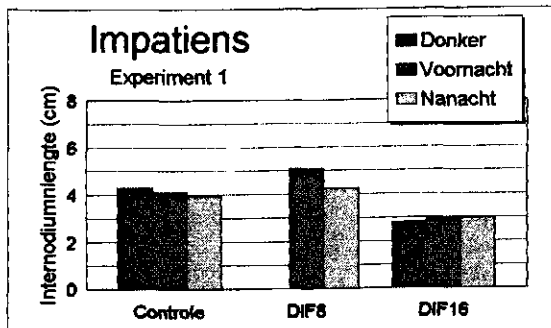
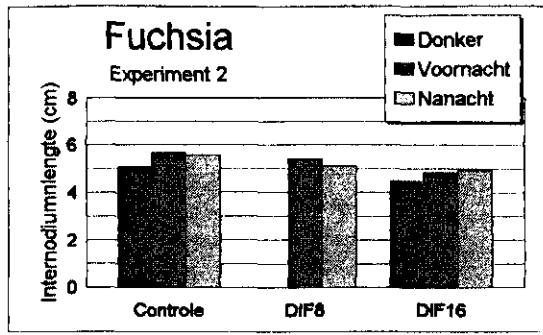
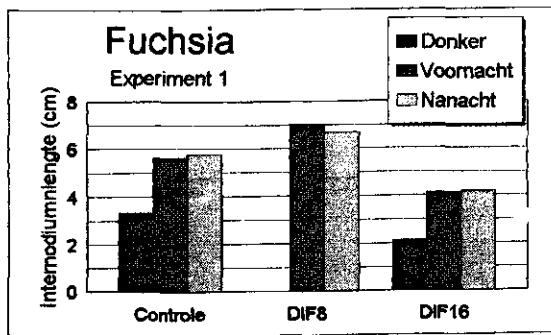
2.4.2 Strekkingsgroei

In figuur 2 is het effect van de belichting- en temperatuurbehandelingen weergegeven op de internodiumlengte voor alle vier onderzochte gewassen. De resultaten van de statistische analyses worden weergegeven in de tabellen 2 en 3.

Bij Fuchsia en Begonia is duidelijk het effect zichtbaar, dat onder kortedag-omstandigheden (in de donkerbehandeling) een sterke groeireductie ontstaat. Bij Fuchsia, een langedag-plant, geeft korte dag vertraagde groei en uitstel van de bloemaanleg. Bij Begonia, een kortedag-plant, is juist een snellere bloei gerealiseerd onder kortedag ten koste van vegetatieve groei (bijlage 3).

In het eerste experiment heeft een temperatuurverlaging tijdens de tweede helft van de nacht ('DIF8') bij Fuchsia en Impatiens extra strekkingsgroei veroorzaakt, ongeacht of er tegelijkertijd wel of niet bijbelicht werd. Bij Begonia en Salvia heeft 'DIF8' géén effect op strekkingsgroei veroorzaakt. Een temperatuurverlaging gedurende de daglichtperiode ('DIF16') heeft bij alle gewassen een reductie van de strekkingsgroei gegeven. Bij Begonia en Salvia lijkt het effect samen te hangen met de belichtingsstrategie (significant contrast voornacht <-> nanacht, tabel 2).

In het tweede experiment is - in tegenstelling tot het eerste experiment - bij Fuchsia een (gering) reducerend effect gevonden bij de 'DIF8'-behandeling, bij Impatiens is géén



Figuur 2 - Effect van belichting- en temperatuurbehandelingen op de internodiumlengte van Fuchsia, Impatiens, Begonia en Salvia

Tabel 2 - EXPERIMENT 1. Effect van belichting- en temperatuurbehandelingen op plantlengte (Lt., in cm) en gemiddelde internodiumlengte (Int., in cm) van Fuchsia, Impatiens, Begonia en Salvia. Statische toets op contrasten tussen behandelingen. Indien behandelingenverschillen groter zijn dan de LSD-waarde verschillen ze betrouwbaar van elkaar.

Belichting	Temp.	Fuchsia (n=20)		Impatiens (n=15)		Begonia (n=20)		Salvia (n=15)	
		Lt.	Int.	Lt.	Int.	Lt.	Int.	Lt.	Int.
Donker	Controle	19.7	3.32	15.2	4.30	9.7	2.27	36.8	4.63
	'DIF8'								
	'DIF16'	12.8	2.14	10.8	2.82	10.9	2.16	24.0	3.27
Voornacht	Controle	32.7	5.64	15.7	4.12	17.8	2.90	29.2	4.46
	'DIF8'	38.3	7.01	20.0	5.09	17.3	2.92	30.7	3.95
	'DIF16'	24.4	4.14	11.0	3.00	14.0	2.32	19.8	2.82
Nanacht	Controle	31.3	5.76	14.6	3.94	19.2	3.20	33.0	4.67
	'DIF8'	35.4	6.70	16.9	4.25	16.9	2.87	36.0	5.03
	'DIF16'	23.4	4.19	11.2	2.98	16.4	2.72	26.6	3.44
LSD		4.9	0.42	2.9	0.85	4.7	0.37	4.4	0.40
Contrasten:									
Controle vs 'DIF8'		*	***	**	*	ns	ns	ns	ns
Controle vs 'DIF16'		***	***	***	***	ns	**	***	***
'DIF8' vs 'DIF16'		***	***	***	***	ns	*	***	***
Donker vs Voornacht		***	***	ns	ns	**	**	**	*
Donker vs Nanacht		***	***	ns	ns	***	***	ns	ns
Voornacht vs Nanacht		ns	ns	ns	ns	ns	*	**	***

Legenda: * = $p < 0.05$;
 ** = $p < 0.01$;
 *** = $p < 0.001$;
 ns = niet significant.

Tabel 3 -

EXPERIMENT 2. Effect van belichting- en temperatuurbehandelingen op plantlengte (Lt. , in cm) en internodiumlengte (Int., in cm) van Fuchsia, Impatiens, Begonia en Salvia. Statische toets op contrasten tussen behandelingen. Indien behandelingenverschillen groter zijn dan de LSD-waarde verschillen ze betrouwbaar van elkaar.

Belichting	Temp.	Fuchsia (n=20)		Impatiens (n=15)		Begonia (n=20)		Salvia (n=15)	
		Lt.	Int.	Lt.	Int.	Lt.	Int.	Lt.	Int.
Donker	Controle	56.2	5.10	22.6	6.19	14.1	2.39	39.4	4.46
	'DIF8'								
	'DIF16'	45.3	4.49	17.3	4.29	11.8	2.18	32.3	3.95
Voornacht	Controle	53.0	5.69	19.8	5.76	18.2	2.67	35.9	4.37
	'DIF8'	51.0	5.41	22.7	6.29	16.7	2.50	35.3	3.94
	'DIF16'	44.9	4.86	18.3	4.55	18.1	2.82	30.2	3.58
Nanacht	Controle	54.0	5.57	23.7	5.91	20.6	2.96	35.2	4.28
	'DIF8'	47.6	5.11	23.6	5.88	15.5	2.33	31.6	3.88
	'DIF16'	47.5	4.95	18.2	4.97	21.6	3.11	31.2	3.74
LSD		2.7	0.31	4.7	1.06	2.5	0.38	3.9	0.36
Contrasten:									
Controle vs 'DIF8'		***	***	ns	ns	**	**	ns	**
Controle vs 'DIF16'		***	***	**	***	ns	ns	***	***
'DIF8' vs 'DIF16'		**	**	*	***	**	**	*	*
Donker vs Voornacht		ns	***	ns	ns	***	**	*	ns
Donker vs Nanacht		ns	***	ns	ns	***	***	*	ns
Voornacht vs Nanacht		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

Legenda: * = $p < 0.05$;
 ** = $p < 0.01$;
 *** = $p < 0.001$;
 ns = niet significant.

In het tweede experiment is - in tegenstelling tot het eerste experiment - bij Fuchsia een (gering) reducerend effect gevonden bij de 'DIF8'-behandeling, bij Impatiens is géén effect van 'DIF8' geconstateerd. Ook bij Begonia en Salvia is in dit experiment een (gering) reducerend effect gevonden bij de 'DIF8'-behandeling. Opvallend is dat in de tussentijdse beoordelingen halverwege het tweede experiment nog géén betrouwbare reducties van de lengtegroei zijn geconstateerd bij de 'DIF8'-behandeling (data niet weergegeven). Het effect wordt kennelijk pas in de tweede helft van het experiment geïnduceerd. Dit is juist de periode waarin de temperatuurverlaging meer dan de helft van de tijd overdag plaatsvindt (4½ tot 6 uur van de 8-urige temperatuurverlaging). De temperatuurverlaging bij de 'DIF16'-behandeling heeft - overeenkomstig het eerste experiment - bij vrijwel alle gewassen een reductie van de strekkingsgroei gegeven, alleen bij Begonia lijkt er een samenhang te bestaan met de belichtingsstrategie (signifcant contrast voornacht <-> nanacht, tabel 3). Het effect van de 'DIF16'-behandeling is echter minder sterk geweest dan in het eerste experiment.

2.4.3 Overige gewasreacties

Bij Impatiens, Begonia en Salvia is in beide experimenten een veilbaar, bloeiend produkt gerealiseerd. Het aantal veilbare planten is 2x per week geregistreerd, waaruit een gemiddelde teeltduur is afgeleid (50% veilirijp). De belichting- en temperatuurbehandelingen hebben géén effect gehad op bloeisnelheid van Impatiens (bijlage 2). Bij Begonia heeft alleen de donkerbehandeling geleid tot een duidelijk merkbare teeltversnelling van circa twee weken, hetgeen een algehele groeireductie tot gevolg heeft gehad (bijlage 3). Bij Salvia heeft belichten in de nanacht een duidelijke teeltversnelling gegeven in het eerste experiment, dit effect is echter niet bevestigd in het tweede experiment (bijlage 4).

De belichting- en temperatuurbehandelingen hebben nagenoeg géén invloed gehad op de ontwikkelingssnelheid, uitgedrukt in aantal internodiën, en de groei van de onderzochte gewassen. Alleen bij Salvia hebben de 'DIF8'- en 'DIF16'-behandelingen een merkbaar negatief effect gehad op vers- en drooggewicht. De donkerbehandeling heeft bij Fuchsia en Begonia tot een afwijkende bloeirespons geleid, waardoor bij Begonia ook een andere plantopbouw is gerealiseerd (snelle overgang van vegetatief naar generatief, waardoor weinig zijscheuten zijn gevormd).

3. EFFECTIEVE PERIODE VAN KOUVAL BINNEN EEN ETMAAL

Uit voorgaande proeven is gebleken dat het effect van een (kortdurende) temperatuurverlaging op strekkingsgroei varieert in een etmaal. De strekkingsgroei kon sterk gereduceerd worden door gedurende vier of acht uur een lage temperatuur aan te houden in de periode vanaf 16 uur na zonsondergang. In de periode vanaf 8 uur na zonsondergang werd géén effect gevonden op strekkingsgroei, of werd juist extra strekking gerealiseerd (ten opzichte van de controle). Deze resultaten, en ook bevindingen in ander onderzoek (Moe and Mortensen, 1992; Bertram and Karlsen, 1995; Grindal and Moe, 1995) duiden erop dat effecten van kouval mogelijk berusten op (veranderingen in) circadiane ritmes in strekkingsgroei, met daarmee samenhangend gevoelige en minder gevoelige periodes voor kouvalbehandelingen.

