

Bloeisturing bij violen en stekperkplanten

Literatuuronderzoek

Tjeerd Blacqui re, Arca Kromwijk, Gitta Scholte-Wassink & Anja Hattendorf

INHOUD

SAMENVATTING	6
<i>Violen.....</i>	<i>6</i>
<i>Stekperkplanten.....</i>	<i>6</i>
INLEIDING	7
MATERIAAL EN METHODEN	8
RESULTATEN	9
VIOLA	9
<i>Herkomst en taxonomie</i>	<i>9</i>
<i>Temperatuur</i>	<i>10</i>
<i>Daglengte.....</i>	<i>12</i>
<i>Licht.....</i>	<i>14</i>
<i>Model voor de invloed van temperatuur, daglengte en licht op de bloeisnelheid.....</i>	<i>15</i>
<i>Modellen voor invloed van klimaatomstandigheden op de plantkwaliteit.....</i>	<i>18</i>
<i>Overige factoren</i>	<i>20</i>
<i>Conclusies en discussie.....</i>	<i>21</i>
<i>Literatuur</i>	<i>23</i>
CENTRADENIA.....	25
<i>Herkomst en systematiek.....</i>	<i>25</i>
<i>Bloei-inductie en sturing.....</i>	<i>25</i>
<i>Groeiregulatie en bloei.....</i>	<i>26</i>
<i>Conclusies.....</i>	<i>26</i>
<i>Literatuur.....</i>	<i>26</i>
CONVOLVULUS SABATIUS	27
<i>Herkomst en systematiek.....</i>	<i>27</i>
<i>Bloei-inductie en sturing.....</i>	<i>27</i>
<i>Literatuur.....</i>	<i>27</i>
LOBELIA ERINUS 'RICHARDII' EN 'AZUR'	28
<i>Herkomst en systematiek.....</i>	<i>28</i>
<i>Bloei-inductie en sturing.....</i>	<i>28</i>
<i>Literatuur.....</i>	<i>29</i>
SCAEVOLA AEMULA	30
<i>Herkomst en systematiek, sortiment.....</i>	<i>30</i>
<i>Vermeerdering.....</i>	<i>30</i>
<i>Bloei-inductie en sturing.....</i>	<i>30</i>
<i>Literatuur.....</i>	<i>31</i>
VERBENA-HYBRIDEN (VEGETATIEF EN GENERATIEF VERMEERDERD)	33
<i>Herkomst, systematiek en sortiment.....</i>	<i>33</i>
<i>Bloei-inductie en sturing.....</i>	<i>33</i>
<i>Literatuur.....</i>	<i>34</i>
PETUNIA (VEGETATIEF EN GENERATIEF VERMEERDERD, O.A. 'SURFINIA')	35
<i>Herkomst, systematiek en sortiment.....</i>	<i>35</i>
<i>Bloeisturing.....</i>	<i>35</i>
<i>Literatuur.....</i>	<i>37</i>

Samenvatting

Op verzoek van de commissie 'Eenjarige zomerbloeiers' van LTO-Groeiservice heeft het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving in Aalsmeer een literatuurstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden van bloeisturing bij violen en een aantal stekperkplanten.

Violen

Voorals in Engeland is goed onderzoek gedaan aan violen. Hieruit bleek dat een aantal factoren belangrijk zijn voor de bloeisnelheid bij violen:

- **Temperatuur:** de optimale temperatuur is 21,3°C. Daarboven neemt de snelheid van in bloei komen weer af. Als er weinig licht is ligt de optimale temperatuur echter lager, dus dan gaat de plant sneller bloeien bij een lagere temperatuur dan bij 21,3°C. Toch is het effect van de temperatuur niet dusdanig sterk dat temperatuur een goede methode van bijsturen biedt.
- **Licht:** de lichthoeveelheid per etmaal is erg belangrijk voor de bloei van violen: hoe meer licht, hoe sneller bloei. Hiermee is dan ook goed bij te sturen: als de bloei te vroeg dreigt te komen kan geschermd worden.
- **Daglengte:** na een korte juveniele fase zijn violen gevoelig voor daglengte: langedag, of het gebruik van een nachtonderbreking, versnelt de bloei. De ene cultivar reageert echter sterker dan de andere. Met de daglengte is bloei van violen te vervroegen.

Op basis van hun experimenten hebben de Engelse onderzoekers een bloeisturingsmodel gemaakt, op basis waarvan telers hun teelt kunnen sturen. De software daarvan is in Engeland te koop.

Stekperkplanten

***Centradenia*, *Convolvulus sabatius*, *Lobelia erinus*, *Stek-Petunia* ('Surfinia' enz.), *Scaevola aemula* en *Verbena* hybriden.**

Voor de meeste van de hier genoemde soorten is voor de inductie van bloei een koude of koele periode nodig. Nadat de inducerende kouperiode is afgelopen, kan meestal de temperatuur wel weer omhoog, omdat daardoor de ontwikkeling en groei van de planten voorspoediger verloopt. Dit geldt voor *Centradenia*, *Convolvulus*, *Lobelia* en *Scaevola*. Alleen bij *Centradenia* kan de bloei ook weer worden geremd door te hoge temperaturen (waardoor soms bloeipauze in de zomer ontstaat). Bij de hier genoemde soorten kan de ontwikkeling ook worden versneld door assimilatiebelichting. Dat komt dan door de versnelde groei door het extra licht, want geen van de genoemde planten is daglengte-gevoelig.

Petunia

De enige soort die gevoelig is voor daglengte is *Petunia*. Over dit gewas is veel literatuur, en daarbij zijn wel goede beschrijvingen van uitgevoerd onderzoek. Helaas hebben we de volledige literatuur betreffende *Petunia* niet kunnen lezen. Het beschreven onderzoek betreft met name onderzoek aan gezaaide *petunia*'s. Maar uit de voorhanden zijnde literatuur blijkt dat de stek-petuniarassen over het algemeen op dezelfde manier reageren.

Petunia's bloeien eerder onder langedag, maar dagen van 11 tot 14 uur tellen dan al als langedag! Het is echter niet verstandig te vroeg met een langedag-behandeling te beginnen, want bij *Petunia* stimuleert dat ook de strekking, en het onderdrukt de ontwikkeling van zijstelen. Ook is bij *Petunia* met de temperatuur, met assimilatiebelichting, met droog telen en met remmen heel veel bij te sturen. Op al deze factoren reageert het gewas erg sterk.

Inleiding

Bij de huidige ontwikkelingen in de teelt van eenjarige zomerbloeiers wordt het kunnen leveren van bloeiende planten op een vooraf overeengekomen datum met de afnemer (contractteelt) steeds belangrijker. Om dit te kunnen realiseren is het allereerst van belang om te weten hoe de planten in bloei te krijgen zijn. Daarnaast is het ook belangrijk om te weten hoe de ontwikkeling kan worden geremd als het te snel gaat, of kan worden versneld als het te langzaam gaat. Telers hebben daarom informatie nodig over welke factoren de bloeisnelheid van éénjarige zomerbloeiers beïnvloeden en hoe ze het bloeitijdstip bij kunnen sturen.

Gezien deze ontwikkelingen heeft de commissie 'Eenjarige zomerbloeiers' van LTO-Groeiservice onderzoek aangevraagd naar de mogelijkheden van bloeisturing bij violen en een aantal perkplanten die vermeerderd worden door stek: *Centradenia*, *Convolvulus sabatius*, *Cuphea*, *Lobelia erinus* en *Scaevola aemula*. Als eerste stap in dit onderzoek heeft het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving in Aalsmeer onderzocht wat er zoal bekend is in de literatuur over de bloeisturing van violen en de genoemde stekperkplanten.

Deze literatuurstudie had tot doel om alle beschikbare kennis in de literatuur over de bloeisturing van de genoemde gewassen te verzamelen en overzichtelijk weer te geven. Bij de start van de literatuurstudie is op verzoek van de LTO-commissie het gewas *Cuphea* vervangen door twee andere stekperkplanten: Stek-*Petunia* ('Surfinia' enz.) en *Verbena*-hybriden. Reden voor deze wijziging was de sterke opmars van *Petunia*- en *Verbena*-cultivars die door stek worden vermeerderd. Omdat de begrote tijd voor dit onderzoek gebaseerd was op zes gewassen in plaats van zeven, was er echter niet voldoende tijd om van *Petunia* alle literatuur te bestuderen en op te nemen in de resultaten. In dit rapport worden de resultaten per gewas weergegeven. Op basis van deze resultaten kan worden nagegaan of het onderzoek in het verleden compleet is geweest of dat aanvullend onderzoek gewenst is.

De gevonden literatuur beschrijft meestal geen uitgebreide onderzoeksresultaten, maar veeleer ervarings- en teeltkennis. Dat betekent bijvoorbeeld dat als een periode van acht weken van 12°C als werkzaam wordt genoemd, het best zo kan zijn dat zes of vier weken ook wel werkt, of 14°C, maar dat dat toevallig nog niet is uitgezocht.

Materiaal en Methoden

Voor het zoeken naar relevante literatuur is met behulp van het zoekprogramma Winspirs gezocht in CAB-abstracts van 1972 tot en met begin 1999, in AGRIS Current van 1980 tot en met begin 1999 en Current Contents van 1996 tot en met 1999. Er is ook nog gezocht in Agralin, wat een betere ontsluiting geeft van vakbladen en hoofdstukken in boeken. Er is gezocht op *Viola x wittrockiana*, *Viola tricolor* en *Viola cornuta*. Ook bij de stekperkplanten is gezocht op de geslachts- en soortnaam, op synoniemen en deels op naam van cultivars en series. De artikelen zijn beoordeeld op titel en vervolgens, indien van toepassing, opgevraagd om te bestuderen. Ook literatuurverwijzingen in de verzamelde artikelen zijn beoordeeld op titel en indien van toepassing, aangevraagd om te bestuderen. Alle in de literatuurlijst genoemde artikelen zijn geheel gelezen. Relevante informatie uit de artikelen is vermeld in de tekst van het rapport. De vermelding van de literatuurbron in de tekst wordt weergegeven door de auteursnaam en het jaartal van de publicatie. Per sub-hoofdstuk staat de informatie op volgorde van jaar van publicatie. Ieder hoofdstuk (= gewas) sluit af met een eigen literatuurlijst.

Resultaten

Viola

Herkomst en taxonomie

Violen behoren tot de familie van de Violaceae en het geslacht *Viola*. Dit is een geslacht met 500 soorten winterharde, eenjarige en overblijvende kruidachtige planten. De gekweekte soorten zijn overblijvend. *Viola x wittrockiana*, het tuinviooltje wordt het meest gekweekt. De cultivars bloeien rijk en bestaan in allerlei kleuren. De wilde soorten zijn geschikt voor een rotstuin en de koude kas. Van violen wordt aangenomen dat ze afkomstig zijn van *Viola tricolor*, een inheemse plant in centraal Europa. Bij de veredeling zijn verschillende species gebruikt, maar *Viola tricolor* is de voornaamste ouder.

Viola cornuta (hoornviooltje)

Afkomstig uit de Pyreneeën. Hoogte 10-30 cm en omvang 30-40 cm. De ei- tot hartvormige bladeren zijn gekarteld. De donkerlila bloemen zijn 2,5 cm groot en gaan in juni en juli open.

Viola odorata (maarts viooltje)

Afkomstig uit Europa, Azië en Noord-Afrika. Heeft een hoogte van 10-15 cm en een omvang van 30 cm of meer. Dit zeer bekende soort vormt groepjes dikke wortelstokken en verbreidt zich door uitlopers. De hartvormige bladeren zijn donkergroen. De paarse of witte bloemen zijn 1,2 tot 2 cm groot en bloeien van februari tot april, of soms in de herfst. *Viola odorata* is een echte tuinplant (vaste plant) geworden.

Viola tricolor

Afkomstig uit Europa. Hoogte 5-15 cm en een omvang van 15-30 cm of meer. De wat losse stengels dragen ei- tot lancetvormige, groene, gekartelde bladeren. De bloemen zijn 1,2 tot 4 cm groot en variëren in kleur van crème en geel tot donkerblauw en zwartpaars. De bloemen kunnen ook tweekleurig zijn. Ze bloeien overvloedig van mei tot september.