Voor de toepassing van kouval is het van belang vast te stellen of een (eventueel) ritme in strekkingsgroei gerelateerd is aan zonsondergang (nulpunt biologische klok), hoe dit ritme op te schuiven is (fase-verschuiving) en of dit ritme overeenkomsten vertoont met andere bekende ritmes. Inzicht hierin geeft mogelijkheden om kouval toe te passen in periodes van het etmaal dat een dergelijke temperatuurverlaging te realiseren is. De aanwezigheid van een ritme in strekkingsgroei is onderzocht door het etmaal in zes 4-urige periodes van kouval te verdelen, waarbij de donkerperiode start ofwel vanaf zonsondergang ofwel na een bijbelichtingsperiode van vier uur na zonsondergang. Indien een ritmische gevoeligheid voor het effect van kouval op strekkingsgroei wordt gelijkgezet door 'zonsondergang' (End-Of-Day signaal), moet dit leiden tot een verschuiving van vier uur in de strekkingsrespons op kouval.

Doel:

Onderzoek naar het effect en de stuurbaarheid van kouval als alternatieve groei-regulator.

3.1 PROEFOPZET

Een eerste, oriënterende proef is uitgevoerd in de zomer van 1994 vanaf week 20 tot week 33. In deze proef zijn vier temperatuurbehandelingen (4-urige kouval 12, 16 en 20 uur na zonsondergang en een controle) gecombineerd met twee belichtings-behandelingen bij twee gewassen (Fuchsia 'Dollar Princess' en Impatiens Nieuw-Guinea 'Thecla'). In deze proef zijn echter slechts geringe effecten van kouval op strekkingsgroei gevonden - ondanks een goede klimaatrealisatie in de geconditioneerde kassen -, waardoor een eventuele interactie met de belichtingsstrategie ook moeilijk aantoonbaar is (data niet weergegeven).

De proef is in een iets uitgebreidere opzet herhaald in de periode van oktober 1994 tot mei 1995. In deze periode zijn vier korte experimenten van zes à zeven weken uitgevoerd:

Experiment 1:	week 39 - week 47
Experiment 2:	week 48 - week 3
Experiment 3:	week 4 - week 11
Experiment 4:	week 12 - week 20

De proef is uitgevoerd in 16 geconditioneerde klimaatkassen (ca. 16 m² bruto kas) op het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente in Aalsmeer (L101-L116). In deze kassen wordt de temperatuur door middel van geforceerde luchtkoeling/ luchtverwarming gereguleerd. Met behulp van een buitenscherm is de invloed van instraling op het klimaat verminderd door vanaf 100 W.m⁻² globale straling buiten te schermen.

De volgende proeffactoren zijn toegepast:

* acht temperatuurbehandelingen:

1. Controle: constant 19°C;
2. Kouval0: 4 uur lage temperatuur, direct na zonsondergang (14°/20°C);
3. Kouval4: 4 uur lage temperatuur, 4 uur na zonsondergang (14°/20°C);
4. Kouval8: 4 uur lage temperatuur, 8 uur na zonsondergang (14°/20°C);
5. Kouval12: 4 uur lage temperatuur, 12 uur na zonsondergang (14°/20°C);
6. Kouval16: 4 uur lage temperatuur, 16 uur na zonsondergang (14°/20°C);
7. Kouval20: 4 uur lage temperatuur, 20 uur na zonsondergang (14°/20°C);
8. DIF:
Exp. 1: 12 uur lage, 12 uur hoge temperatuur (16°/22°C);
Exp. 2: 8 uur lage, 16 uur hoge temperatuur (15°/21°C);
Exp. 3: 12 uur lage, 12 uur hoge temperatuur (16°/22°C);
Exp. 4: 16 uur lage, 8 uur hoge temperatuur (17°/23°C).

De temperatuurdaling is één uur voor het begintijdstip van de behandelingen gestart. De DIF-behandeling is afgestemd op de natuurlijke dag- en nachtlengte gedurende de experimenten (zie tabel 4). Bij alle temperatuurbehandelingen is gestreefd naar een etmaaltemperatuur van 19°C.

* twee belichtingsstrategieën, waarbij de donkerperiode start na:

- natuurlijke zonsondergang, en ter compensatie voor daglengte-effecten vier uur bijbelicht wordt met SL-lampen vóór zonsopkomst ('zonsonder' / 'voornacht');
- 4 uur bijbelichting met SL-lampen vanaf zonsondergang ('zonsonder + 4' / 'nanacht').

De belichting in de behandeling 'zonsonder' is vier uur voor zonsopkomst gestart tot één uur na zonsopkomst. De belichting in de behandeling 'zonsonder + 4' is gestart één uur voor zonsondergang tot vier uur na zonsondergang. Het belichtingsniveau op planthoogte bedroeg $2,0 \pm 0,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Als gevolg van de gehanteerde belichtingsstrategieën heeft de daglengte gevarieerd in de vier experimenten (tabel 4). In het eerste experiment is een afnemende daglengte gerealiseerd van 16 uur bij de start tot 12½ uur aan het einde van het experiment. In het tweede experiment heeft de daglengte de gehele periode rond de 12 uur gelegen. In het derde en vierde experiment is een toenemende daglengte gerealiseerd naar respectievelijk 15½ en 19½ uur.

Het kascomplex is vanwege plaatseffecten in twee blokken van acht kassen opgedeeld, te weten links en rechts van de tussencorridor. De belichtingsstrategie is per experiment verloot over beide blokken van acht kassen. Door middel van afscherming met een verticaal scherm kon buurmanlicht tussen kasafdelingen voorkomen worden.

Tabel 4 - Verloop van natuurlijke daglengte en totale daglengte inclusief de belichtingsperiode aan het begin en aan het eind van ieder experiment.

Experiment	Weeknummer	Natuurlijke daglengte (uur.min)	Uren belichting	Totale daglengte (uur.min)
1 : start	39	12.00	4.0	16.00
eind	47	8.30	4.0	12.30
2 : start	48	8.15	4.0	12.15
eind	3	8.20	4.0	12.20
3 : start	4	8.35	4.0	12.35
eind	11	11.35	4.0	15.35
4 : start	12	12.10	4.0	16.10
eind	20	15.40	4.0	19.40

De proef is uitgevoerd met de volgende gewassen:

Begonia 'Rosanne'
 Fuchsia 'Dollar Princess'
 Impatiens Nieuw-Guinea 'Marpesia'
 Poinsettia 'Red Sails'

3.2 TEELTMETHODE

De teelt heeft plaatsgevonden in betonbakken met op de bodem een bevoeiingsmat met druppelaars. Bij alle gewassen is uitgegaan van beworteld materiaal, dat in losse potten is verder geteeld. Materiaal voor de proefveldjes is geselecteerd op grootte. 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.

3.3 WAARNEMINGEN

Klimaat:

In alle kasafdelingen is boven één van de teeltbedden vlak boven het gewas een meetbox geplaatst met een droge-bolmeting voor de temperatuur (pT-100 element) en een capacitatieve vochtmeting voor de relatieve luchtvochtigheid. Tevens is in vier kasafdelingen de fotosynthetisch hoeveelheid straling gemeten (PAR, 400-700 nm).

Metingen zijn iedere minuut uitgevoerd, opslag heeft ieder uur plaatsgevonden op een datalogger.

Gewas:

Bij de eindwaarnemingen is naast de strekkingsgroei gekeken naar de ontwikkelingsnelheid van het gewas en de gerealiseerde groei.

Waarnemingen strekkingsgroei:

- planthoogte (vanaf potrand tot bladhoogte)
- plantlengte (vanaf onderste tot bovenste internodium)
- gemiddelde internodiuumlengte (=plantlengte/aantal internodiën)

Waarnemingen ontwikkelingssnelheid:

- aantal internodiën
- bloeipercantage bij de eindbeoordeling

Waarnemingen groei:

- versgewicht

Tijdens het tweede en derde experiment zijn wekelijks aan 2 x 5 planten waarnemingen verricht aan de internodiuumlengte van afzonderlijke internodiën in de behandelingen 'controle', 'kouval16' en 'DIF'.

De resultaten van de eindwaarnemingen zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse, waarbij de experimenten herhalingen zijn in de tijd.

3.4 RESULTATEN

3.4.1 Klimaat

De gerealiseerde temperaturen tijdens de kouvalperioden en de etmaalgemiddelden staan weergegeven in tabel 5. Tijdens het eerste experiment is de spreiding in gemiddelde etmaaltemperatuur gering geweest (18,8 - 19,0°C). De temperatuur-verlaging naar 14°C werd niet gehaald, maar lag 0,7 - 1,9°C daarboven. Bij de DIF-behandeling lag de dagtemperatuur 0,4°C boven het setpoint van 16°C.

Ook in het tweede experiment is de temperatuurverlaging naar 14°C niet gehaald in de kouvalbehandelingen, maar lag bij de meeste behandelingen rond de 15°C. Bij de DIF-behandeling lag de dagtemperatuur 0,3°C boven het setpoint. De gemiddelde etmaaltemperatuur varieerde tussen de 18,6 en 19,0°C.

In het derde experiment, maar vooral in het vierde experiment, werd overdag de invloed van instraling merkbaar op de temperatuurrealisatie, ondanks het feit dat het buitenscherm al bij 100 W.m⁻² globale straling dichtliep. Hierdoor zijn de gerealiseerde temperaturen van de behandelingen Kouval16 en Kouval20 beduidend hoger geweest dan de overige kouvalbehandelingen. In het vierde experiment is de spreiding in gemiddelde etmaaltemperatuur daardoor ook hoger geweest dan in de overige experimenten (maximaal verschil 0,9°C). De DIF-behandeling is daarentegen ook in het derde en

Tabel 5 - Gerealiseerde temperatuur (°C) gedurende de vier-urige temperatuur-verlaging (kouval) of de dagtemperatuur (DIF), en de gemiddelde etmaaltertemperatuur

Behandeling	Experiment 1		Experiment 2		Experiment 3		Experiment 4	
	Kouval	Etmaal	Kouval	Etmaal	Kouval	Etmaal	Kouval	Etmaal
Controle		19.0		18.7		19.1		18.9
Kouval0	14.7	18.9	14.9	18.9	15.0	18.7	14.8	18.8
Kouval4	15.5	19.0	15.0	19.0	14.5	18.7	14.3	18.4
Kouval8	15.4	19.0	14.8	18.9	15.3	18.9	14.1	18.3
Kouval12	14.8	18.9	14.2	18.7	14.9	19.2	15.4	18.7
Kouval16	15.9	19.0	15.0	18.9	15.6	18.7	16.6	19.2
Kouval20	15.9	19.0	15.2	19.0	15.4	18.7	15.9	18.7
DIF	16.4	18.8	15.3	18.6	16.2	18.8	17.0	18.4

vierde experiment goed gerealiseerd.

De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid varieerde in de experimenten tussen 65 en 80%.

De hoeveelheid straling in de kas varieerde tussen de experimenten (tabel 6). Daarbij is de seizoensvariatie enigszins afgevlakt doordat het buitenscherm bij een globale straling buiten de kas van 100 W.m⁻² dichtliep.

Tabel 6 - Gemiddeld gerealiseerd stralingsniveau en stralingssom in de kas (PAR, 400-700 nm)

	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Experiment 4
Gem. stralingsniveau ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	42.7	39.3	51.1	56.4
Gem. stralingssom ($\text{mol.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$)	1.4	1.0	1.8	2.8

3.4.2 Streckingsgroei

De gegevens van de vier experimenten zijn in één analyse verwerkt, waarbij getoetst is op hoofdeffecten van temperatuur en belichtingsstrategie, en de interactie tussen beiden (bijlage 5). Bij zowel Impatiens als poinsettia betreft het gegevens van drie experimenten, vanwege leverantieproblemen met het uitgangsmateriaal bij één levering.

In tabel 7 is een overzicht gegeven van het effect van de temperatuurbehandelingen op de internodiumlengte.