Viola x wittrockiana, syn. *Viola tricolor hortensis*, *V. t. maxima* (tuinviooltje)

Hoogte 15-30 cm, onderlinge afstand 15-25 cm. Hybriden, hoofdzakelijk voortgekomen uit *V. tricolor*. Ze lijken op *V. tricolor*, maar hebben grotere bloemen en groeien krachtiger. De bloemen hebben een doorsnee van 2,5 tot 10 cm. Ze bloeien van april tot juni. Onder *V. x wittrockiana* zijn ook variëteiten gerangschikt die gedeeltelijk van *V. cornuta* afstammen. Deze geheel winterharde, groenblijvende planten kunnen als overblijvende planten beschouwd worden. Ze dragen eenkleurige, ronde bloemen van het voorjaar tot de herfst.

Temperatuur

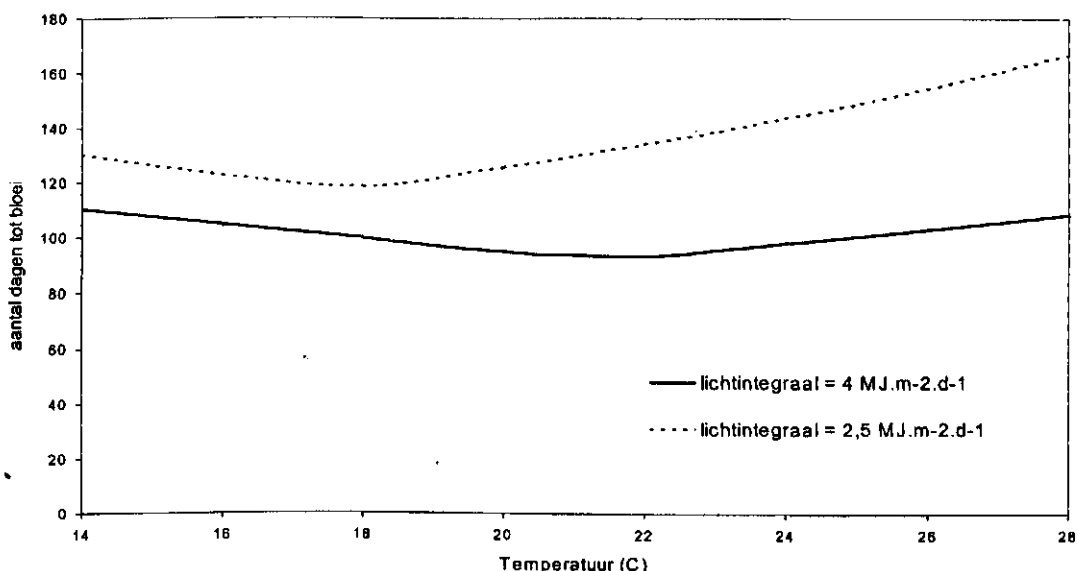
De eerste resultaten over de invloed van de temperatuur op de bloeisnelheid van violen komen uit een proef van Merrit en Kohl (1991). Planten van de cultivar 'Universal Mix' geteeld bij een nachttemperatuur van 7°C bloeiden vijftien dagen later dan planten geteeld bij een nachttemperatuur van 18°C. Merrit en Ting (1995) constateerden een bloeivertraging van twee tot zeven dagen bij een nachttemperatuur van 6°C ten opzichte van een nachttemperatuur van 17°C. Dit onderzoek geeft echter ook aan dat niet de nachttemperatuur, maar de gemiddelde etmaaltemperatuur bepalend is voor de bloeisnelheid. De *Viola x wittrockiana* - cultivars 'Accord Yellow Blotch', 'Accord Blue Blotch', 'Ultima Pink', 'Ultima Beacon Bicolor', 'Maxim Yellow', 'Fama See Me' en 'Fama Red' bloeiden bij een variabele dag/nacht-temperatuur met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 16°C in ongeveer hetzelfde aantal dagen en hadden visueel dezelfde morfologische karakteristieken als bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 16,5°C gerealiseerd met een dagtemperatuur van 26°C en een nachttemperatuur van 6°C.

Erwin en Kovanda (1996) bevestigen dat de bloeisnelheid toeneemt bij een hogere etmaaltemperatuur, maar komen met aanwijzingen dat dit maar tot een bepaalde temperatuur van toepassing is. Het bloeitijdstip van Pansy 'Delta Rose' en Viola 'Purple Sorbet' werd versneld door een toename in de temperatuur van 17 tot 20°C tijdens de eerste zes weken na de kieming. Bij een verdere verhoging van de temperatuur boven 20 tot 24°C tijdens de eerste zes weken na de kieming nam het aantal dagen tot bloei echter niet significant meer af. In een tweede proef (Erwin, 1997) werden tijdens verschillende periodes in de eerste zes weken na de kieming vier temperaturen (12, 16, 20, 24°C) aangehouden en daarna weer teruggezet bij een constante temperatuur van 16°C. In deze proef had een hogere temperatuur alleen een versnellend effect als de bloei geïnduceerd was. Onder kortedag-omstandigheden (8 of 11 uur daglengte) had een hogere temperatuur tijdens de eerste zes weken na de kieming geen invloed op de bloei. Onder langedag-condities (nachtonderbreking of 24 uur belichting) gaf een hogere temperatuur in de eerste zes weken na de kieming wel een kortere tijd tot bloei. Bij Pansy 'Delta Pure Rose' was er een vervroeging van 54 naar 45 dagen en bij Viola 'Sorbet Yellow Frost' een vervroeging van 51 naar 25 dagen. De planthoogte werd niet significant beïnvloed door de behandelingen tijdens de eerste zes weken na de kieming.

Adams, Pearson en Hadley (1997b) hebben belangrijk onderzoek gedaan naar de invloed van teeltomstandigheden op de bloeisnelheid van violen (*Viola x wittrockiana* Gams. cultivar 'Universal Violet'). In een eerste proef werd vijftien dagen na de kieming verspeend en vervolgens de bloeisnelheid bepaald bij zes teelttemperaturen (minimumtemperatuur ingesteld op 6, 10, 14, 18, 22 en 29°C) en vier daglengtes. De bloeisnelheid ($= 1/\text{aantal dagen tot bloei}$) bleek lineair toe te nemen met de gemiddeld gerealiseerde temperatuur tot een optimumtemperatuur van ruim 21°C. Boven deze optimumtemperatuur nam de bloeisnelheid lineair af met de gemiddeld gerealiseerde temperatuur. Er waren geen aanwijzingen voor een interactie met de daglengte.

In een tweede proef van Adams, Pearson en Hadley werd de bloeisnelheid bepaald bij een reeks temperaturen, natuurlijke daglengtes en lichtintegralen. Op 10 juli, 4 september, 21 oktober, 11 november en 2 december 1992 werd gezaaid en 25

dagen na de kieming werden de planten verspeend en in zes kassen gezet bij een minimumtemperatuur ingesteld op 4, 10, 14, 18, 22 en 26°C en een natuurlijke daglengte. Met dataloggers werd de gemiddeld gerealiseerde temperatuur geregistreerd. Het effect van de temperatuur was relatief klein ten opzichte van het effect van de zaaidatum. Bovendien was bij de zaaidatum in juli de temperatuur waarbij de snelste bloei optrad hoger (19-23°C) dan bij de zaaidatum in september (bij ongeveer 16°C snelste bloei). Omdat het gemiddelde lichtniveau bij de verschillende zaaidata aanzienlijk verschild, hebben de auteurs de optimale temperatuur voor de snelste bloei uitgezet tegen de gemiddelde lichtintegraal. Daaruit bleek dat de optimale temperatuur voor de snelste bloei lineair afneemt met de lichtintegraal als deze kleiner wordt dan 3,38 MJ.m⁻².d⁻¹ (globale straling). Bij een lichtintegraal boven de 3,38 MJ.m⁻².d⁻¹ waren er geen duidelijke aanwijzingen voor een invloed van de lichtintegraal op de optimale temperatuur voor de bloeisnelheid en bleef deze ongeveer constant op 21,3°C. De auteurs geven aan dat wellicht de verminderde beschikbaarheid van assimilaten als gevolg van een lager lichtniveau een rol speelt bij het geconstateerde effect. In Figuur 1 is aan de hand van het ontwikkelde model van Adams, Pearson en Hadley voor twee lichtniveaus de invloed van de temperatuur op het aantal dagen tot bloei weergegeven.



Figuur 1 Relatie tussen temperatuur en bloeisnelheid van violen bij twee lichtniveaus en een daglengte van 12 uur volgens het model van Adams, Pearson en Hadley (1997b)

Cipowicz (1997) beschrijft onderzoek bij *Viola cornuta*-hybriden. Ook hier gaf een lage temperatuur (8 tot 12°C) een later bloeitijdstip (eind april) dan een hogere temperatuur. De twee hogere temperaturen van 18 tot 20°C en 12 tot 15°C bloeiden ongeveer tegelijkertijd midden april, maar de hoogste temperatuur gaf geen verkoopbare kwaliteit. In een tweede proef met temperaturen van 15/12°C en 12/10°C gaf de hogere temperatuur ongeveer twee weken vroeger bloei. De aanvang van de bloei verschilde per cultivar. De auteur concludeert dat de teeltduur verkort kan worden door een late zaaidatum (januari) te combineren met een hogere temperatuur.

Daglengte

Withrow en Benedict (1936) lieten zien dat een dagverlenging met een lage lichtintensiteit bij de nauw verwante *Viola tricolor* een versnelling van de bloei geeft. Dit duidt op een langedag-respons. In een proef werd de natuurlijke daglengte in de winter verlengd tot 21 uur met een reeks lichtintensiteiten van ongeveer 3 tot 1000 lux. Het aantal dagen tot bloei was bij een belichting van 3 lux aanzienlijk lager dan bij de controle zonder belichting. Bij een toename in lichtintensiteit naar 10 lux was er nog een kleine afname in het aantal dagen tot bloei, maar een verdere verhoging van de lichtintensiteit had nauwelijks nog invloed op het aantal dagen tot bloei. Er zijn dus geen hoge belichtingsintensiteiten nodig voor de werking van het fotoperiodische mechanisme. Bij *Viola tricolor* ligt de benedengrens in de buurt van 100 lux.

Het oranje (> 650 nm) en rode (> 680 nm) gedeelte van het zichtbare spectrum produceerde de meest uitgesproken fotoperiodische respons. Met name dagverlenging met oranje-rood licht (> 650 nm) resulteerde in de vroegste bloei en het grootste aantal bloemen. Bij de blauwe (380-510 nm), groene (455-550 nm) en gele belichting (530-650 nm) was er weinig effect op het bloeitijdstip. Het fotoperiodische mechanisme lijkt een maximale spectrale gevoeligheid te hebben van 650 tot 720 nm. De groene en gele regionen van 450 tot 650 nm geven weinig effect bij *Viola tricolor*. De gevoeligheid lijkt sneller te dalen in de richting van de langere golflengtes dan in de richting van de kortere golflengtes.

Bij langedagplanten is niet de lengte van de dag bepalend voor de bloei-inductie, maar de lengte van de nacht. Bij korte nachten wordt bloei geïnduceerd. Een belichting midden in de nacht, ervaart een langedagplant min of meer als twee korte nachten en induceert bloei. Hughes en Cockshull (1966) rapporteerden dat de bloei van violen werd versneld door een nachtonderbreking. Een nachtonderbreking van twee uur bij een daglengte van acht uur resulteerde bij Pansy 'Engelmann's Giant' in zowel een vroegere bloei als een grotere vegetatieve groei. De beschreven resultaten zijn te verkrijgen met '60 W'-gloeilampen ongeveer anderhalve meter uit elkaar, 60 cm boven de planten.