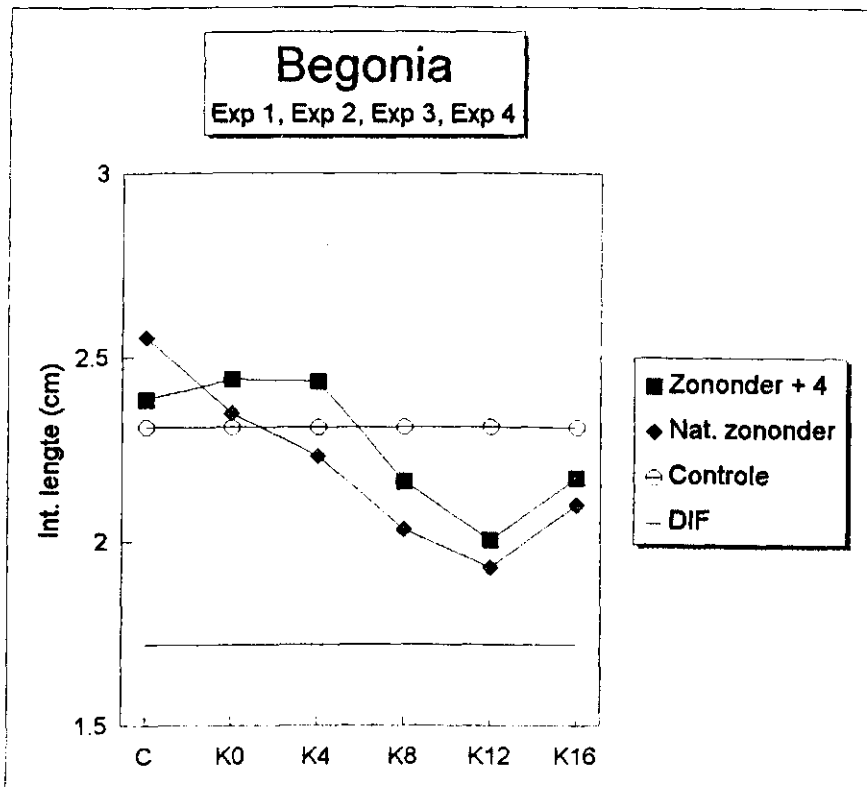
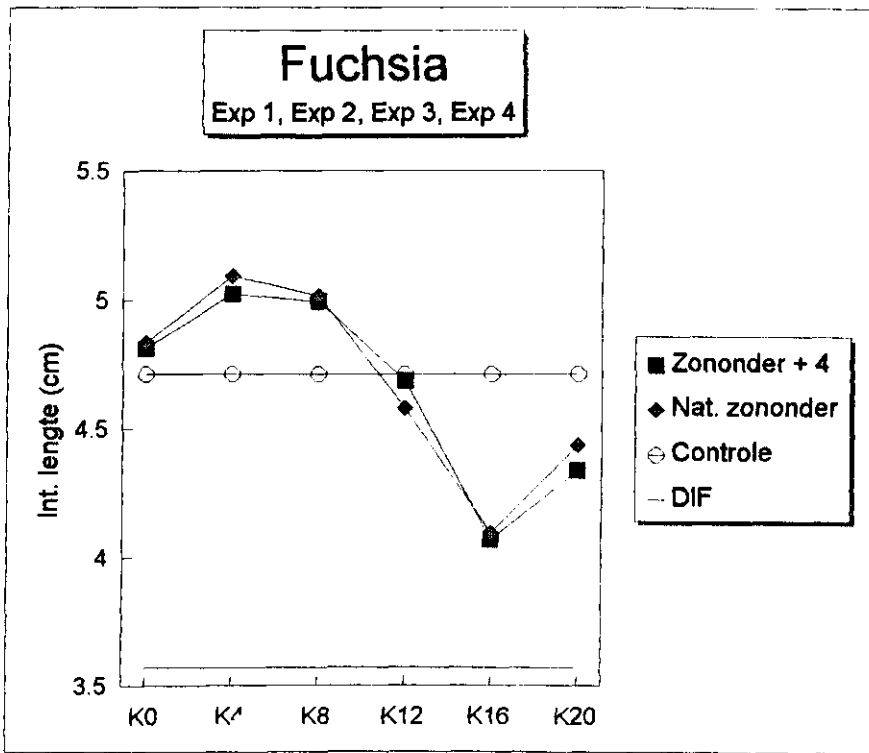
Tabel 7 - Effect van tijdstip van kouval op de internodiumlengte (in cm). Verschillende letters betekent een significant verschil bij 5% onbetrouwbaarheid.

	Fuchsia Exp 1, 2, 3, 4	Impatiens Exp 2, 3, 4	Begonia Exp 1, 2, 3, 4	Poinsettia Exp 1, 3, 4
Controle	4.71 (cd)	3.12 (cd)	2.31 (de)	1.18 (d)
Kouval ⁰	4.82 (cde)	3.13 (cd)	2.47 (e)	1.13 (bcd)
Kouval4	5.06 (e)	3.28 (d)	2.39 (e)	1.07 (abc)
Kouval8	5.01 (de)	3.20 (cd)	2.33 (e)	1.04 (ab)
Kouval12	4.63 (c)	3.15 (cd)	2.10 (bc)	1.06 (abc)
Kouval16	4.08 (b)	2.79 (b)	1.97 (b)	1.06 (abc)
Kouval20	4.39 (bc)	2.96 (bc)	2.14 (bcd)	1.15 (cd)
DIF	3.57 (a)	2.42 (a)	1.72 (a)	0.96 (a)

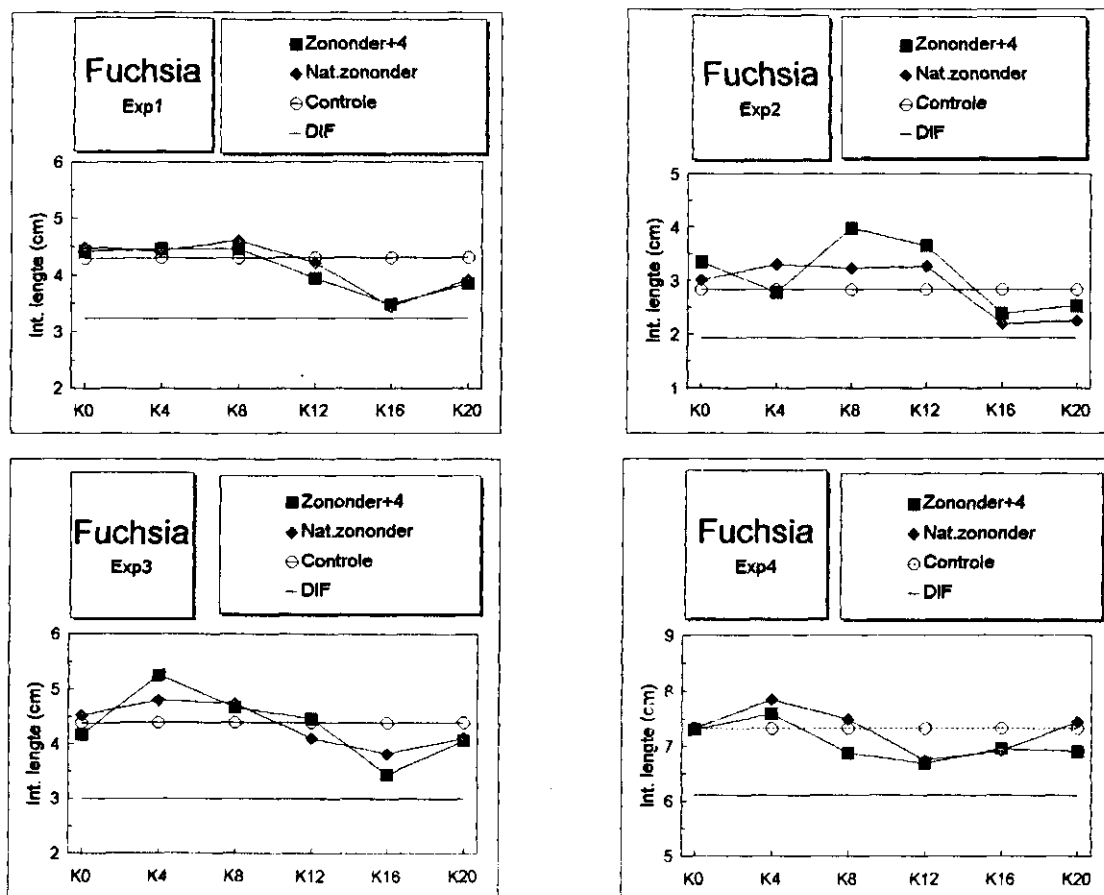
Bij alle gewassen heeft negatieve DIF geresulteerd in de geringste internodiumlengte. Alleen bij poinsettia heeft kouval een vergelijkbaar effect gehad op strekkingsgroei (géén significant verschil met DIF). Bij Begonia benadert kouval het effect van negatieve DIF op strekkingsgroei (5% minder reductie ten opzicht van DIF). Bij Fuchsia en Impatiens heeft negatieve DIF een aanmerkelijk sterker reducerend vermogen dan kouval (13% extra ten opzicht van Kouval16).

Gelet op de effecten van temperatuur op de afzonderlijke gewassen valt op dat ten opzichte van de controle bij Fuchsia en Impatiens alléén overdag strekkingsreductie optreedt (tabel 5, Kouval16 en Kouval20). Dit stemt overeen met de bevindingen in het voorgaande experiment, waar een reducerend effect van een temperatuurverlaging vanaf 16 uur na zonsondergang ('DIF16') pas optrad indien méér dan de helft overdag plaatsvond (hoofdstuk 2). Dit wijst op een fysiologische samenhang met het daglicht (de klassieke DIF-respons). Bij deze gewassen heeft het vier uur verlengen van de dag met stuurlicht géén significante verschuiving gegeven van het effect van kouval op strekkingsgroei (figuur 3), hetgeen in alle vier de experimenten naar voren kwam (figuur 4).

Bij Begonia en poinsettia daarentegen is gebleken dat het reducerend effect van kouval niet beperkt blijft tot de daglichtperiode, maar ook in andere periodes aanwezig is (tabel 3.4). Deze reactie lijkt een andere fysiologische grondslag te hebben dan de klassieke DIF-respons. Een interactie met de belichtingsstrategie lijkt aanwezig te zijn, maar deze is moeilijk te ontwarren van de strekkingsreductie die overdag plaatsvindt onder invloed van de klassieke DIF-respons. In de periode na zonsondergang wordt extra strekkingsgroei gerealiseerd door toepassing van kouval, hetgeen verschoven lijkt te kunnen worden indien de daglichtperiode kunstmatig verlengd wordt met belichting (figuur 3). Bij poinsettia heeft kouval gedurende een groot gedeelte van het etmaal strekkingsreductie tot gevolg (Kouval4 t/m Kouval16, tabel 7). De resultaten van de afzonderlijke experimenten waren wisselend, waarbij belichting in de nanacht de strekkingsgroei enigszins bevorderde (bijlage 5).