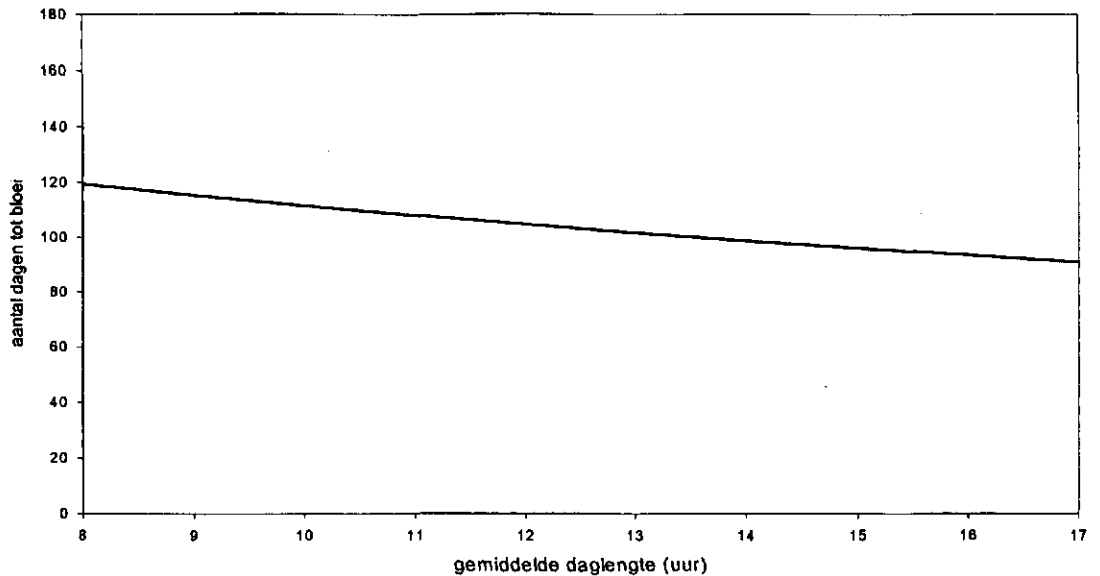
Erwin en Kovanda (1996) hebben het effect van belichting tijdens de eerste zes weken na de kieming onderzocht. Na zes weken belichting werden de planten teruggezet naar natuurlijke daglengtecondities in Minneapolis/St. Paul van december tot maart. De bloei van *Viola* 'Sorbet Purple' werd versneld door zowel een nachtonderbreking (100 lux gloeilamp van 22.00 uur tot 02.00 uur) als een 24-uursbelichting (10.000 lux assimilatiebelichting met hogedruk-natriumlampen). Verlenging van de daglengte van acht naar elf uur (10.000 lux assimilatiebelichting van 17.00 uur tot 20.00 uur) gaf geen versnelling van de bloei in *Viola* (Het is niet duidelijk of dit alleen geldt voor *Viola* 'Sorbet Purple' of ook voor pansy 'Delta Rose'). Interessant is dat de planthoogte erg kort was als de violen werden geïnitieerd en dan weer terug in de korte dag werden gezet (Dit zou betekenen dat naast het voordeel van vroegere bloei wellicht ook minder remmiddelen nodig zijn tijdens de teelt).

In een tweede proef (Erwin, 1997) is belicht gedurende verschillende perioden in de eerste zes weken na het kiemen. Buiten de behandelingsperioden werden de planten geteeld bij een daglengte van acht uur. Een daglengte van acht uur (korte

dag) en van elf uur (dagverlenging van 17.00 tot 20.00 uur met 5000 lux met hoge-druk-natriumlampen) gaf geen of een late bloei. De planten onder korte dag en dagverlenging bloeiden in resp. 100 en 89 dagen. Bij de nachtonderbreking (van 22.00 tot 2.00 uur 100 lux met gloeilampen) en 24 uur belichting (5.000 lux hogedruk-natriumlampen gehele nacht) bloeiden de violen in 48 en 38 dagen. Viola 'Sorbet Yellow Frost' reageerde met 63 dagen vervroeging meer op belichting dan Pansy 'Delta Pure Rose' (41 dagen vervroeging). Viola 'Sorbet Yellow Frost' vertoonde bijna een obligate langedag-respons (= bij korte dag geen bloei). Het verschil in gevoeligheid voor daglengte verklaart de auteur uit de genetische achtergrond van de twee cultivars. Hij veronderstelt dat de nieuwere Viola-introducties nauwer verwant zijn aan de wilde soorten en daardoor meer fotoperiodisch reageren. Pansy 'Delta Pure Rose' vertoonde een facultatieve langedag-respons (sneller bloei onder lange dag, maar lange dag is niet essentieel voor bloei).

Planten die in eerste instantie vegetatief bleven (bij een daglengte van 8 of 11 uur) hadden meer scheuten. Bij een nachtonderbreking of continu belichting hadden de planten minder scheuten. Bij de nachtonderbreking was het aantal scheuten het laagst. In tegenstelling tot de eerste proef van Erwin werd de planthoogte in de tweede proef niet significant beïnvloed door een belichting tijdens de eerste zes weken van de teelt. Tijdens de eerste twee weken na de kieming is belichting weinig effectief (vervroeging van 113 naar 88 dagen). Belichting tijdens de eerste zes weken verlaagde de teeltduur van 103 naar 31 dagen. De meest efficiënte tijd voor belichting lijkt daarom te liggen tussen de twee en zes weken na kieming. Dit gaf een vervroeging van 96 naar 39 dagen (Erwin, 1997).

In de eerste proef van Adams, Pearson en Hadley (1997b) werd gedurende de eerste vijftien dagen na de kieming een daglengte van zestien uur aangehouden. Daarna werd verspeend en bij een daglengte van 8, 11, 14 en 17 uur de bloeisnelheid bepaald. Van 8.00 tot 16.00 uur kregen de planten natuurlijk daglicht in de kas en aansluitend aan de dag werden de daglengtes boven de acht uur gerealiseerd met een belichting met een lage lichtintensiteit ($11 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, PAR). De bloeisnelheid (= $1/\text{aantal dagen tot bloei}$) nam lineair toe met de daglengte. In Figuur 2 is het effect van de daglengte op het aantal dagen tot bloei weergegeven volgens de gevonden relatie. Binnen het getoetste bereik waren er geen aanwijzingen voor zowel een kritische daglengte (= daglengte waar beneden geen bloei optreedt) of een bovengrens (= daglengte waar boven een verdere toename in daglengte geen positief effect op de bloeisnelheid meer heeft). Het onderzochte bereik komt overeen met de natuurlijke variatie in daglengte in Nederland. In Nederland loopt de natuurlijke daglengte uiteen van iets minder dan acht uur eind december tot bijna zeventien uur eind juni. Er waren geen aanwijzingen voor een interactie met de temperatuur. In een tweede proef met verschillende zaaidata en teelt bij een natuurlijke daglengte werd bevestigd dat de bloeisnelheid lineair toeneemt met de gemiddelde daglengte tijdens de teelt.



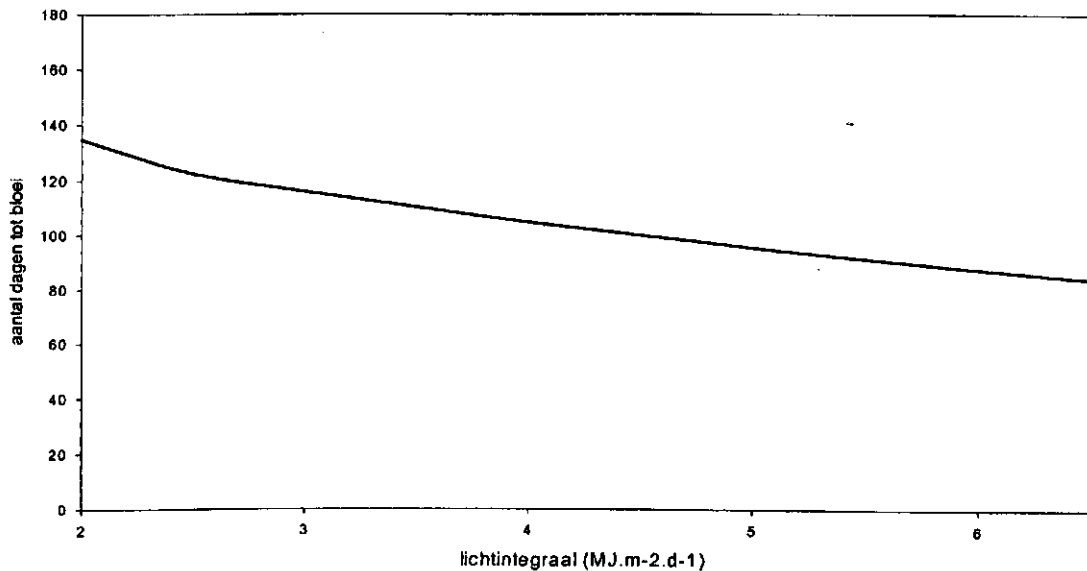
Figuur 2 Relatie tussen de gemiddelde daglengte tijdens de teelt en de bloeisnelheid van violen bij een temperatuur van 16°C en een lichtintegraal van 4 MJ.m⁻².d⁻¹ volgens het model van Adams, Pearson en Hadley (1997b).

Licht

Bij Pansy 'Delta Rose' bleek een 24-uursbelichting tijdens de eerste zes weken na de kieming een vroegere bloei te geven dan een nachtonderbreking. Erwin en Kovanda (1996) verklaren dit uit het verschil in de totale hoeveelheid licht. Bij de 24-uursbelichting (met 10.000 lux assimilatiebelichting met hogedruk-natrium-lampen) was het lichtniveau hoger dan bij de nachtonderbreking (100 lux gloeilamplicht van 22.00 tot 2.00 uur). Meer licht onder langedag-condities versnelt blijkbaar de bloei. In de tweede proef (Erwin, 1997) gaf de continu belichting (5.000 lux van hogedruk-natrium-lampen gehele nacht) elf dagen eerder bloei dan de nachtonderbreking (van 22.00 tot 2.00 uur 100 lux met gloeilampen). Dit bevestigde dat een hogere lichtintensiteit onder langedag-condities het aantal dagen tot bloei vermindert.

In de tweede proef (proefopzet zie bij temperatuur) van Adams, Pearson en Hadley (1997b) werd een invloed van de lichtintegraal op de bloeisnelheid van violen gevonden. Ten eerste geeft een lagere lichtintegraal beneden de 3,38 MJ.m⁻².d⁻¹ een lagere optimale temperatuur voor de snelste bloei (zie temperatuur). Daarnaast vonden Adams, Pearson en Hadley een lineair verband tussen de gemiddelde lichtintegraal en de bloeisnelheid van violen. Zij veronderstellen dat dit effect verklaard kan worden uit een toegenomen beschikbaarheid van assimilaten en groei bij een hogere lichtintegraal. De lineaire relatie met de bloeisnelheid (= 1 / aantal dagen tot bloei) betekent een hyberbolische relatie tussen de lichtintegraal en het aantal dagen tot bloei (Figuur 3). Bij een lage lichtintegraal heeft een kleine toename in licht daardoor een groot effect op het aantal dagen tot bloei, terwijl bij een hoge lichtintegraal een kleine toename minder effect zal hebben op het aantal dagen tot bloei. De afhankelijkheid van de bloeisnelheid van de lichtintegraal biedt telers de mogelijkheid om met schermen en belichten het bloeitijdstip respec-

tievelijk te vertragen of te versnellen. In de proeven kon geen interactie van licht met temperatuur of daglengte worden vastgesteld.



Figuur 3 Relatie tussen de gemiddelde dagelijkse lichtsom tijdens de teelt en de bloeisnelheid van violen bij een temperatuur van 16°C en een daglengte van 12 uur volgens het model van Adams, Pearson en Hadley (1997b)

Model voor de invloed van temperatuur, daglengte en licht op de bloeisnelheid

Beschrijving van de relaties in het model

Adams, Pearson en Hadley (1997b) hebben aan de hand van hun onderzoeksresultaten een model opgesteld dat de invloed beschrijft van temperatuur, daglengte en lichtintegraal op de bloeisnelheid van violen (*Viola x wittrockiana* Gams. cultivar Universal Violet).

$$1/f = -0,00155 + 0,000244 * T_e + 0,000291 * P + 0,000924 * M$$

$$\text{met } T_e = T_o - |T_o - T_a|$$

$$\text{en } T_o = 6,93 + 4,25 * M \text{ als } M < 3,38 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$$

$$\text{en } T_o = 21,3^{\circ}\text{C} \text{ als } M > 3,38 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$$

f = aantal dagen tot eerste bloei

T_e = effectieve temperatuur (°C)

T_o = optimum temperatuur voor bloeisnelheid (°C)

T_a = gemiddelde etmaaltemperatuur (°C)

P = gemiddelde daglengte (uur.d⁻¹)

M = gemiddeld gerealiseerde lichtintegraal (MJ.m⁻².d⁻¹)

In de figuren 1, 2 en 3 is het effect van de temperatuur, daglengte en lichtintegraal op het aantal dagen tot bloei volgens deze formule weergegeven.