Figuur 3 - Effect van belichtingsstrategie op de temperatuur geïnduceerde strekkingsrespons bij Fuchsia en Begonia



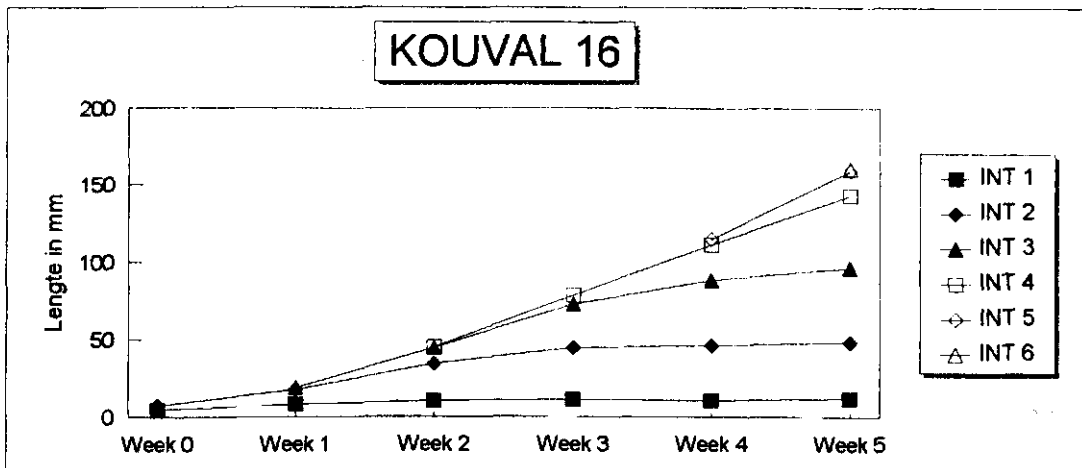
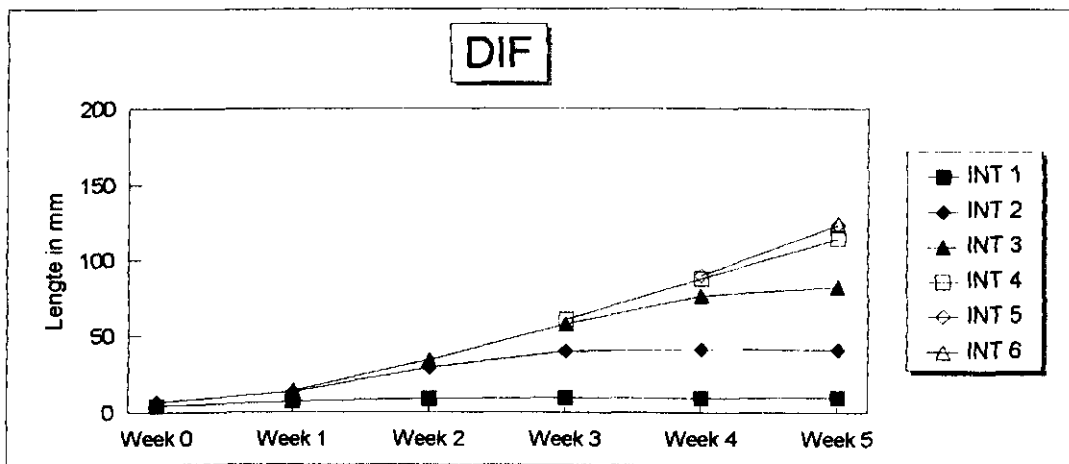
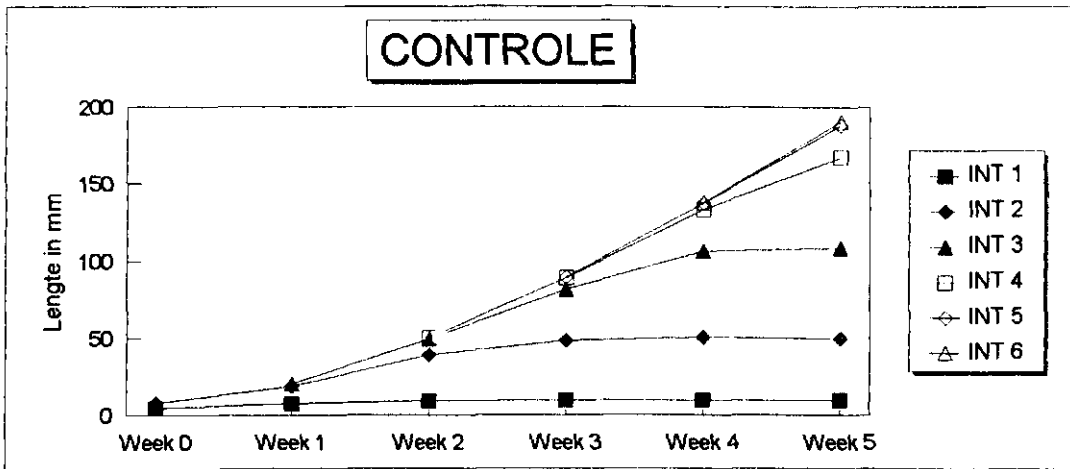
Figuur 4 - Effect van belichtingsstrategie op de temperatuur geïnduceerde strekkingsrespons bij Fuchsia voor de vierzonderlijke experimenten

Strekkinggroei afzonderlijke internodiën

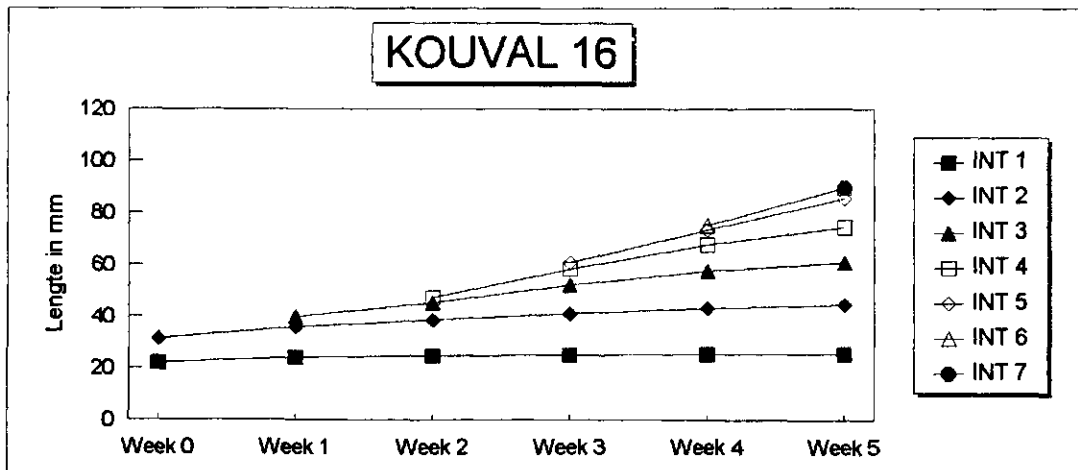
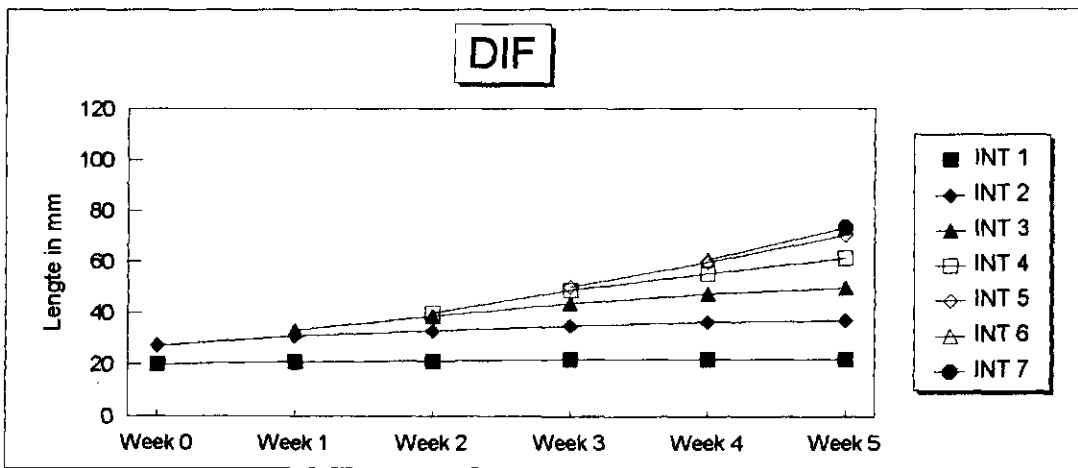
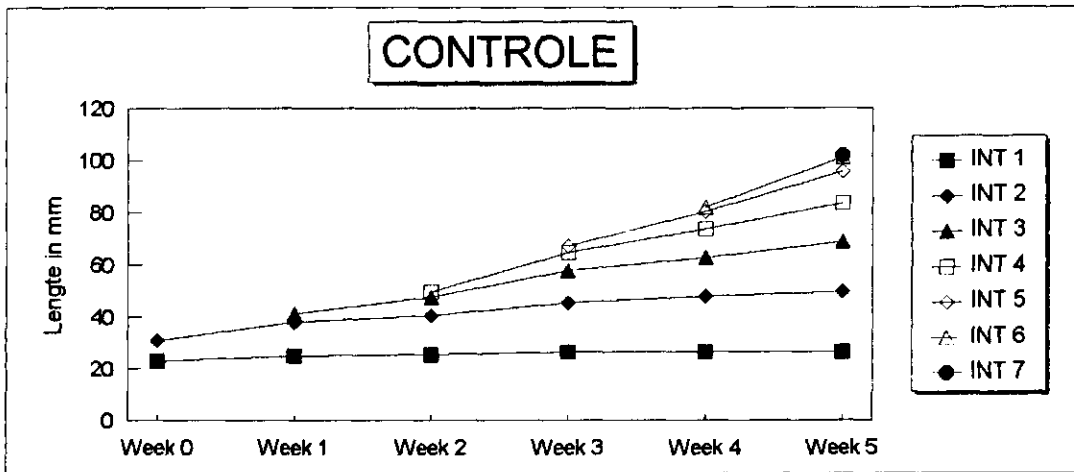
In de figuren 5, 6 en 7 is de strekkinggroei van de afzonderlijke internodiën weergegeven voor Fuchsia, Begonia en poinsettia. Het wekelijks oppakken en doormeten van Impatiens had een duidelijk zichtbaar reducerend effect op de strekkinggroei van de geselecteerde meetplanten (binnen het gehele proefveld), waardoor gestopt moest worden met deze metingen voor dit gewas.

Bij de start van de proef is het plantmateriaal van Fuchsia getopt op twee bladparen. Na twee weken is gestart met de metingen van de afzonderlijke internodiën van de langste scheut van iedere meetplant. De strekking van ieder internodium neemt ongeveer vier weken in beslag. Opvallend is de geringe lengtetoeename van het eerste internodium, circa 1 cm bij alle temperatuurbehandelingen. Tot internodium 4 wordt telkens een hogere maximale lengte bereikt. DIF en kouval hadden op elk internodium een reducerend effect. De daarop volgende internodiën waren aan het einde van de proef nog niet volledig uitgestrekt.