Snellere screening van nieuwe cultivars op bloeisnelheid

Een eerste toepassing van het model zien Adams, Pearson en Hadley (1997b) in de mogelijkheid van een snellere screening van de bloei van nieuwe cultivars op hun gevoeligheid voor temperatuur, daglengte en licht. Nieuwe cultivars worden meestal meerdere keren gezaaid om de bloeisnelheid te bepalen. De gerealiseerde omstandigheden tijdens die proeven bepalen echter mede de bloeisnelheid. Door tijdens de proefzaaisels ook de teeltomstandigheden te registreren kunnen voor nieuwe cultivars de cultivarspecifieke waarden van de constanten in het bloeimodel worden bepaald. De waarde van de constanten geven aan of een nieuwe cultivar meer of minder gevoelig is voor temperatuur, daglengte en lichtintegraal. Daaruit kan dan snel afgeleid worden of een cultivar onder winteromstandigheden snel zal bloeien.

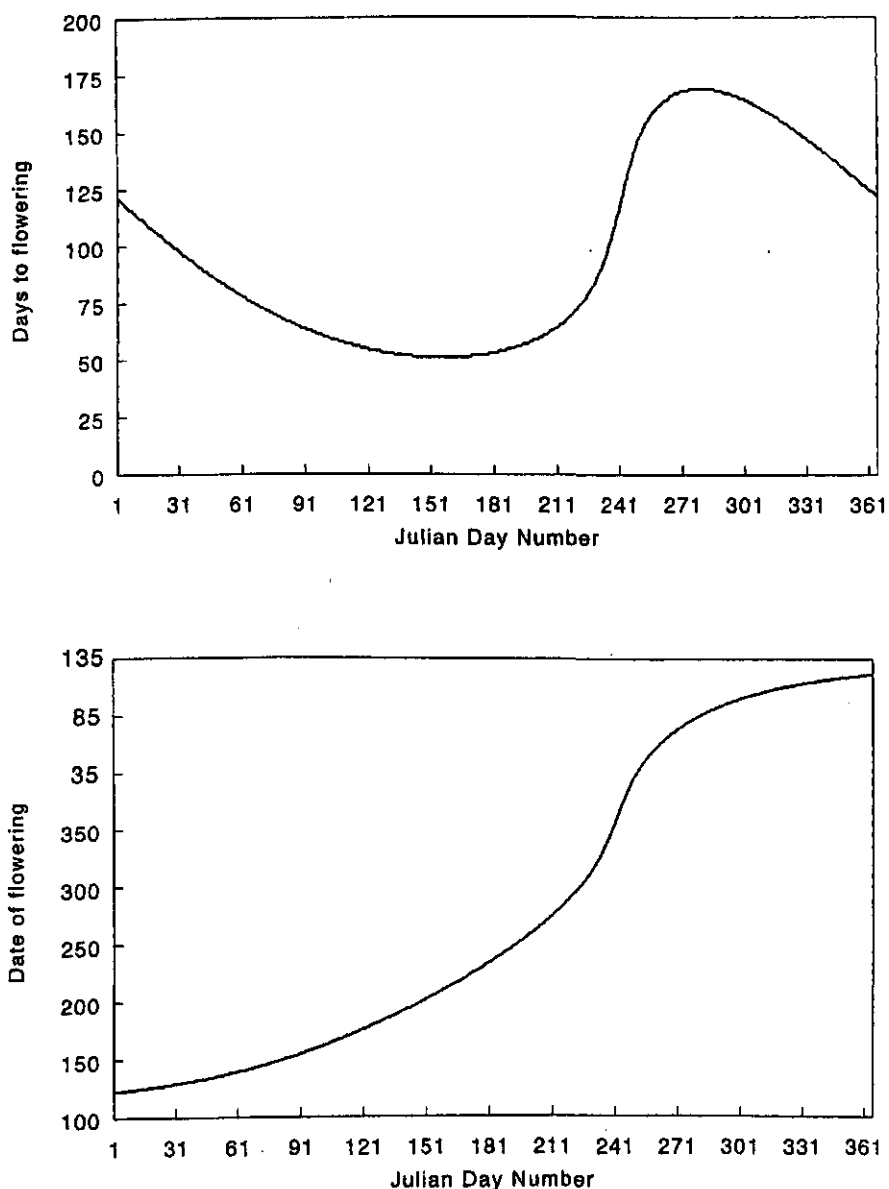
Nauwkeuriger opstellen van zaaischema's

Met behulp van het bloeimodel kunnen ook nauwkeurigere zaaischema's opgesteld worden, omdat een teler uit kan gaan van zijn eigen bedrijfsspecifieke temperatuur-, licht- en daglengteomstandigheden. Als voorbeeld hebben de opstellers van het model een zaaischema opgesteld voor de locatie Reading in Engeland. Ze gebruikten daarvoor de langjarige temperatuurgemiddelden, lichthoeveelheden en een berekening van de gemiddelde daglengte voor hun kaslocatie. Voor de temperatuur in de kas zijn ze uitgegaan van een minimumtemperatuur van 5°C en een kastemperatuur die gemiddeld 4°C boven de buitentemperatuur lag. Boven in figuur 4 staat het resultaat als het aantal dagen tot bloei wordt uitgezet tegen de zaaidatum en onder in Figuur 4 staat de bloeidatum als dagnummer uitgezet tegen de zaaidatum voor hun locatiespecifieke omstandigheden. Uit het opgestelde zaaischema bleek dat voor violen gezaaid tussen dag 0 tot 150 het aantal dagen tot bloei snel afneemt. Bij het zaaien tussen dag 200 en 280 neemt de tijdsduur tot bloei echter heel snel toe. Planten gezaaid op bijvoorbeeld dag 230 (18 Augustus) zouden volgens het model na 85 dagen bloeien, terwijl planten die 20 dagen later gezaaid worden pas na 145 dagen zouden gaan bloeien. Dit wordt veroorzaakt doordat bij het begin van de winter, zowel de lichtintegraal als de temperatuur en de daglengte snel afnemen en daardoor een grote vertraging veroorzaken in het bloeitijdstip. Dit komt overeen met praktijkervaringen (Adams, Pearson en Hadley, 1996 en 1997b).

Manipuleren van bloeidatum

Het bloeimodel kan ook gebruikt worden om tijdens de teelt de bloeidatum bij te sturen. Dit biedt mogelijkheden om een afgesproken afleverdatum te realiseren, zelfs als de weersomstandigheden afwijkingen in het vooropgestelde zaaischema veroorzaken. Als voorbeeld wordt een eenvoudig scenario geschetst waarbij gezaaid is op 1 september, de gemiddelde temperatuur 3°C boven de buitentemperatuur wordt gehouden en de bloeidatum voorspeld is op 6 januari. Als in de periode van 30 tot 80 dagen na het zaaien het lichtniveau gemiddeld 10% hoger of lager zou zijn dan verwacht, zou volgens het model de bloeidatum met zes dagen vervroegd of verlaat worden. Met het model is nagegaan of met een verandering in de temperatuurinstelling vanaf dag 80 de bloeidatum weer bijgestuurd zou kunnen worden naar 6 januari. Het model liet zien dat bij het hoge lichtniveau een verlaging van de temperatuur naar gemiddeld 2°C boven de

buitentemperatuur de bloeidatum zes dagen zou vertragen. Bij het lage lichtniveau zou een verhoging van de temperatuur naar 5°C boven de buitentemperatuur de bloeidatum zes dagen versnellen. Deze verhoging van de temperatuur zou echter wel ongewenste nadelen voor de plantkwaliteit kunnen geven (Adams, Pearson en Hadley, 1996 en 1997b).



Figuur 4 Relatie tussen de zaaidatum en het voorspelde aantal dagen tot bloei (boven) en de relatie tussen de zaaidatum en het dagnummer van de bloei (onder) volgens het model van Adams, Pearson en Hadley. Bron: Adams, Pearson en Hadley (1996).

Modellen voor invloed van klimaatomstandigheden op de plantkwaliteit

Inleiding

Het bijsturen van het bloeitijdstip met de teeltomstandigheden heeft als bijkomend effect dat ook de plantkwaliteit beïnvloed wordt. Adams, Pearson en Hadley (1996 en 1997a) hebben naast het model voor de bloeisnelheid, modellen ontwikkeld waarmee de invloed van de teeltomstandigheden op drooggewicht, vertakking, planthoogte, bladafsplitsing en bloemgrootte van violen voorspeld kunnen worden. Deze modellen kunnen gebruikt worden om na te gaan welk effect de aanpassingen in de teeltomstandigheden hebben op de kwaliteitskenmerken van de violen. Telers kunnen dan een wel overwogen beslissing nemen bij veranderingen in de teeltomstandigheden. Dit is belangrijk voor de telers die zoeken naar een balans tussen maximale kwaliteit en bloeitijdstip. Hoewel ze niet direct van belang zijn voor de bloei, worden de relaties daarom wel kort in dit rapport weergegeven.

Het gebruik van onderstaande modellen om de kwaliteit van violen te voorspellen suggereert dat de beste kwaliteit violen bereikt wordt bij een lage teelttemperatuur van ongeveer 10°C (Adams, Pearson en Hadley, 1996). Het proberen om de output te verhogen door een verhoging van de temperatuur kan tegengestelde resultaten geven, omdat de kwaliteit vermindert en de tijdsduur tot bloei zelfs toe kan nemen. Hoewel deze reacties al bekend waren bij telers, geeft deze studie een belangrijk voordeel omdat de absolute effecten van elke combinatie van klimaatomstandigheden nu kwantificeerbaar zijn.

Plantdrooggewicht

De drogestof-accumulatie in violen is sterk afhankelijk van de temperatuur en de lichtintegraal. Adams, Pearson en Hadley (1997a) hebben de invloed van temperatuur en licht op de vegetatieve groei onderzocht en een model ontwikkeld voor de drogestof-accumulatie bij violen. Het model veronderstelt dat de relatieve groeisnelheid (RGR) lineair afneemt met de temperatuursom vanaf het zaaien ('thermal time accumulated from sowing, reflecting the ontogenic drift'). Het model gaat er verder vanuit dat de relatieve groeisnelheid in een semi-ellipsoïde functie afhankelijk is van de temperatuur, toenemend tot een optimum bij 25,3°C en daarboven weer afnemend. Verder geeft het model een positieve lineaire functie met de lichtintegraal. Het model verklaarde in deze vorm 94% van de variantie in relatieve groeisnelheid. Bij een onafhankelijke validatie van het model met resultaten van vier gewassen geteeld bij vier temperaturen kon het model nauwkeurig het drooggewicht voorspellen ($R^2 = 0,98$).

Een simulatie van de effecten van temperatuur op de drogestof-accumulatie met behulp van het ontwikkelde model geeft een indicatie dat de optimumtemperatuur voor drogestof-accumulatie af lijkt te nemen met een toename in de plantleeftijd. Het model gaf aan dat tussen de 10 en 25°C en bij een constante lichtintegraal van 2,5 MJ.m⁻².d⁻¹ in eerste instantie het drooggewicht het grootst was bij een temperatuur van 25°C. Verder in de tijd neemt de gesimuleerde groei van het gewas bij 25°C echter duidelijk af ten opzichte van de koudere temperaturen. Dit veronderstelt dat de optimumtemperatuur voor maximale gewicht afnam. 170 Dagen na het zaaien was de optimumtemperatuur voor het maximale plantgewicht

ongeveer 16°C. De gebruikte lichtintegraal is vrij laag, maar is gekozen omdat viool een herfst/winter gewas is. De relatieve groeisnelheid leek lineair toe te nemen met de lichtintegraal tot aan 10,2 MJ.m⁻².d⁻¹ (Adams, Pearson en Hadley, 1997b).