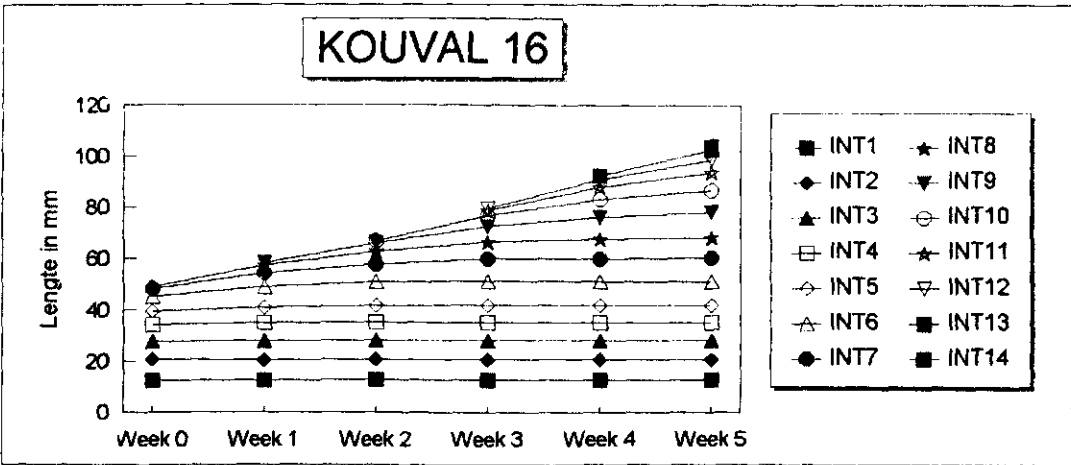
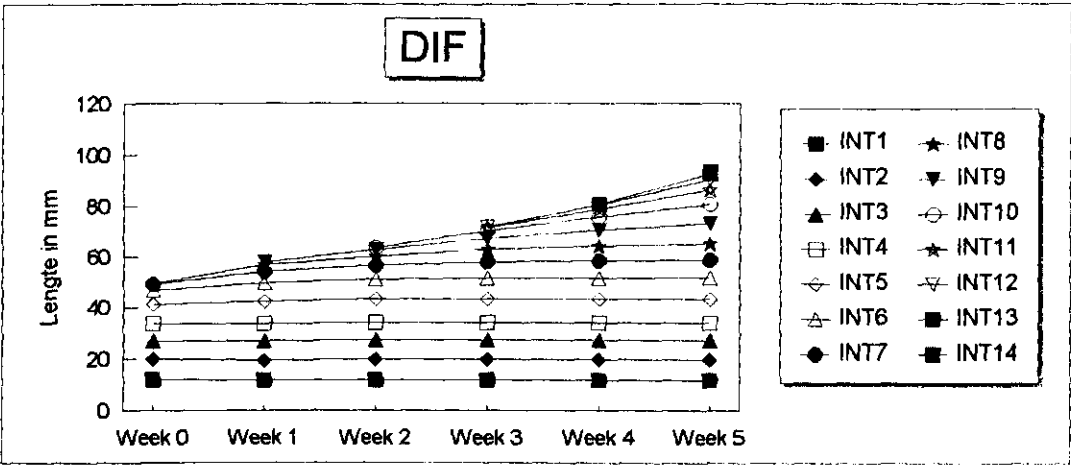
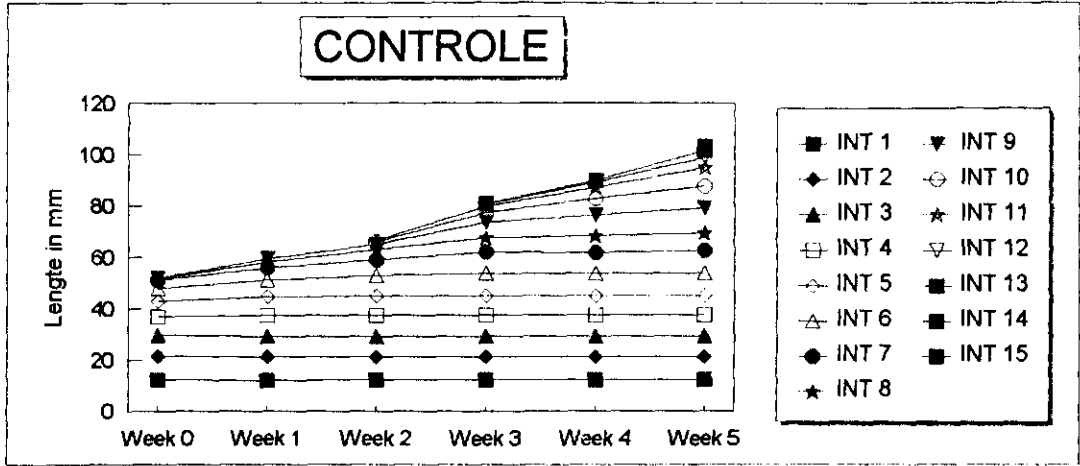
Bij Begonia is één week na het oppotten gestart met de wekelijkse metingen van de afzonderlijke internodiën. Opvallend is de lange strekkingsduur van ieder internodium, na zes teeltweken is alléén internodium 1 uitgestrekt. De sterkste strekkinggroei vindt wel tijdens de eerste drie groeiweken van ieder internodium plaats. DIF en kouval hebben op elk internodium een reducerend effect gehad.



Figuur 5 - Cumulatieve lengtegroei van getopte Fuchsia-planten (Experiment 3, $n = 10$)



Figuur 6 - Cumulatieve lengtegroei van Begonia-planten (Experiment 3, $n = 10$).



Figuur 7 - Cumulatieve lengtegroei van poinsettia-planten (Experiment 3, n = 10)

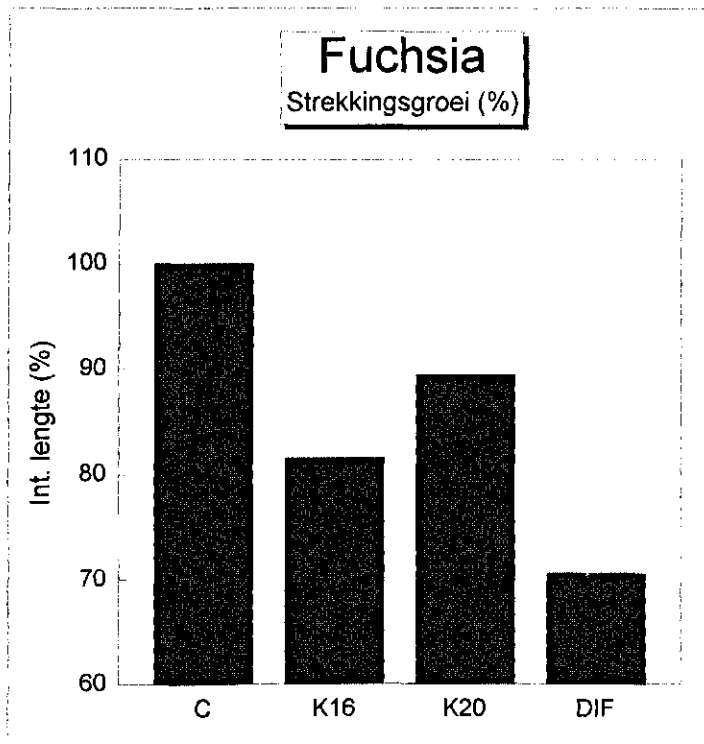
Bij poinsettia is eveneens één week na het oppotten gestart met de wekelijkse metingen van de internodiën. Bij de aanvang van de metingen waren acht tot negen internodiën reeds aangelegd, waarvan de eerste twee tot drie uitgestrekt bleken te zijn. Ook poinsettia heeft een lange strekkingsduur per internodium, de nieuw aangelegde internodiën waren géén van allen uitgestrekt aan het einde van de meetperiode. Door de langedagcondities in experiment 3 (tabel 4) zijn de planten vegetatief gebleven en doorgegaan met bladafspitsing. Dit stemt overeen met bevindingen van Berghage and Heins (1991), waarin geconstateerd is dat in vegetatieve planten géén afnemende strekkingsgroei gerealiseerd wordt in de opeenvolgende internodiën, zoals bij geïnduceerde poinsettia-planten wel het geval is.

Seizoensinvloeden op de DIF-respons

Uit het onderzoek met belichtingsstrategieën - waarin aanvullend tot 16 uur daglengte belicht is (hoofdstuk 2) - en het onderzoek naar effectieve periode van kouval - waarin de natuurlijke dag met vier uur bijbelichting verlengd is (dit hoofdstuk) - is bij Fuchsia heel duidelijk gebleken dat bijbelichting geen effect heeft op de temperatuur-geïnduceerde strekkingsrespons. Op basis van deze conclusie zijn voor dit gewas de gegevens van dit experiment nogmaals geanalyseerd, onder de aanname dat de gehanteerde belichtingsstrategieën géén effect hebben gehad op de gewasreacties. Dit maakt het mogelijk een indicatie te krijgen van eventuele seizoensinvloeden op de klassieke DIF-respons.

In deze aanvullende analyse zijn alleen de behandelingen opgenomen die altijd gedurende het daglicht zijn gerealiseerd, te weten Kouval16, Kouval20 en DIF, naast de controle als referentie-behandeling. Om het effect van de temperatuurstrategieën in de verschillende experimenten vergelijkbaar te maken, is per behandeling het procentuele effect op strekkingsgroei berekend, waarbij de controle op 100% is gesteld. De resultaten van de aanvullende deelanalyse staan vermeld in bijlage 6A. Daaruit blijkt dat in experiment 4 een duidelijk minder goede procentuele strekkingsreductie is gerealiseerd dan in de andere drie experimenten. Dit effect kan verklaard worden door de minder goede klimaatrealisatie overdag in dit experiment (tabel 5). In de uiteindelijke deelanalyse zijn de resultaten van experiment 4 buiten beschouwing gelaten.

Uit de deelanalyse komt naar voren dat er géén significant effect is van de experimenten op de procentuele reductie in strekkingsgroei (bijlage 6B). Dit duidt er op dat het effect van temperatuurverlaging overdag onafhankelijk is van seizoensvariaties in lichthoeveelheid (tabel 6). In figuur 8 is de strekkingsgroei van de onderzochte temperatuurbehandelingen weergegeven in procenten ten opzicht van de controle. De onderzochte temperatuurbehandelingen verschillen alle significant van elkaar, waarbij een temperatuurverlaging 16 uur na zonsondergang (Kouval16) systematisch een sterkere reductie geeft in strekkingsgroei dan de periode hierna (Kouval20).



Figuur 8 - Procentuele strekkingsgroei van de behandelingen Kouval16, Kouval20 en DIF ten opzichte van de controle

3.4.3 Overige gewasreacties

De belichting- en temperatuurbehandelingen hebben nagenoeg géén invloed gehad op de ontwikkelingssnelheid, uitgedrukt in aantal internodiën, en de groei van de onderzochte gewassen (bijlage 5).

4. DISCUSSIE

Uit het onderzoek met belichtingsstrategieën (hoofdstuk 2) is gebleken dat bij de meeste gewassen het effect van tijdelijke temperatuurverlaging op strekkingsgroei niet samen hangt met het tijdstip van bijbelichten. Voor het effect van een temperatuurverlaging aan het einde van de nacht ('DIF8') maakte het daarbij niet uit of er wel of niet tegelijkertijd bijbelicht werd met SL-lampen. Alleen bij Begonia is in beide experimenten een gelijke samenhang geconstateerd tussen de belichtingsstrategie en het effect van temperatuurverlaging op de strekkingsgroei.

Opvallend zijn de resultaten van de behandeling waar de acht-urige temperatuurverlaging is gegeven acht uur na zonsondergang ('DIF8'). Bij alle gewassen is geconstateerd dat in het tweede experiment een groter reducerend effect is opgetreden dan in het eerste experiment. Dit resultaat komt goed overeen met eerder onderzoek, waarin eveneens gewerkt is met een acht-urige temperatuurverlaging acht uur na zonsondergang (Vogelezang en Van Mourik, 1993). In het hier beschreven experiment is tevens geconstateerd dat het reducerende effect pas ontstaat in de tweede helft van het tweede experiment, juist de periode waarin de temperatuurverlaging meer dan de helft van de tijd samenvalt met daglicht.

Voorgaande resultaten duiden erop, dat - met uitzondering van Begonia - de effecten van tijdelijke temperatuurverlaging niet berusten op ritmes in strekkingsgroei die beïnvloedbaar zijn door belichting met lage intensiteit. Pas bij hogere lichtniveau's (van het daglicht) wordt een reducerend effect van negatieve DIF op strekkingsgroei gerealiseerd. Dit zou tevens een verklaring kunnen zijn voor de geringere reductie van de acht-urige temperatuurverlaging 16 uur na zonsondergang ('DIF16') in het tweede experiment. Dit kan gedeeltelijk het gevolg zijn van de minder goede klimaatrealisatie in dit experiment (tabel 1), maar de afnemende relatieve duur van de acht-urige DIF behandeling in de daglichtperiode lijkt hierin ook mee te spelen. Ook de geringe strekkingsreductie bij de vier-urige kouvalbehandelingen in de zomerperiode (oriënterende proef, hoofdstuk 3) hangt mogelijk samen met het feit dat de duur van de lage temperatuur slechts 1/4 van de 16-urige dag bedroeg.

Voor de *klassieke DIF-respons* is al eerder gesteld dat er sprake lijkt te zijn van een zogenaamd 'dosis-effect' (Hendriks, Ludolph and Menne, 1992). Dit betekent dat het reducerend effect van negatieve DIF toeneemt naarmate een langer gedeelte van de *daglichtperiode* de lage temperatuur gehandhaafd kan worden en de negatieve DIF groter is. Bij extreem lage dagtemperaturen treedt een 'stress-reactie' op met een sterke groeireductie, ook bij een korte duur van twee uur (Ueber and Hendriks, 1992; 1995). Niet alle tijdstippen binnen de daglichtperiode blijken echter even effectief te zijn. Bij zowel potchryasant cv. 'Bright Golden Anne' als poinsettia cv. 'Steffi' bleek een zes-urige temperatuurverlaging aan het begin van de daglichtperiode de strekkingsgroei effectiever te reduceren dan een zes-urige verlaging aan het einde van de dag (Cockshull et al., 1995). Ook bij Pelargonium bleek een kouval aan het begin van de daglichtperiode de strekking méér te reduceren dan een kouval later op de dag (Ueber, E. and Hendriks, L., 1995). Een dergelijke respons is ook in ons onderzoek - in meerdere experimenten - gevonden, waarbij een vier-urige temperatuurverlaging 16 uur na zonsondergang de strekkingsgroei effectiever reduceerde dan eenzelfde temperatuurverlaging 20 uur na zonsondergang (hoofdstuk 3; Vogelezang en Van Mourik, 1993). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn, dat onderliggende fysiologische processen, zoals de gevoeligheid voor -

of synthese van gibberelline(s) dagelijkse fluctuaties vertonen.

Voor poinsettia - en in iets mindere mate voor Begonia - is vastgesteld dat kouval een vergelijkbaar effect heeft op strekkingsgroei als negatieve DIF (hoofdstuk 3). Moe et al. (1995) stelden eveneens vast dat (een twee-urige) kouval de strekkingsgroei van poinsettia goed kon beheersen en die van Begonia vrij goed. In vergelijking tot de klassieke DIF-respons is sprake van een reducerend effect van kouval *buiten de daglichtperiode*.

Al eerder is gesuggereerd dat de gevoeligheid voor kouval bij een aantal kortedagplanten berust op endogene ritmes in strekkingsgroei (Moe, 1991; Grindal and Moe, 1994). Indien strekkingsgroei een semidiaan ritme (~ 12 uur) vertoont, zou een kortduurende temperatuurverlaging aan het einde van de 14-urige nacht effectiever kunnen zijn dan de periode na zonsopkomst (Moe and Mortensen, 1992; Grindal and Moe, 1994). Uit diverse onderzoeken bij poinsettia naar effecten van kouval vóór en ná zonsopkomst kan herleid worden dat de meest effectieve periode van kouval overeenkomt met de periode 12 tot 16 uur na zonsondergang (Moe et al., 1992; Langton et al., 1992; Ueber and Hendriks, 1992; De Beer, Van Leeuwen en Brandts, 1994). In experimenten met lineaire transducers, waarmee de strekkingsgroei continu gevolgd kan worden, is voor poinsettia een circadiaan ritme (~ 24 uur) vastgesteld. Onder kortedag-condities zijn pieken in strekkingsgroei waargenomen aan het begin en einde van de 14-urige donkerperiode (Grindal and Moe, 1995).

Ook bij Begonia zijn aanwijzingen verkregen dat de gevoeligheid voor kouval berust op (veranderingen in) een endogeen ritme (Grindal and Moe, 1995). In ons onderzoek lijkt SL-belichting in de voornacht de gevoeligheid voor kouval te verschuiven naar de daglichtperiode, hetgeen er op wijst dat het ritme is gerelateerd aan de overgang van dag naar nacht (End-Of-Day signaal). Overdag lijkt de gevoeligheid voor kouval 'overstemd' te worden door de klassieke DIF-respons op strekkingsgroei.

Op ROC Lent is de praktische betekenis van kouval bij Begonia getoetst in een experiment waarin assimilatiebelichting in de voor- of nanacht is gegeven in combinatie met een kouval vanaf 10 tot 16 uur na zonsondergang of een controle zonder kouval. Dit onderzoek is uitgevoerd met een vijftal cultivars, waaronder 'Rosanne', de cultivar die in dit onderzoek gebruikt is. Uit dit experiment, dat in de tijd viermaal herhaald is, is duidelijk gebleken dat er een interactie aanwezig is tussen de belichtingsstrategie en de temperatuurbehandeling (zie onderstaande tabel). De combinatie belichten in de nanacht en kouval heeft bij alle cultivars de meest compacte planten gegeven. Tegelijkertijd leidde deze behandelingscombinatie tot een reductie van het plantgewicht en een toename van het gewicht per cm (De Beer, 1995).

Effect van tijdstip van assimilatiebelichting en temperatuurstrategie op planthoogte, plantgewicht en gewicht per cm bij Begonia. Verschillende letters betekenen een significant verschil bij 5% onbetrouwbaarheid (De Beer, 1995).

Temperatuur	Belichting	Pl. hoogte (cm)	Pl. gewicht (g)	Gewicht/cm
Controle	Voornacht	28.9 (c)	279 (c)	9.8 (a)
	Nanacht	27.5 (b)	271 (b)	9.9 (ab)
Kouval	Voornacht	28.4 (c)	284 (c)	10.1 (b)
	Nanacht	23.0 (a)	244 (a)	10.7 (c)

Toepassing van DIF en kouval in de praktijk

Uit dit onderzoek zijn aanwijzingen verkregen dat de effecten van negatieve DIF en kouval op strekkingsgroei mogelijk berusten op een verschillende fysiologische grondslag. Een grote groep van gewassen, waaronder perkplanten, reageren goed op negatieve DIF, maar 'kouval' is bij deze groep niet meer dan een partiële DIF tijdens de daglichtperiode. Bij slechts een enkel gewas kan kouval een vergelijkbaar effect geven op strekkingsgroei als negatieve DIF in een periode buiten het daglicht. De strekking van poinsettia, en in iets mindere mate die van Begonia, is goed te beheersen met een twee- tot vier-urige temperatuurverlaging. Bij deze gewassen zijn aanwijzingen verkregen dat effecten van kouval berusten op (veranderingen in) endogene ritmes in strekkingsgroei.

Perkplanten

* Voor de teelt van perkplanten is toepassing van DIF de beste optie, waarbij het effect van DIF toeneemt naarmate een langer gedeelte van de daglichtperiode de lage temperatuur gehandhaafd kan worden. Daarbij is gebleken dat tijdens de eerste helft van de daglichtperiode een sterkere strekkingsreductie wordt gerealiseerd dan tijdens de tweede helft van de daglichtperiode.

Begonia

* Voor de teelt van Begonia is zowel toepassing van DIF als kouval succesvol gebleken. Het effect van kouval op strekkingsgroei is gerelateerd aan het 'End-Of-Day signaal', waarbij de sterkste strekkingsreductie wordt gerealiseerd vanaf 12 tot 16 uur na 'End-Of-Day'. Om deze periode zoveel mogelijk in de nacht te laten vallen (vanwege een goede klimaatrealisatie), is het van belang dat op bedrijven met assimilatiebelichting de donkerperiode aansluitend aan de dag gegeven wordt.

Poinsettia

* Voor de teelt van poinsettia zijn zowel DIF als kouval goede alternatieven voor reductie van de strekkingsgroei, toepassing van negatieve DIF kan echter leiden tot een teelduurverlenging (De Beer, Brandts en Van Noort, 1993; Moe and Mortensen, 1992). Een goed effect van kouval wordt bereikt vanaf 12 tot 16 uur na zonsondergang ('End-Of-Day'). Bij vroege oppotdata verdient het aanbeveling de temperatuur al enige uren eerder te laten zakken (vóór zonsopkomst) in verband met het realiseren van de gewenste lage temperatuur in dié periode.

Vervolgonderzoek

Het vervolgonderzoek zal zich concentreren op het optimaliseren van de toepassing van negatieve DIF als alternatieve groeiregulator. Inmiddels is onderzoek naar de fysiologische achtergronden van DIF gestart op het AB-DLO.

LITERATUUR

- Beer, C. de, Brandts, A. en van Noort, F., 1993. Praktijk kan voorzichtig aan de slag. Onderzoek DIF en kouval bij poinsettia. Vakblad voor de Bloemisterij, 37: 36-39.
- Beer C. de, van Leeuwen, G. en Brandts, A., 1994. Optimalisering kouval poinsettia. Vakblad voor de Bloemisterij 42; 157.
- Beer, C. de, 1995. Effect van tijdstip belichting en kouval op de strekkingsgroei van Begonia. Rapport nr. 38, Proeftuin Lent.
- Berghage, R.D. and Heins, R.D., 1991. Quantification of temperature effects on stem elongation in Poinsettia. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 116(1): 14-18.
- Bertram, L. and Karlsen, P., 1995. Kinetics and circadian rhythms of stem elongation in greenhouse plants. Acta Hortic., 378: 53-57.
- Cockshull, K.E., Langton, F.A. and Cave, C.R.J., 1995. Differential effects of different DIF treatments on chrysanthemum and poinsettia. Acta Hortic., 378: 15-25.
- Cuijpers, L.H.M. en Vogelezang, J.V.M., 1992. DIF en kouval vergeleken bij potchrysanthe en poinsettia. Vakblad voor de Bloemisterij 27: 38-39.
- 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.
- Grindal, G. and Moe, R., 1994. Effects of temperature-drop and a short dark period interruption on stem elongation and flowering in *Begonia x hiemalis* Fotsch. Scientia Hortic., 57: 123-132.
- Grindal, G. and Moe, R., 1995. Growth rhythm and temperature drop. Acta Hortic., 378: 47-52.
- Hendriks, L., Ludolph, D. and Menne, A., 1992. Influence of different heating strategies on morphogenesis and flowering of ornamentals. Acta Hortic., 305: 9-17.
- Jacobsen, L.H. and Amsen, M.G., 1992. The effect of temperature and light quality on stem elongation of *Chrysanthemum*. Acta Hortic., 305: 45-50.
- Lechary, A., Schwall, M. and Wagner, E., 1985. Stem extension rate in light-grown plants. Plant Physiol., 79: 625-629.
- Moe, R., 1991. Using temperature to control plant height. FloraCulture International, 3: 26-27.
- 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., 1992. Thermomorphogenesis in pot plants. Acta Hort., 305: 19-25.
- Moe, R., Glomsrud, N., Bratberg, I. and Valsø, S., 1992. Control of plant height in poinsettia by temperature drop and graphical tracking. Acta Hortic., 327: 41-48.
- Moe, R., Willumsen, K., Ihlebakk, I.H., Stupa, A.I., Glomsrud, N.M. and Mortensen, L.M., 1995. DIF and temperature drop responses in SDP and LDP, a comparison. Acta Hortic., 378: 27-33.
- Langton, F.A. and Hemming, E.J., 1992. Temperature regimes to control plant stature: current UK R&D. Acta Hortic., 327: 49-59.
- 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.
- Ueber, E. and Hendriks, L., 1992. Effects of intensity, duration and timing of a temperature drop on the growth and flowering of *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex. Klotzsch. Acta Hortic., 327: 33-40.
- Ueber, E. and Hendriks, L., 1995. Intensity effects of a temperature drop on pelargoniums. Acta Hortic., 1995: 34.
- Vogelezang, J., 1992. Discussion: thermomorphogenesis. Acta Hortic., 305: 63.