Bladafsplitsing

De bladafsplittingsnelheid (= toename in aantal bladeren per dag) aan de hoofdstengel van violen is lineair afhankelijk van zowel de lichtintegraal als de temperatuur (binnen het onderzochte bereik van 6,5 en 30°C). Er was geen significante interactie tussen deze factoren. De gefitte functie verklaarde 41% van de variantie in bladafsplitsing. Bij een voorspelling van het aantal bladeren op een bepaald tijdstip met behulp van de opgestelde formule kon 94% van de variantie in het aantal bladeren worden verklaard (Adams, Pearson en Hadley, 1996 en 1997b). Ito, Hisamatsu, Soichi, Nonaka, Amano en Koshioka (1997) vonden echter bij een etmaaltemperatuur van 20°C een grotere bladafsplittingsnelheid (0,361 bladeren per dag in de eerste 23 dagen van de teelt) dan bij 15 of 25°C (0,265 bladeren per dag). Zij geven aan dat er voor bladafsplitsing bij violen een optimumtemperatuur zou zijn die rond de 20°C ligt en dat daarboven de bladafsplittingsnelheid weer af zou nemen.

Bloemgrootte

Onder kasomstandigheden neemt de bloemgrootte van violen lineair af bij een toename in de gemiddelde temperatuur, in het bereik tussen 9 en 31°C. De afname in bloemgrootte is proportioneel aan de grootte van de toename in de temperatuur en aan de lengte van de blootstelling aan de temperatuur. Langere blootstelling aan hogere temperaturen leidt dus tot kleinere bloemen. De temperatuur vóór het zichtbaar worden van de bloemknop heeft weinig effect op de uiteindelijke bloemgrootte, maar alle daaropvolgende stadia zijn even gevoelig voor een toename in temperatuur. Een periode met hoge temperatuur heeft onafhankelijk van het stadium van de bloemontwikkeling dus hetzelfde effect op de bloemgrootte. Er waren geen aanwijzingen voor een optimumtemperatuur. Met het ontwikkelde model kon nauwkeurig de uiteindelijke bloemgrootte voorspeld worden (86% verklaring van de variantie in bloemgrootte). De snelste bloemontwikkeling van zichtbare bloemknop tot bloei werd gevonden bij een temperatuur van 25°C. Er wordt een model gegeven die de bloemgrootte kan voorspellen (Pearson, Parker, Adams, Hadley en May, 1995 en Adams, Pearson en Hadley, 1996).

Vertakking

Bij violen worden er geen scheuten gevormd tot er ongeveer 7,6 bladeren afgesplitst zijn aan de hoofdstengel. Daarna is de snelheid van de scheutproductie lineair gerelateerd aan de temperatuur tot een optimum van 16°C. Temperaturen boven deze waarde verlagen de snelheid van scheutvorming. De snelheid van scheutvorming was ook curvilineair gerelateerd aan de lichtintegraal. 32% Van de variantie in scheutproductie kon verklaard worden met de beschreven functie. Bij het gebruik van het model voor het aantal scheuten en het model voor het aantal bladeren om het aantal scheuten op elk willekeurig tijdstip te voorspellen kon 75%

van de variantie in het uiteindelijke aantal scheuten verklaard worden (Adams, Pearson en Hadley, 1996).

Planthoogte

De planthoogte van violen neemt curvelineair toe met zowel de 'thermal time' als de geaccumuleerde lichtintegraal vanaf het zaaien. Hoewel er geen rekening is gehouden met DIF en het effect van lichtkwaliteit die ook de planthoogte beïnvloeden, leek het model op basis van de 'thermal time' en de geaccumuleerde lichtintegraal vanaf het zaaien redelijk accuraat ($R^2 = 0,76$) (Adams, Pearson en Hadley, 1996).

Overige factoren

Bemesting

Stikstofdoseringen van 0, 10, 20 en 30 g N/m² gaven geen significante verschillen in het aantal dagen tot het verschijnen van de eerste bloem. De bloemproductie per plant nam wel lineair toe met de N-dosis. De toename in bloemproductie was voornamelijk het gevolg van een toename in groei. Ook verschillende fosfaat-doseringen van 0, 5 en 10 g/m² hadden geen invloed op het aantal dagen tot het verschijnen van de eerste bloem. De bloemproductie nam wel toe (Jhon, Saini en Sharma, 1984).

Groeiregulatoren

Het gebruik van groeiregulatoren lijkt geen effect te hebben op de bloeisnelheid. Behandelingen met o.a. Bonzi, Sumagic en B-Nine op het eerste, tweede, derde of vierde bladstadium hadden geen invloed op het bloeitijdstip (Laffe en Styer, 1989). In de inleiding van het artikel van Baevre (1992), wordt vermeld dat in een voorgaand experiment het gieten van chloormequat op de pot een vertraging gaf van de bloei bij violen. In de beschreven proeven hadden de verschillende concentraties en frequenties bij de bespuitingen met chloormequat echter geen invloed op de teeltduur. Dit wordt bevestigd door Seume (1993). In een proef met verschillende remstofbehandelingen werden de bloei- en groei-eigenschappen niet noemenswaardig beïnvloed door de CCC-behandelingen.

Plantafstand

Verskillende plantafstanden van 20x20, 20x25 en 20x30 cm hadden geen significant effect op het aantal dagen tot het verschijnen van de eerste bloem (Jhon, Saini en Sharma, 1984). De grootste plantafstand produceerde wel meer en grotere bloemen dan de kleinere plantafstanden.

Bewaring van zaailingen

Bij het bewaren van zaailingen van *Viola x wittrockiana* in pluggen (bij 5 en 10°C, met 0, 2 en 12 µmol.m⁻².s⁻¹ bijbelichting gedurende 7, 14 of 21 dagen) was het aantal dagen van zaaien tot bloei groter naarmate de zaailingen langer bewaard waren. Afgezien van het aantal dagen in bewaring, bloeiden de bewaarde violen in een vergelijkbaar tijdsbestek of waren tot maximaal tien dagen later in vergelijking

met onbewaarde violen. Bewaring in de productieruimte gaf eveneens een vertraging in de bloei (Kaczperski en Armitage, 1992). De auteurs vermeldden dat bloeivertraging in bewaarde zaailingen van violen ook gerapporteerd is door Al-Hemaid and Koranski (1990) en Koranski et al. (1989). (Deze artikelen zijn door ons niet bestudeerd).

Conclusies en discussie

Temperatuur

De bloeisnelheid ($= 1/\text{aantal dagen tot bloei}$) neemt lineair toe met de gemiddeld gerealiseerde temperatuur tijdens de teelt tot een optimumtemperatuur van $21,3^{\circ}\text{C}$. Boven de $21,3^{\circ}\text{C}$ neemt de bloeisnelheid lineair af met de gemiddeld gerealiseerde temperatuur. Deze relatie geldt als de lichtintegraal groter of gelijk is aan $3,38 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Als de lichtintegraal beneden de $3,38 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ daalt, daalt de optimumtemperatuur waarbij de snelste bloei optreedt. Bij een zaaidatum in juli was de optimumtemperatuur voor de snelste bloei nog $21,3^{\circ}\text{C}$ maar bij een zaaidatum in september en de teeltomstandigheden in Reading daalde de optimumtemperatuur daardoor naar 16°C (Adams, Pearson en Hadley, 1997b). Tijdens de eerste zes weken na de kieming geeft een hogere temperatuur alleen een versnelling als de planten al geïnduceerd zijn (Erwin, 1997).

Adams, Pearson en Hadley (1997b) concluderen dat het effect van temperatuur op de bloeisnelheid relatief gering is ten opzichte van het effect van de licht-integraal (en de daglengte?). De mogelijkheden voor telers om met behulp van de temperatuur het bloeitijdstip te sturen zijn daardoor relatief klein. Bovendien heeft een toename van de temperatuur tijdens de late stadia van de plantontwikkeling een negatief effect op de plantkwaliteit.

Daglengte

Bij *Viola x wittrockiana* wijzen de resultaten op een kwantitatieve langedag-respons. Dit betekent dat violen onder kortedag-omstandigheden wel kunnen gaan bloeien, maar dat onder langedag-omstandigheden de bloei wordt vervroegd. Dit lijkt wat tegenstrijdig met de algemene gedachte dat violen dagneutraal zijn. De respons op daglengte is echter gering, waardoor *Viola x wittrockiana* toch in de winter kan bloeien en geproduceerd kan worden (Adams, 1997b). De bloeisnelheid ($= 1/\text{aantal dagen tot bloei}$) van *Viola x wittrockiana* Gams. cultivar 'Universal Violet' neemt lineair toe met de gemiddelde daglengte tijdens de teelt. Binnen het bereik van acht tot zeventien uur, dat overeenkomt met de variatie in de natuurlijke daglengte in Nederland, waren er geen aanwijzingen voor een kritische daglengte, waaronder geen bloei meer optreedt of een bovengrens waarboven geen verdere versnelling meer optreedt.

De mate waarop cultivars op daglengte reageren is afhankelijk van de genetische achtergrond. Bij *Viola x wittrockiana* Gams. cultivar 'Universal Violet' is de respons op daglengte gering (25 dagen eerder bloei in Adams, 1997b) in vergelijking met de nauw verwante *Viola tricolor* (72 dagen eerder bloei in Withrow, 1936). *Viola tricolor* wordt gezien als één van de belangrijke voorouders van de *Viola x wittrockiana*-hybriden. Cultivars die nauwer verwant zijn aan *Viola tricolor* reageren daardoor waarschijnlijk meer op daglengte dan de *Viola x*

wittrockiana-hybriden. Viola 'Sorbet Yellow Frost' reageerde meer op een nachtonderbreking dan pansy 'Delta Pure Rose' en Viola 'Sorbet Yellow Frost' vertoonde zelfs bijna een obligate langedag-respons (= bij korte dag geen bloei). Erwin (1997) geeft als verklaring dat de nieuwere Viola-introductie blijkbaar nauwer verwant is aan de wilde soorten en daardoor meer fotoperiodisch is dan de *Viola x wittrockiana*-hybriden.

De eerste twee weken na de kieming is de plant nog weinig gevoelig voor daglengte (Erwin, 1997). Blijkbaar kent de plant eerst nog een juveniele fase waarin langedag-omstandigheden geen bloei kan induceren. Adams, Pearson en Hadley vermelden niets over een juveniele fase, maar in dat onderzoek werden de zaailingen eerst 15 (in eerste proef) of 25 dagen (in tweede proef) in een groeikamer geteeld voordat de temperatuur-, daglengte- en lichtbehandelingen werden gestart. Bij de start van de behandelingen was de juveniele fase dan waarschijnlijk al voorbij. Vanaf twee weken na de kieming lijkt de juveniele fase voorbij en kan een nachtonderbreking of verlenging van de dag het bloeitijdstip vervroegen. Een nachtonderbreking of dagverlenging in de periode van twee tot zes weken na de kieming is voldoende om een vroege bloei te induceren (Erwin, 1997). Als de plant daarna weer onder kortedag-omstandigheden wordt teruggezet, blijft de plant zich verder generatief ontwikkelen.

De daglengtegevoeligheid van violen geeft telers de mogelijkheid om met behulp van een nachtonderbreking of dagverlenging een vroegere bloei te induceren. De resultaten van Erwin (1997) geven aan dat de planten vanaf twee weken na het kiemen geïnduceerd kunnen worden. Een behandelingsperiode van vier weken lijkt dan al voldoende om een vroege bloei te induceren.

Licht

Een grotere hoeveelheid licht tijdens de teelt versnelt de bloei van violen. Verder heeft een lage lichtintegraal, indirect via een verlaging van de optimale temperatuur, invloed op de bloeisnelheid. De bloeisnelheid ($= 1/\text{aantal dagen tot bloei}$) is lineair afhankelijk van de gemiddelde lichtintegraal tijdens de teelt. Dit betekent een hyperbolische relatie tussen de lichtintegraal en het aantal dagen tot bloei (Figuur 3). Bij een laag lichtniveau heeft een toename in de hoeveelheid licht daardoor een groter effect op het aantal dagen tot bloei, dan bij een zelfde toename bij een hoog lichtniveau. De afhankelijkheid van de bloeisnelheid van het lichtniveau biedt telers de mogelijkheid om met schermen of bijbelichten het bloeitijdstip respectievelijk te vertragen of te versnellen. Er kon geen interactie van het lichtniveau met de temperatuur of de daglengte worden vastgesteld. Erwin (1997) geeft aan dat tijdens de eerste zes weken na de kieming een hoger lichtniveau alleen onder langedag-condities de bloei kan versnellen.

Sturing bloeitijdstip en plantkwaliteit

Het ontwikkelde model van Adams, Pearson en Hadley (1996 en 1997b) geeft telers de mogelijkheid om tijdens de teelt de bloeidatum bij te sturen als de weersomstandigheden afwijkingen in het vooropgestelde zaaischema veroorzaken. De modellen voor de invloed van de klimaatomstandigheden op de andere plantkenmerken van violen geven telers daarbij nog de mogelijkheid om na te gaan welk effect de aanpassingen hebben op de plantkwaliteit. Telers kunnen dan

nagaan welke aanpassing in de klimaatomstandigheden zo weinig mogelijk negatieve gevolgen heeft voor de plantkwaliteit.

Daarnaast kan het model telers helpen bij het nauwkeuriger opstellen van zaaischema's. Telers kunnen namelijk uitgaan van hun eigen bedrijfsspecifieke temperatuur-, licht- en daglengteomstandigheden tijdens de teelt. Verder geeft het model de mogelijkheid om nieuwe cultivars snel te screenen in welke mate de bloeisnelheid afhankelijk is van de temperatuur, daglengte en lichthoeveelheid. De auteurs geven aan dat de ontwikkelde software voor telers beschikbaar is via de 'Horticulture Development Council' in Engeland.

Overige factoren

Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat de bloeisnelheid beïnvloed wordt door de bemesting. Behandelingen met remstoffen (o.a. Bonzi, Sumagic, B-Nine en CCC) hadden geen invloed op de bloeisnelheid. Verschillende plantafstanden hadden evenmin effect op het aantal dagen tot het verschijnen van de eerste bloem. Bewaring van pluggen met zaailingen lijkt daarentegen wel invloed te hebben op de bloeisnelheid. Afgezien van het aantal dagen bewaring bij lage temperatuur, bloeiden de bewaarde violen in een vergelijkbaar tijdsbestek of waren tot maximaal tien dagen later dan onbewaarde zaailingen. Bewaring van zaailingen moet dus zoveel mogelijk vermeden worden, omdat dat vertraging van de bloei kan veroorzaken.

Literatuur

- Adams, S.R., Pearson, S., Hadley P. 1996. Modelling growth and development of pansy cv. Universal violet in response to photo-thermal environment: application for decision support and scheduling. *Acta horticulturae* 417, 23-32.
- Adams, S.R., Pearson, S., Hadley, P., 1997a. An analysis of the effects of temperature and light integral on the vegetative growth of pansy cv. Universal Violet (*Viola x wittrockiana* Gams.). *Annals of botany*, 79, 3, 219 - 225.
- Adams, S.R., Pearson, S., Hadley, P., 1997b. The effects of temperature, photoperiod and light integral on the time to flowering of pansy cv. Universal Violet (*Viola x wittrockiana* Gams.). *Annals of botany*, 80, 1, p. 107-112.
- Baevre, O.A. 1992. Growth regulation of pansy by chlormequat. *Norwegian Journal of agricultural sciences* 6: 435-442.
- Cipowicz, H., 1997. Schnellere mini-violen. *Kulturzeitverkürzung bei Viola-cornuta-hybriden*. *Gärtnerbörse* 24, 1328-1330.
- Erwin, J., Kovanda B. 1996. Fast cropping annuals- shorter crop time the easy way. *Growertalks*, september 1996, 42-44.
- Erwin, J., 1997. Light your pansies for faster bloom. *Growertalks*, 126-130.
- Hughes, A.P., Cockshull, K.E. 1966. Effects of night-break lighting on bedding plants. *Experimental Horticulture* 16: 44-52.
- Ito A., Hisamatsu, T., Soichi, N., Nonaka, M., Amano, M., Koshioka, M., 1997. Effect of diurnal temperatures alternations on the growth of annual flowers at the nursery stage. *Journal Japanese society of Horticultural Sciences*. 65(4): 809-816.

- Jhon, A.Q., Saini, S.S., Sharma, P.P. 1984. Effect of nitrogen, phosphorus and plant spacing on growth and flowering of pansy (*Viola tricolor* L.) var. *Hiemalis*. *South Indian Horticultura* 32, 292-296.
- Laffe S., Styer R. 1989. Keeping pansies short in the plug flat. *Growertalks* 53, 3, 124-128.
- Kaczperski, M.P., Armitage, A.M. 1992. Short-term storage of plug-grown bedding plant seedlings. *Hortscience* 27(7): 798-800.
- Merritt, R.H., Kohl, H.C. jr. 1991. Morphology of bedding plants in response to low night temperature and energy use implications. *Scientia horticulturae* 45, 295-302.
- Merritt, R.H., Ting, K.C. 1995. Morphological responses of bedding plants to three greenhouse temperature regimes. *Scientia Horticulturae* 60, 313-324.
- Pearson, S., Parker, A., Adams, S.R., Hadley, P., May, D.R. 1995. The effects of temperature on the flowersize of pansy (*Viola x wittrockiana* Gams.). *Journal of Horticultural Science* 70 (2) 183-190.
- Seume, A. 1993. Wechselwirkungen der wachstumsfaktoren. *DeGa* 14, 876-879.
- Withrow, R.B., Benedict, H.M. 1936. Photoperiodic responses of certain greenhouse annuals as influenced by intensity and wavelength of artificial light used to lengthen the daylight period. *Plant Physiology* 11, 225-249.

Centradenia

Herkomst en systematiek

Centradaenia inaequilateralis is afkomstig uit Midden- (en Zuid-?) Amerika, en behoort tot de familie van de Melastomataceae (Friis & Christensen, 1989). Over de juiste naamgeving is echter nogal wat onduidelijkheid en verwarring: de plant zou ook kunnen behoren tot het geslacht *Heterocentron* uit dezelfde familie, echter er was ook al een *Heterocentron* 'Cascade' bekend, een cultivar uit de soorten *H. elegans* en *H. macrostachyum*. *Centradenia inaequilateralis* 'Cascade' wijkt echter, met name in bladvorm, sterk af van de 'Cascade' van *Heterocentron* (Ehlers, 1990). Vissers (1995) noemt voornoemde *Heterocentron* 'Cascade' *Centradenia* 'Cascade', maar onderscheidt deze wel van *Centradenia inaequilateralis* 'Cascade'. Verder wordt *Centradenia floribunda* genoemd. Van *Heterocentron roseum* 'Cascade', in de wandelgangen ook gewoon *Centradenia* genoemd, wordt een nieuwe sport beschreven: 'Green Cascade' (Kientzler, 1991). Ook *Heterocentron roseum* vindt zijn herkomst in Midden-Amerika (Ehlers, 1990B).

Bloei-inductie en sturing

Centradenia inaequilateralis 'Cascade'

In de natuur (Zuid-en Midden-Amerika) bloeit de plant het hele jaar door (Riis & Christensen, 1989). Uit proeven in Denemarken in 1984 (Riis & Christensen, 1989) bleek dat de planten niet bloeiden bij een temperatuur van 21°C en hoger. Ook bij 18°C was er nog een verminderde bloei, 12 en 15°C gaven maximale bloei, terwijl 9°C kennelijk te koud was en daardoor minder bloei gaf. De daglengte had geen effect op de snelheid waarmee de planten gingen bloeien. Wel bleek dat bij 18°C (supra-optimale temperatuur; 12 en 15°C waren optimaal) wat meer bloeiende scheuten werden gevormd bij een daglengte van acht uur dan bij twaalf en zestien uur. De bloei was het snelst als slechts één week 15°C werd gegeven (doordat de temperatuur weer omhoog ging na die week, en de planten zich daardoor weer sneller konden ontwikkelen), maar om in 70 tot 100% van de scheuten bloei te verkrijgen was een behandelingsduur van vier tot zes weken nodig. De planten bloeiden dan 55 tot 60 dagen na het starten van de behandelingen.

Heterocentron (roseum) 'Cascade' en 'Green Cascade'

De plant is dagneutraal, dus lange of korte dagen hebben geen invloed op de inductie van bloei. De hoeveelheid licht (dagsom) is echter wel heel belangrijk. In West-Europa bloeit de plant van periode V-VII (Ehlers, 1990B). In Australië bloeit de plant van VIII-IV (op het noordelijk halfrond zou het dan om maand II tot X moeten gaan). Andere bronnen zeggen van V-VI (Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995) bij afleveren, maar doorbloei in de tuin van V-IX of X. Planten in de kas geteeld in de zomer waren beduidend minder rijk in bloei dan de planten buiten, waarschijnlijk door de lagere nachttemperaturen buiten (Ehlers, 1991). Maar ook buiten kunnen in de zomer een poosje minder bloemen aangelegd worden, zodat er een bloeipauze ontstaat, waarna in september en oktober nog een tweede bloei-periode volgt. Dit werd bevestigd in een artikeltje van Wicki-Freidl (1990).

Groeiregulatie en bloei

De planten moeten over het algemeen wel geremd worden om ze redelijk compact te houden. Met name het remmen met Alar verhoogde het aantal bloeiwijzen per plant sterk (Ehlers, 1990). Bonzi en CCC waren wat dat betreft minder effectief.

Conclusies

Temperatuur is duidelijk de belangrijkste factor voor bloeisturing: vier tot zes weken bij 15°C induceert bloei, bij 21°C zijn op zijn minst zes weken nodig, en bij 24°C treedt geen bloei op (dit zou ook de bloeipauze in de zomer kunnen verklaren).

Een goed schema zou zijn: eerst vier weken 15°C, dan verder 21-24°C. Dan treedt bloei op na 58 dagen. Ook een temperatuur van 10-12°C is bloeibevorderend, maar een temperatuur lager dan 8°C is te koud, en wordt door *Centradenia* niet getolereerd.

Remmen van de planten, vooral met Alar, resulteerde in een sterke toename van het aantal bloeiwijzen per plant.

Literatuur

- Ehlers, D. 1990a. Heterocentron als Ampelpflanze. Deutscher Gartenbau 6, 345-346
- Ehlers, D. 1990b. Centradenia-Heterocentron, Zur Benennung der „Neuheit 1990“. Deutscher Gartenbau 31, 1984.
- Ehlers, D. 1991. Blütenbildung bei Heterocentron-Hybride 'Cascade'. Deutscher Gartenbau 6, 358
- Friis, K. & Christensen, O. V. 1989. Flowering of *Centradenia inaequilateralis* 'Cascade' as influenced by temperature and photoperiod. Sci. Hortic. 41, 125-130.
- Kientzler, L. 1991. Centradenia (Heterocentron roseum) Variety 'Green Cascade'. Application no. 91/106. Plant-Varieties-Journal 4:4, 20-21, 15.
- Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995. Centradenia-Hybride 'Cascade'. Deutscher Gartenbau 37, 2144
- Vissers, M. 1995. Teeltfiche bloeiende potplanten 23: Centradenia. Verbondsnieuws 19, 7
- Wicki-Freidl, P. 1990. Centradenia – eine Neuheit mit Zukunft? Gb&Gw 16, 776-777

Convolvulus sabatius

Herkomst en systematiek

Convolvulus sabatius behoort tot de familie van de windeachtigen (Convolvulaceae), waartoe ook de in Nederland inheemse haagwinde, zeewinde en akkerwinde behoren. De naam van het geslacht *Convolvulus* komt van het latijnse werkwoord *convolvere*, dat winden, zich omwikkelen betekent (Bruns, 1986). De soort komt uit het Westelijke Middellandse zeegebied (Noord-West Afrika, Spanje, Sicilië en Noord-West Italië). Daar groeien de planten niet ver van de zee in droge kalkterreinen (Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995). Qua veredeling is nog maar heel weinig aan *Convolvulus sabatius* gedaan. De meest geteelde cultivar is 'Blaue Mauritius', maar er zijn nu ook cultivars die minder geremd hoeven te worden zoals bijvoorbeeld 'Compact' (Reimherr, 1998).

Bloei-inductie en sturing

Convolvulus kan het hele seizoen bloeien, maar midden in de zomer gaat het ook nogal eens moeilijk (Reimherr, 1996; 1998). Alleen als in het voorjaar gezorgd is voor een goede, volledige inductie bloeit de plant ook 's zomers goed door. Deze echt volledige inductie wordt verzekerd door de planten een koudeperiode te laten ondergaan (Deiser & Eichin, 1998; Reimherr, 1998). Echt hoge temperaturen kunnen later echter alsnog knopverdroging veroorzaken (Anoniem: *Convolvulus sabatius* teeltinformatie).