- Vogelezang, J., Moe, R., Schüssler, H., Hendriks, L., Cuijpers, L. and Ueber, E., 1992. Cooperative european research on temperature strategies for bedding plants. *Acta Hortic.*, 327: 11-16.
- Vogelezang, J. en Mourik, N. van, 1993. Meer duidelijkheid over kouval. *Vakblad voor de Bloemisterij* 44: 36-37.

Experiment 1	Belichting	Temperatuur	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Internodie bloei	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof
	Donker	Controle DIF8	19.7	3.32	6.0		8.3	0.64	7.66
	Voornacht	DIF16 Controle	12.8 32.7	2.14 5.64	6.0 5.8		8.1 11.2	0.60 0.87	7.44 7.79
		DIF8	38.3	7.01	5.5		10.4	0.87	8.31
		DIF16	24.4	4.14	6.0		11.4	0.86	7.56
	Nanacht	Controle	31.3	5.76	5.5		10.4	0.84	8.00
		DIF8	35.4	6.70	5.3		9.9	0.84	8.44
		DIF16	23.4	4.19	5.5		10.4	0.82	7.88

LSD (0,975)

Contrasten	ns	*	***
Controle vs DIF8	ns	ns	ns
Controle vs DIF16	ns	ns	ns
DIF8 vs DIF16	ns	ns	***
Donker vs Voornacht	ns	***	ns
Donker vs Nanacht	ns	***	*
Voornacht vs Nanacht	ns	ns	ns

Experiment 2	Belichting	Temperatuur	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Internodie bloei	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof
	Donker	Controle DIF8	56.2	5.10	11.1	9.6	77.8	7.30	9.36
	Voornacht	DIF16 Controle	45.3 53.0	4.49 5.69	10.1 9.4	9.0 6.7	66.8 70.1	6.38 6.93	9.55 9.87
		DIF8	51.0	5.41	9.5	6.6	75.8	7.82	10.32
		DIF16	44.9	4.86	9.3	6.6	66.3	6.55	9.88
	Nanacht	Controle	54.0	5.57	9.7	7.2	72.4	6.82	9.40
		DIF8	47.6	5.11	9.4	6.8	68.8	6.88	9.98
		DIF16	47.5	4.95	9.6	7.5	64.1	6.07	9.46

LSD (0,975)

Contrasten	ns	***	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
Controle vs DIF8	ns	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Controle vs DIF16	ns	***	***	*	ns	ns	ns	ns	ns
DIF8 vs DIF16	ns	**	**	ns	*	ns	ns	ns	ns
Donker vs Voornacht	ns	ns	***	***	***	ns	ns	ns	ns
Donker vs Nanacht	ns	ns	***	***	***	ns	ns	ns	ns
Voornacht vs Nanacht	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns

Legenda

* = p < 0.05

** = p < 0.01

*** = p < 0.001

ns = niet significant

Experiment 1	Belichting	Temperatuur	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Intermediën aantal	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof	Perc. bloei %	Teeitduur 50% dagen
	Donker	Controle DIF8	16.7	15.2	4.30	3.6	26.7	1.50	5.62	90.2	80.0
	Voornacht	Controle DIF8	12.7	10.8	2.82	3.9	26.4	1.49	5.66	100.0	73.3
		Controle DIF16	17.0	15.7	4.12	3.9	27.3	1.49	5.47	98.3	71.8
		Controle DIF8	21.3	20.0	5.09	4.0	27.8	1.52	5.47	94.7	69.7
		Controle DIF16	13.1	11.0	3.00	3.7	26.9	1.46	5.42	96.6	80.1
	Nanacht	Controle DIF8	16.1	14.6	3.94	3.8	27.4	1.50	5.48	100.0	74.9
		Controle DIF16	18.1	16.9	4.25	4.0	30.2	1.66	5.50	100.0	78.7
		Controle DIF8	12.8	11.2	2.98	3.8	25.7	1.42	5.52	92.5	76.5
LSD (0,975)			2.2	2.9	0.85	0.6	5.8	0.26	0.33	17.4	10.3
Contrasten	Controle vs DIF8		**	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Controle vs DIF16		***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	DIF8 vs DIF16		***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Donker vs Voornacht		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Donker vs Nanacht		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Voornacht vs Nanacht		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Experiment 2	Belichting	Temperatuur	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Intermediën aantal	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof	Perc. bloei %	Teeitduur 50% dagen
	Donker	Controle DIF8	24.7	22.6	6.19	3.7	59.9	3.92	6.51	96.6	45.1
	Voornacht	Controle DIF16	19.2	17.3	4.29	4.1	53.9	3.56	6.62	90.2	47.4
		Controle DIF8	21.8	19.8	5.76	4.1	57.3	3.93	6.89	90.2	47.5
		Controle DIF16	24.9	22.7	6.29	4.1	71.8	4.59	6.38	96.6	48.7
	Nanacht	Controle DIF8	20.4	18.3	4.55	4.1	60.2	3.89	6.46	96.6	44.7
		Controle DIF16	25.7	23.7	5.91	4.1	71.9	4.28	5.99	100.0	42.6
		Controle DIF8	25.7	23.6	5.88	4.1	71.5	4.47	6.25	87.4	41.4
		Controle DIF16	20.5	18.2	4.97	4.1	56.1	3.62	6.45	98.3	44.2
LSD (0,975)			4.4	4.7	1.06	0.3	21.2	1.09	0.52	20.0	8.8
Contrasten	Controle vs DIF8		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Controle vs DIF16		**	***	***	*	ns	ns	ns	ns	ns
	DIF8 vs DIF16		**	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Donker vs Voornacht		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Donker vs Nanacht		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Voornacht vs Nanacht		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

* = p < 0.05

** = p < 0.01

*** = p < 0.001

ns = niet significant

Legenda

Experiment 1		Belichting	Temperatuur	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Zij scheuten aantal	Bloemgew. g	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof %	Perc. bloei %	
LSD (0,975)	Donker	Controle	Controle	13.9	9.7	2.27	4.3	1.1	21.6	57.9	2.29	3.96	97.9	
		DIF8	DIF8	14.0	10.9	2.16	5.1	1.6	21.1	61.1	2.35	3.84	98.9	
		Controle	Controle	22.5	17.8	2.90	6.2	3.0	8.1	78.0	2.74	3.53	37.5	
	Voornacht	DIF8	DIF8	21.7	17.3	2.92	6.0	2.7	8.8	71.0	2.70	3.81	51.2	
		DIF16	DIF16	17.9	14.0	2.32	6.1	2.7	9.4	72.8	2.67	3.67	50.0	
		Controle	Controle	24.3	19.2	3.20	6.1	3.2	11.3	83.4	2.91	3.49	54.3	
	Nanacht	DIF8	DIF8	21.4	16.9	2.87	6.0	2.7	13.5	81.0	2.85	3.52	68.8	
		DIF16	DIF16	20.9	16.4	2.72	6.1	2.9	7.8	75.7	2.80	3.70	35.4	
				5.3	4.7	0.37	1.5	1.4	4.2	12.5	0.25	0.46	4.9	
	Contrasten	Controle vs DIF8		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		Controle vs DIF16		ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		DIF8 vs DIF16		ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Donker vs Voornacht			**	**	**	*	*	***	**	***	***	ns	***	
Donker vs Nanacht			***	***	***	*	**	***	***	***	***	ns	***	
Voornacht vs Nanacht			ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	
Experiment 2		Belichting	Temperatuur	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Zij scheuten aantal	Bloemgew. g	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof %	Perc. bloei %	
LSD (0,975)	Donker	Controle	Controle	25.2	14.1	2.39	6.0	1.2	67.4	135.8	5.50	4.06	98.9	
		DIF8	DIF8	23.3	11.8	2.18	5.4	1.0	56.5	110.5	4.71	4.28	97.9	
		Controle	Controle	29.8	18.2	2.67	6.9	3.9	28.8	164.7	6.90	4.19	47.8	
	Voornacht	DIF8	DIF8	28.4	16.7	2.50	6.8	4.0	25.0	156.2	6.51	4.16	27.7	
		DIF16	DIF16	30.9	18.1	2.82	6.5	4.1	29.4	173.5	7.16	4.11	43.8	
		Controle	Controle	32.8	20.6	2.96	7.0	4.0	28.4	192.9	7.79	4.03	43.7	
	Nanacht	DIF8	DIF8	27.2	15.5	2.33	6.7	3.6	24.9	153.8	6.41	4.17	41.2	
		DIF16	DIF16	33.8	21.6	3.11	7.0	4.3	26.2	185.4	7.53	4.06	39.6	
				3.3	2.5	0.38	0.6	1.3	8.8	34.6	1.28	0.35	20.0	
	Contrasten	Controle vs DIF8		**	**	**	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
		Controle vs DIF16		ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		DIF8 vs DIF16		***	**	**	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns
Donker vs Voornacht			***	***	**	***	***	***	**	***	***	ns	***	
Donker vs Nanacht			***	***	***	***	***	***	***	***	***	ns	***	
Voornacht vs Nanacht		ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		

Legenda

* = p < 0.05

** = p < 0.01

*** = p < 0.001

ns = niet significant

Experiment 1		Belichting	Temperatuur	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Zij scheuten aantal	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof %	Perc. bloei %	Teeftduur 50% dagen
LSD (0,975)	Donker	Controle	43.7	36.8	4.63	8.2	1.9	27.8	1.60	5.74	3.8		
		DIF8	30.3	24.0	3.27	7.4	3.1	24.6	1.52	6.16	35.8		
		DIF16	40.0	29.2	4.46	6.6	3.8	30.8	1.81	5.85	29.9		
	Voornacht	Controle	40.0	30.7	3.95	7.9	2.7	28.5	1.61	5.62	3.8		
		DIF8	26.4	19.8	2.82	7.1	3.8	26.8	1.60	5.98	15.7		
		DIF16	41.5	33.0	4.67	7.1	3.3	27.6	1.78	6.44	79.3		
	Nanacht	Controle	44.3	36.0	5.03	7.2	2.9	27.2	1.73	6.36	93.3		
		DIF8	32.3	26.6	3.44	7.8	3.3	23.9	1.55	6.50	56.6		
		DIF16	5.1	4.4	0.40	1.0	0.3	3.1	0.22	0.33	18.0		
Contraste.1	Controle vs DIF8	ns	ns	ns	*	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
	Controle vs DIF16	***	***	***	ns	***	**	*	*	*	ns	ns	
	DIF8 vs DIF16	***	***	***	ns	***	*	*	ns	*	ns	ns	
	Donker vs Voornacht	*	**	*	*	***	*	*	ns	ns	ns	ns	
	Donker vs Nanacht	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	***	**	**	
Voornacht vs Nanacht	*	**	***	ns	***	**	*	ns	***	***	***		
Experiment 2	donker	Controle	45.4	39.4	4.46	8.9	6.5	61.8	4.96	8.01	100.0	100.0	47.8
		DIF8	37.0	32.3	3.95	9.1	5.6	52.4	4.13	7.90	100.0	100.0	49.7
		DIF16	44.6	35.9	4.37	8.3	6.3	61.5	5.07	8.25	100.0	100.0	44.8
	Voornacht	Controle	42.1	35.3	3.94	9.0	7.1	59.6	4.69	7.87	100.0	100.0	46.9
		DIF8	37.5	30.2	3.58	8.5	6.5	55.4	4.58	8.27	100.0	100.0	46.3
		DIF16	44.6	35.2	4.28	8.3	5.9	57.6	4.77	8.28	100.0	100.0	43.4
	Nanacht	Controle	40.1	31.6	3.88	8.2	5.7	53.4	4.16	7.80	100.0	100.0	44.5
		DIF8	39.8	31.2	3.74	8.4	5.4	51.4	4.11	8.00	96.4	96.4	46.0
		DIF16	3.5	3.9	0.36	0.6	1.2	4.0	0.32	0.55	4.8	4.8	2.5
Contrasten	Controle vs DIF8	*	ns	**	ns	ns	*	*	***	*	ns	ns	
	Controle vs DIF16	***	***	***	ns	ns	***	***	***	ns	ns	*	
	DIF8 vs DIF16	*	*	*	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	
	Donker vs Voornacht	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	**	
	Donker vs Nanacht	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	
Voornacht vs Nanacht	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	***	***	ns	ns	***	