Temperatuur is de belangrijkste sturingsfactor voor bloei. Na een eerste opkweek van de stekken bij 18-20°C zorgt een koudeperiode voor de inductie van bloei. Die koudeperiode kan worden gegeven als vier weken 4°C, maar ook als acht weken 8°C (Deiser & Eichin, 1998). Een andere publicatie noemt vier tot zes weken 5°C (James, 1991). Dit is dan ook de reden dat een snelle teelt vanuit stek in het voorjaar vaak teleurstellende resultaten in de zomer geeft: er is onvoldoende mogelijkheid om aan voldoende kou (tijdsduur en diepte van de lage temperatuur) voor inductie te komen.

Assimilatiebelichting werkt wel positief, maar niet sturend voor de bloei.

Literatuur

- Anoniem. *Convolvulus sabatius*. Teeltinformatie en schema.
Bruns, A. 1986. *Convolvulus sabatius*. Zierpflanzenbau 16, 630-631
Deiser, E. & Eichin, R. 1998. Frühere Blüte und bessere Qualität durch Kaltkultur. Taspo Februar 1998, 16-17.
James, C. 1991. Kaltkultur. GbGw 35, 1691.
Reimherr, P. 1996. Mehr als ein guter Name? 'Blaue Mauritius' – *Convolvulus sabatius*. Gärtnerbörse 3, 97.
Reimherr, P. 1998. *Convolvulus sabatius* (Convolvulaceae), Veitshöchheimer Kultur-Informationen zur 'Blauen Mauritius'. Gärtnerbörse 17, 38-39.
Veitshöchheimer Arbeitsgruppe. 1995. *Convolvulus sabatius* 'Blaue Mauritius'. Deutscher Gartenbau 1995, 2251.

***Lobelia erinus* 'Richardii' en 'Azur'**

Herkomst en systematiek

Lobelia behoort tot de klokjes-familie (Campanulaceae). Van het geslacht *Lobelia* komt in Nederland van nature slechts één soort voor, de waterlobelia (zeldzaam). De hemelsblauw bloeiende *L. erinus* komt van oorsprong uit Zuid-Afrika, en kan door zaad vermeerderd worden (Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995). Echter de cultivar 'Richardii' is steriel, en moet daarom door stekken vermeerderd worden. Om te kunnen stekken moeten de (moer-) planten nog wel vegetatief zijn. Naast de stek-lobeliacultivar 'Richardii' wordt ook nog de cultivar 'Azur' beschreven (Reimherr, 1997), die zowel wat bloeigedrag betreft als bloemkleur een verbetering geacht wordt.

Bloei-inductie en sturing

Gezaaide *L. erinus* heeft geen kou nodig om te kunnen bloeien (Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995), en hetzelfde geldt ook voor de verbeterde 'Richardii', die als 'Azur' wordt aangeboden (Reimherr, 1997). Van de laatste cultivar zijn de bloemen veel beter houdbaar, bovendien is hij sneller in bloei. Zimmer (1989) liet zien dat *L. erinus* planten, die onder kortedag (8 uur) waren opgekweekt, bij afkweek onder langedag (8 uur + 8 uur gloeilamplicht) veel eerder in bloei kwamen dan de planten die onder kortedag bleven. Bij 'Cambridge Blue' en 'Kristallpalast' onder langedag na 46-48 dagen bloei, onder kortedag na 65 tot 75 dagen nog geen zichtbare knoppen. *L. erinus* 'Richardii' is een al oude cultivar (1895) (Papenhagen, 1987). De bloemen van *L. erinus* 'Richardii' zijn steriel, waardoor ze zeer lang blijven bloeien. De planten bloeien van mei tot oktober.

'Richardii' bloeit het snelst als de plant wordt gekoeld, en wordt belicht met assimilatiebelichting (Schumann, 1991, Deiser & Eichin, 1998, Ludolph & Hendriks, 1992). Op zichzelf versnelt assimilatiebelichting de bloei-inductie niet, evenmin als daglengte-belichting (Papenhagen, 1989); de plant is dus niet daglengtegevoelig (alhoewel in een overzichtstabel in Ludolph & Hendriks, 1992, een positief effect van langedag wordt aangegeven, zij het zwakker dan bij de zaai-lobelia's).

Een goede koelperiode voor bloei is bijv. acht weken bij 7-11 °C, maar vier weken 4 °C en acht weken 8 °C kan ook. (Anoniem, teeltinformatie; Deiser & Eichin, 1998; Ludolph & Hendriks, 1992). Zonder koelen bloeien de planten pas half juni! Behalve bloeivervroeging zorgde koelen samen met assimilatiebelichting ook voor een zeer gelijke bloei. Binnen een tijdsperiode van slechts zes dagen waren alle planten verkoopbaar (Schumann, 1991). Daarnaast werden ook genoemd: acht weken 2-8 °C; vier weken 8-10 °C; evenals vier tot acht weken 2-8 °C (Anoniem, 1999; Sprau, 1993). Het alleen maar verlagen van de nachttemperatuur helpt ook al, het levert meer bloemen per tak op (Sprau, 1991).

Literatuur

- Anoniem, 1999. Teeltfiche bloeiende Potplanten 67- *Lobelia erinus* 'Richardii'. Verbondsnieuws 3, 18-19.
- Anoniem. *Lobelia erinus* Richardii Teeltinformatie.
- Deiser, E. & Eichin, R. 1998. Frühere Blüte und bessere Qualität durch Kaltkultur. Taspo Februar 1998, 16-17.
- James, C. 1991. Kaltkultur. GbGw 35, 1691.
- Ludolph, D. & Hendriks, L. 1992. Kühlen, belichten oder verdunkeln? Blühterminsteuerung bei Beet- und Balkonpflanzen. GbGw 37, 125-128.
- Papenhagen, A. 1987. Selten kultivierte Zierpflanzen; Arbeitsgruppe "Neue Zierpflanzen" berichtet zum sechsten Mal. *Lobelia erinus* 'Richardii'. Deutscher Gartenbau 44, 2635.
- Papenhagen, A. 1989. *Lobelia erinus* 'Richardii' für Balkon, Ampel, Beet und Schale. Alte Sorte wieder entdeckt. Deutscher Gartenbau 2, 87.
- Reimherr, P. 1997. Schönes Blau und frühe Blüte. *Lobelia erinus* 'Azur'-Abwechslung im Kasten. Gärtnerbörse 01, 27.
- Schumann, I. 1991. *Lobelia* und *Osteospermum* im Versuch. Wie reagieren sie auf Kühlung und Zusatzlicht? GbGw 35, 1711-1712.
- Sprau, G. 1991. *Lobelia* 'Richardii': Mehr Blüten durch niedrige Nachttemperatur. GbGw 16, 815-816.
- Sprau, G. 1993. Kultursteuerung von *Lobelia erinus* 'Richardii'. GbGw 18, 844-845.
- Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995. *Lobelia erinus* (Saatgutsorten). Deutscher Gartenbau 42, 2462.
- Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995. *Lobelia erinus* 'Richardii'. Deutscher Gartenbau 42, 2461.
- Zimmer, K. 1989. Photoperiodische Reaktion einiger Beet- und Balkonpflanzen. Deutscher Gartenbau 14, 884-887.

Scaevola aemula

Herkomst en systematiek, sortiment

Het geslacht *Scaevola* komt uit Australië, behoort tot de familie van de Goodeniaceae en telt ongeveer vijftig soorten. Opmerkelijk is dat een heel kleurenpalet bestaat binnen het geslacht: wit, roze, blauw, en zelfs geel (Waffenschmidt, 1991). De populairste commerciële soorten zijn *S. aemula*, *S. albida*, *S. striata*, en *S. phlebopetala*. De beschikbare cultivars van *S. aemula* en *S. phlebopetala* hebben bloemen in blauwe tinten, de bloemen van *S. striata* zijn roze, en die van *S. albida* wit (Swoboda & Bhalla, 1997). Een 'random amplified polymorphic DNA (RAPD) analyse' van twaalf gecultiveerde cultivars en zeven wilde soorten toonde aan dat er een grote erfelijke afstand is tussen een aantal verschillende cultivars, maar anderzijds ook dat een witte cultivar van de soort *S. aemula* genetisch identiek bleek te zijn aan *S. albida*, wat dan ook voor die cultivar de juiste benaming is. Het kwam ook voor dat commerciële cultivars van *S. albida* eigenlijk tot de soort *S. hookeri* behoorden (Swoboda & Bhalla, 1997). 'Purple Fan', verkocht als behorend tot de soort *S. aemula*, bleek het sterkst verwant aan de wilde soort *S. glandulifera* (Swoboda & Bhalla, 1997). Het bekendst is de cultivar 'Blue Wonder / Blue Fan' (*S. aemula*), maar ook andere cultivars komen meer en meer naar voren zoals *S. humilis* 'Mauve Clusters' en *S. striata* 'Pink Perfection' (Von Hentig & Ehlers, 1993; Wicki-Freidl, 1993). *Scaevola* 'Petite' blijft zonder remmiddelen goed compact (James, 1991)

Vermeerdering

Scaevola is lastig via zaad te vermeerderen, omdat maar één zaadje per bloem wordt gevormd (Swoboda & Bhalla, 1997). Daarom worden ze uit stek opgekweekt. De planten waarvan stekken worden gesneden moeten vegetatief zijn, omdat de stekken anders niet willen bewortelen (Krush, 1989; Von Hentig & Ehlers, 1991). Of zouden ze dan nog juveniel zijn? Het beste resultaat gaven tussenstekjes van zijtakken. 0,5 % IBA verhoogde het percentage bewortelde stekken (Von Hentig & Ehlers, 1991). Ook vermeerdering via weefselkweek blijkt goed mogelijk te zijn: scheutsegmenten van 3-4 cm in hormoonvrij medium. Zowel op hormoonvrij medium als op een medium met IBA bewortelden de scheutjes in vier tot zes weken. Na uitplanten bleek het slagingspercentage > 95% (Bhalla & Sweeney, 1998). Er werden commerciële cultivars van *S. aemula*, *S. albida*, *S. phlebopetala* en *S. striata* gebruikt, en in het wild verzameld materiaal van de soorten *S. glandulifera*, *S. hookeri* en *S. ramonissima*.

Bloei-inductie en sturing

Geslaagde bloei-inductie van scheuten kan vanaf het vierde of vijfde blad een voortdurende spiraal bloemen opleveren (Wicki-Freidl, 1989). In het begin van de teelt moeten de planten een aantal keren getopt worden. Na het toppen duurt het wel weer een week of zes voordat nieuwgevormde scheuten kunnen bloeien (Grüber, 1990).

De temperatuur is bij *Scaevola* de belangrijkste factor: vier weken 10°C geeft een zeer gelijke bloei (100% binnen 12 dagen); de teeltduur wordt dan ongeveer 125

dagen (Schumann, 1991). Langduriger koeling (bijv. 8 weken), of lagere temperatuur (bijv. 4/6°C) of beide vertraagden de teelt tot maximaal 152 dagen. Een ander voorgesteld schema is: acht weken voor oogst toppen, en dan 12-14°C geven. 15°C of hoger houdt de planten dan vegetatief. Temperaturen lager dan 10°C remmen de ontwikkeling van de planten nogal. Al met al is de speelruimte dus niet erg groot (Krush, 1989). Na een goede inductie van de bloei mag de temperatuur echter wel wat hoger worden. Hoge temperaturen in de kas geven al snel een weelderig gewas, maar eenmaal buiten kunnen in de zomer heel hoge temperaturen geen kwaad (Grüber, 1989).

Ook andere *Scaevola*-soorten (cultivars van *humilis* en *striata*) induceren bloei door lage temperaturen, liefst in combinatie met een goede lichtsom (Von Hentig & Ehlers, 1993). Temperaturen van 10/12°C waren voor zowel *S. humilis* 'Mauve Clusters' als *S. striata* 'Pink Perfection' optimaal voor een vroege bloei (begin mei), terwijl ook de lagere temperaturen van 6/8°C nog goed werkten. Bij een temperatuurregime van 16/18°C was de bloei sterk vertraagd, vooral bij *S. humilis* 'Mauve Clusters'. Assimilatiebelichting (36 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF van hogedruknatriumlampen, tot twaalf uur daglengte) zorgde er voor dat de planten iets rijker en iets vroeger bloeiden. Ludolph & Hendriks (1992) vonden echter dat koelen niet bevorderlijk was voor bloei van *S. aemula*, maar zelfs remmend. Zonder koeling was de zijscheutvorming ook beter. Opmerkelijk is inderdaad dat in de teelt-aanwijzingen niet van koelen gerept wordt (Anoniem, Teeltinformatie).