* = p < 0.05

** = p < 0.01

*** = p < 0.001

ns = niet significant

Behandeling	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Versgew. g
Controle	10.4	8.1	3.12	2.6	22.0
Kouval-0	10.6	8.1	3.13	2.7	23.2
Kouval-4	11.0	8.5	3.28	2.6	22.1
Kouval-8	10.9	8.5	3.20	2.7	24.0
Kouval-12	11.0	8.5	3.15	2.7	26.2
Kouval-16	10.0	7.5	2.79	2.6	22.8
Kouval-20	10.4	7.5	2.96	2.5	23.9
DIF	8.9	6.4	2.42	2.6	23.7
Voornacht	10.4	7.9	3.03	2.6	24.6
Nanacht	10.4	7.9	2.98	2.6	22.4
ANOVA					
Temperatuur	**	***	***	ns	ns
Licht	ns	ns	ns	ns	ns
Temp. * Licht	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (0.975)					
Temperatuur	1.1	0.8	0.31		

Eindebeoordeling Begonia (exp 1, 2, 3, 4)

Behandeling	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Versgew. g	Perc. bloei %
Controle	17.3	12.2	2.31	5.3	49.6	50.2
Kouval-0	18.1	12.5	2.47	5.1	50.5	47.2
Kouval-4	17.3	12.1	2.39	5.1	46.1	57.7
Kouval-8	17.4	12.0	2.33	5.2	50.4	54.1
Kouval-12	16.2	10.8	2.10	5.2	47.2	47.1
Kouval-16	15.4	10.0	1.97	5.1	45.1	55.5
Kouval-20	16.2	10.9	2.14	5.1	46.8	47.2
DIF	13.8	8.3	1.72	4.9	43.7	48.7
Voornacht	16.6	11.2	2.21	5.1	45.8	48.1
Nanacht	16.2	11.1	2.15	5.1	49.1	53.9
ANOVA						
Temperatuur	***	***	***	*	ns	ns
Licht	ns	ns	ns	ns	*	ns
Temp. * Licht	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (0.975)						
Temperatuur	1.2	1.1	0.19	0.2		

Eindebeoordeling poinsettia (exp 1, 3, 4)

Behandeling	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Versgew. g
Controle	16.3	13.3	1.18	11.4	9.0
Kouval-0	15.7	12.8	1.13	11.3	9.1
Kouval-4	15.0	12.0	1.07	11.2	9.4
Kouval-8	15.4	12.4	1.04	11.9	8.8
Kouval-12	15.1	12.1	1.06	11.4	9.0
Kouval-16	15.2	12.3	1.06	11.7	9.2
Kouval-20	15.7	13.0	1.15	11.4	9.3
DIF	13.7	10.7	0.96	11.1	8.6
Voornacht	14.9	11.9	1.05	11.4	9.0
Nanacht	15.6	12.7	1.12	11.5	9.2
ANOVA					
Temperatuur	**	**	**	ns	ns
Licht	*	**	*	ns	ns
Temp. * Licht	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (0.975)					
Temperatuur	1.1	1.2	0.11		

Legenda
 * = p < 0.05
 ** = p < 0.01
 *** = p < 0.001
 ns = niet significant

Experiment 1	Belichting	Temperatuur	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Zij scheuten aantal	Versgew. g	Drooggew. g	% drogestof %	Perc. bloei %	Teeltduur 50% dagen	
LSD (0,975)	Donker	Controle	43.7	36.8	4.63	8.2	1.9	27.8	1.60	5.74	3.8		
		DIF8											
		DIF16											
	Voornacht	Controle	40.0	29.2	4.46	6.6	3.8	30.8	1.81	5.85	29.9		
		DIF8											
		DIF16											
	Nanacht	Controle	41.5	33.0	4.67	7.1	3.3	27.6	1.78	6.44	79.3		
		DIF8											
		DIF16											
	LSD (0,975)	Controlle vs DIF8	Controle	5.1	4.4	0.40	1.0	0.3	3.1	0.22	0.33	18.0	
			DIF8										
			DIF16										
Controlle vs DIF16		Controle	ns	ns	ns	*	***	ns	ns	ns	ns	ns	
		DIF8	***	***	***	ns	***	**	*	*	*	ns	
		DIF16	***	***	***	ns	***	*	ns	ns	ns	ns	
Donker vs Voornacht		Controle	*	**	*	*	***	*	ns	ns	ns	ns	
		DIF8	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	**	**	
		DIF16	*	**	***	ns	**	*	ns	ns	***	***	
LSD (0,975)		donker	Controle	45.4	39.4	4.46	8.9	6.5	61.8	4.96	8.01	100.0	47.8
			DIF8										
			DIF16										
	Voornacht	Controle	37.0	32.3	3.95	9.1	5.6	52.4	4.13	7.90	100.0	49.7	
		DIF8											
		DIF16											
	Nanacht	Controle	44.6	35.2	4.28	8.3	5.9	57.6	4.77	8.28	100.0	43.4	
		DIF8											
		DIF16											
	LSD (0,975)	Controlle vs DIF8	Controle	3.5	3.9	0.36	0.6	1.2	4.0	0.32	0.55	4.8	2.5
			DIF8										
			DIF16										
Controlle vs DIF16		Controle	*	ns	**	ns	ns	*	***	***	*	ns	
		DIF8	***	***	***	ns	ns	***	***	***	ns	*	
		DIF16	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	
Donker vs Voornacht		Controle	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	
		DIF8	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	
		DIF16	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	***	
Voornacht vs Nanacht		Controle	ns	ns	ns	ns	*	**	***	***	ns	ns	
		DIF8	ns	ns	ns	ns	*	**	***	***	ns	ns	
		DIF16	ns	ns	ns	ns	*	**	***	***	ns	ns	

Legenda

* = p < 0.05

** = p < 0.01

*** = p < 0.001

ns = niet significant

Eindbeoordeling Fuchsia (exp 1, 2, 3, 4)

Eindbeoordeling Impatiens (exp 2, 3, 4)

Bijlage 5

Behandeling	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Versgew. g	Perc. bloei %
Controle		21.0	4.71	4.4	8.4	
Kouval-0		22.4	4.82	4.5	9.0	
Kouval-4		22.4	5.06	4.3	8.9	
Kouval-8		23.2	5.01	4.5	9.6	
Kouval-12		21.2	4.63	5	8.6	
Kouval-16		18.5	4.08	4.4	7.9	
Kouval-20		20.9	4.39	4.6	9.0	
DIF		15.9	3.57	4.3	8.5	
Voornacht		20.3	4.51	4.4	8.9	
Nanacht		21.0	4.56	4.5	8.6	
ANOVA						
Temperatuur		***	***	ns	ns	
Licht		ns	ns	ns	ns	
Temp. * Licht		ns	ns	ns	ns	
LSD (0.975)		2.5	0.32			
Temperatuur						

Eindbeoordeling Begonia (exp 1, 2, 3, 4)

Eindbeoordeling poinsettia (exp 1, 3, 4)

Behandeling	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Versgew. g	Perc. bloei %
Controle	17.3	12.2	2.31	5.3	49.6	50.2
Kouval-0	18.1	12.5	2.47	5.1	50.5	47.2
Kouval-4	17.3	12.1	2.39	5.1	46.1	57.7
Kouval-8	17.4	12.0	2.33	5.2	50.4	54.1
Kouval-12	16.2	10.8	2.10	5.2	47.2	47.1
Kouval-16	15.4	10.0	1.97	5.1	45.1	55.5
Kouval-20	16.2	10.9	2.14	5.1	46.8	47.2
DIF	13.8	8.3	1.72	4.9	43.7	48.7
Voornacht	16.6	11.2	2.21	5.1	45.8	48.1
Nanacht	16.2	11.1	2.15	5.1	49.1	53.9
ANOVA						
Temperatuur	***	***	***	*	ns	ns
Licht	ns	ns	ns	ns	*	ns
Temp. * Licht	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (0.975)	1.2	1.1	0.19	0.2		
Temperatuur						

Behandeling	Hoogte cm	Lengte cm	Int. lengte cm	Internodiën aantal	Versgew. g
Controle	16.3	13.3	1.18	11.4	9.0
Kouval-0	15.7	12.8	1.13	11.3	9.1
Kouval-4	15.0	12.0	1.07	11.2	9.4
Kouval-8	15.4	12.4	1.04	11.9	8.8
Kouval-12	15.1	12.1	1.06	11.4	9.0
Kouval-16	15.2	12.3	1.06	11.7	9.2
Kouval-20	15.7	13.0	1.15	11.4	9.3
DIF	13.7	10.7	0.96	11.1	8.6
Voornacht	14.9	11.9	1.05	11.4	9.0
Nanacht	15.6	12.7	1.12	11.5	9.2
ANOVA					
Temperatuur	**	**	**	ns	ns
Licht	*	**	*	ns	ns
Temp. * Licht	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (0.975)	1.1	1.2	0.11		
Temperatuur					

* = p < 0.05

** = p < 0.01

*** = p < 0.001

ns = niet significant

A : Deelanalyse Fuchsia (exp 1, 2, 3, 4)

Behandeling	Lengte cm	Int. lengte cm	Perc. reductie int. lengte (%)	Internodiën aantal	Versgew. g
Experiment 1	17.0	3.72	86.6	4.6	7.3
Experiment 2	8.5	2.36	83.4	3.6	4.2
Experiment 3	17.5	3.78	86.0	4.6	7.3
Experiment 4	33.3	6.88	93.9	4.9	14.9
Controle	21.0	4.71	100.0	4.4	8.4
Kouval-16	18.5	4.08	84.8	4.4	7.9
Kouval-20	20.9	4.39	91.4	4.6	9.0
DIF	15.9	3.57	73.8	4.3	8.5
ANOVA	***	***	**	***	***
Experiment	***	***	***	*	ns
Temperatuur	ns	ns	ns	ns	ns
Exp * Temp	1.2	0.25	4.7	0.2	1.9
LSD (0.975)	1.2	0.25	4.7	0.2	1.9
Experiment					
Temperatuur					

Legenda

- * = p < 0.05
- ** = p < 0.01
- *** = p < 0.001
- ns = niet significant

B : Deelanalyse Fuchsia (exp 1, 2, 3)

Behandeling	Lengte cm	Int. lengte cm	Perc. reductie int. lengte (%)	Internodiën aantal	Versgew. g
Experiment 1	17.0	3.72	86.6	4.6	7.3
Experiment 2	8.5	2.36	83.4	3.6	4.2
Experiment 3	17.5	3.78	86.0	4.6	7.3
Experiment 4					
Controle	16.9	3.84	100.0	4.3	6.8
Kouval-16	13.6	3.13	81.5	4.3	6.3
Kouval-20	15.5	3.46	89.2	4.4	6.4
DIF	11.2	2.72	70.7	4.0	5.7
ANOVA	***	***	ns	***	***
Experiment	***	***	***	**	ns
Temperatuur	ns	ns	ns	ns	ns
Exp * Temp	0.8	0.16	5.3	0.3	0.7
LSD (0.975)	0.8	0.16	5.3	0.3	0.7
Experiment					
Temperatuur					