De daglengte zou weinig invloed hebben op de bloei (Wicki-Freidl, 1989; Schumann, 1991), maar de lichtsom is wel heel belangrijk. Naarmate er meer instraling is treedt eerder bloei op (Von Hentig & Ehlers, 1991), alhoewel assimilatiebelichting (42 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF van hogedruknatriumlampen, tot 16 uur daglengte) slechts een week vervroeging gaf (Schumann, 1991). Na sterk terugknippen bleven moederplanten slechts vegetatief wanneer naast een vermindering van licht door schermen ook nog eens kortedagen van acht uur werden gegeven. De planten onder scherm onder langedag bloeiden wel door, zij het minder rijk dan ongeschermd, en met bleke bloemen (Von Hentig & Ehlers, 1991). Dus daglengte zou toch van belang kunnen zijn. Dat beweren ook Ludolph & Hendriks (1992), *S. aemula* zou een langedagplant zijn, maar fotoperiodische belichting zou een slechte kwaliteit tot gevolg hebben door het stimuleren van de strekking.

Literatuur

- Anoniem, Teeltinformatie *Scaevola aemula*, pg. 33.
- Bhalla, P.L. & Sweeney, K. 1998. Micropropagation of *Scaevola*-Australian native of ornamental horticulture. *Austr. J. Experimental Agriculture* 38, 399-401.
- Bhalla, P.L. & Sweeney, K. 1999. Direct in vitro regeneration of the Australian fan flower, *Scaevola aemula* R. Br. *Scientia Hortic.* 79, 65-74.
- Grüber, G. 1989. Die Blaue Fächerblume aus Australien. *Deutscher Gartenbau* 2, 74-75.
- Grüber, G. 1990. Erfahrungen mit der blauen Fächerblume. Senkrechtstarter *Scaevola* auf dem Prüfstand. *Deutscher Gartenbau* 42, 2700-2702.
- James, C. 1991. *Scaevola* bekommt Nachwuchs. *Neue Sommerblumen von Kientzler. GbGw* 35, 1691-1692.

- Krush, E. 1989. *Scaevola aemula*, robust und wetterfest. Die Kultur der Blauen Fächerblume aus Australien. GbGw 40, 1955-1956.
- Ludolph, D. & Hendriks, L. 1992. Kühlen, belichten oder verdunkeln? Blühterminsteuerung bei Beet- und Balkonpflanzen. GbGw 37, 125-128.
- Schumann, I. 1991. Blütensteuerung bei *Scaevola*. Versuche zeigen – gute Qualitäten sind machbar. GbGw 35, 1709-1710.
- Swoboda, I. & Bhalla, P.L. 1997. RAPD analysis of genetic variation in the Australian fan flower, *Scaevola*. Genome 40, 600-606.
- Von Hentig, W.U. & Ehlers, D. 1991. Mutterpflanzenhaltung und Stecklingsvermehrung bei *Scaevola aemula*. Deutscher Gartenbau 6, 359-361.
- Von Hentig, W.U. & Ehlers, D. 1993. Blütenbildung unter Einfluß von Licht und Temperatur. *Scaevola*-Arten ab Mitte Mai für langanhaltende Freilandsaison. Gartenbau-Magazin 2, 7, 56-57.
- Waffenschmidt, H. 1991. *Scaevola* 'Blue Wonder' setzt sich durch. Über 1000 *Scaevola*-Formen bei Kientzler im Test. GbGw 9, 469.
- Wicki-Freidl, P. 1989. Sensation der Beet-/Balkonsaison 1989. *Scaevola* 'Blue Fan', die Blaue Fächerblume. Der Gartenbau 10, 494-495.
- Wicki-Freidl, P. 1993. Auf Feensuche. Züchterische Weiterentwicklung von *Scaevola*. DeGa 23, 1476-1477.

***Verbena*-hybriden (vegetatief en generatief vermeerderd)**

Herkomst, systematiek en sortiment

Het geslacht *Verbena* behoort tot de familie Verbenaceae (IJzerhardfamilie) waarvan in Nederland van nature slechts één soort voorkomt: IJzerhard (*Verbena officinalis*). De gekweekte *Verbena*-hybriden zijn veelal hybriden van *V. peruviana* en een aantal andere soorten (Heukels & van Ooststroom, 1973). Het sortiment van *Verbena* is zeer uitgebreid en kleurrijk (rood, blauw, paars, roze, wit) met opgaande, goed vertakkende typen (toppen meestal wel nodig), als ook hangende vormen.

Aanvankelijk werd alles uit zaad vermeerderd, maar de laatste jaren zijn er een aantal zeer goede cultivars op de markt die slechts via stek vermeerderd worden (Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995). Dat zijn cultivars van de soort *V. tenera*, afkomstig uit Zuid-Brazilië, en de cultivar 'Asperata' van de soort *V. elegans*, afkomstig uit Texas (Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, 1995). Het Japanse drankconcern Suntory Ltd. introduceerde de *Verbena*-hybriden 'Temari®' en 'Tapien®' (Grüber, 1997), beide stek-vermeerderde *Verbena*'s. Beide series bestaan uit diverse kleuren.

Bloei-inductie en sturing

Zaai-Verbena's

Bij proeven in fytotrons, onder TL-licht met daglengten van tien en veertien uur bloeide de zaai-verbena 'Karminrosa' sneller onder langedag dan onder kortedag, en met een lager aantal knopen (± 7 tegen 12 onder langedag; Hansen *et al.*, 1996). Overigens bleek ook onder kortedag bloei op de zevende knoop mogelijk te zijn wanneer in het begin of einde van de nacht een kouval van 12°C gedurende twee uur werd gegeven. Dit suggereert dat een kouperiode van twee uur de tijdmeting, hier de meting van de lengte van de nacht, kan verstoren. Met betrekking tot het doel van een verminderde lengtegroei werkten de temperatuurbehandelingen overigens alleen onder kortedag redelijk bij *Verbena* (Hansen *et al.*, 1996). In onderzoek van Zimmer (1989) bleek de cultivar 'Ministar' een langedagplant: deze bloeide onder langedag veel eerder en op een lagere knoop dan onder kortedag. De cultivar 'Derby' bloeide met korte dagen echter even snel als met langedag. Planten van 'Ministar' die onder kortedag wel een eindstandige bloeiwijze aanlegden, vertoonden na enige tijd doorwas, doordat de bloeiwijze zich niet verder ontwikkelde. De cultivar 'Scharlach mit Auge' bloeide op dezelfde knoop met langedag en kortedag (is dus daglengteneutraal, Zimmer, 1990). Andere cultivars waren veel sneller met langedag.

Stek-Verbena's

De soort *Verbena elegans*, cultivar 'Asperula', een hangverbena, reageerde erg goed op relatief lage temperaturen, maar bloeide in een eerste test van Zimmer (1980) het snelst onder kortedag bij 20°C. In het traject van 15 tot 24°C was er een evenredige, sterke toename van de snelheid van in bloei komen (Johansson, 1979). Maar met 18-21°C verkreeg men de beste planten.

Door te remmen wordt bij 'Tapien®' de bloei vertraagd (Ueber, 19??). Om 'Temari'-hybriden compact te houden moet koel geteeld worden, maar dat vertraagt echter de bloei wel weer sterk (Ludolph, 1997): bij 16°C bloei na vier tot zes weken na de laatste topbeurt, bij 8°C pas na twaalf tot veertien weken! 'Temari'-hybriden leggen onder langedag de bloei één knoop lager (= eerder) aan dan onder kortedag, dus er zit een zwakke langedagrespons in (Ludolph, 1997). Langedag stimuleerde de lengtegroei. Alhoewel de bloei slechts één knoop lager ontstond, was er toch een duidelijke vervroeging door langedag, bij 'Scarlet' overigens sterker dan bij 'Pink'. Remmen met remstoffen had hier geen vertragende werking op de bloei, alhoewel ook kortere dagen en DIF en DROP-behandelingen goed toepasbaar zijn.

Literatuur

- Grüber, G. 1997. Whisky und Verbenen. 'Temari'- die Japanische Power-Blüher. Gärtnerbörse 02, 126-127.
- Hansen, H.T., Hendriks, L., Ueber, E. & Andersen, A.S. 1996. Effect of a low temperature period (Drop) during different periods on morphogenesis of *Dendranthema* 'Surf', *Fuchsia* 'Beacon', *Verbena* 'Karminrosa' und *Pelargonium* 'Pulsar Red'. Gartenbauwissenschaft 61, 188-196.
- Heukels, H. & van Ooststroom, S.J. 1973. Flora van Nederland, 17e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Johansson, J. 1979. Effects of growth regulators and temperature on growth and flowering of *Verbena elegans* HBK var. 'Asperata'. Acta Hortic. 91, 449-454.
- Ludolph, D. 1997. Mit zügelloser Wuchskraft. Verbena-Temari-Hybriden vertragen keine Trockenheit. Gärtnerbörse 18, 992-993.
- Reimherr, P. 1996. Stecklings-Verbenen-ein weites Field. Gärtnerbörse 16, 762.
- Ueber, E. 19?? Verbena 'Tapien': Blüte verzögert durch Hemmstoffe. Taspo ?? 20.
- Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, Folge 38. 1995. Verbena-Hybride Tapien®. Deutscher Gartenbau 50, 2882.
- Veitshöchheimer Arbeitsgruppe, Folge 39 1995. Stecklings-Verbenen. *Verbena*-Hybriden, *Verbena tenera*, *Verbena elegans* var. *asperata*. Deutscher Gartenbau 50, 2883.
- Zimmer, K. 1980. Eine Verbene mit wenig Energiebedarf. Deutscher Gartenbau 28, 1242.
- Zimmer, K. 1989. Photoperiodische Reaktion einiger Beet- und Balkonpflanzen. Deutsche Gartenbau 14, 884-887.
- Zimmer, K. 1990. Gegensätzliche Angaben können durchaus richtig sein. Photoperiodische Reaktionen von Beet-, Balkon- und Gruppenpflanzen. GbGw 7, 336-339.

Petunia (vegetatief en generatief vermeerderd, o.a. 'Surfinia')

Het hier gepresenteerde overzicht voor *Petunia* is nog niet volledig. Er is veel, ook heel goede, literatuur die door tijdgebrek niet kon worden opgenomen. Kortom voor *Petunia*, inclusief de stek-vermeerderde, is een aanvullende literatuurstudie gewenst. Hier volgt slechts een overzicht aan de hand van een artikel uit het Handbook of Flowering, uit 1985, en wat aanvullende artikeltjes.

Het belangrijke, samenvattende artikel is:

Armitage, A.M. 1985. *Petunia*. In: A.H. Halevy (editor): Handbook of Flowering, Volume IV. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 41-46.

Herkomst, systematiek en sortiment

De huidige tuinpetunia is afkomstig uit kruisingen van *P. axillaris*, *P. violacea* en mogelijk *P. inflata*. Er zijn twee hoofdgroepen in de commerciële cultivars: multifloras en grandifloras. De bloemen ontwikkelen zich op zowel eindstandige als axillaire (okselstandige) posities. De bloemen hebben een vijfslippige kelk en een trompetvormige bloemkroonbuis. De bloemen hebben vijf meeldraden (2 + 2 + 1) en de vruchten zijn tweehokkige zaaddoosjes.

Bloeisturing

Daglengte

Petunia is een kwantitatieve langedagplant (LDP). Hoe langer de daglengte, hoe sneller bloei (Piringer & Cathey, 1960). Kritische daglengte is elf tot veertien uur volgens Wolnick (1968). Er is een juveniele periode, en vanaf het zesde blad is de plant responsief voor daglengte wat betreft bloei. Er is een interactie met temperatuur, volgens sommigen dagneutraal bij lage temperaturen, maar het lijkt er toch het meest op dat *Petunia* altijd wel sneller bloeit onder langedag dan onder kortedag.

Fotoperiodische belichting

Gloeilampen gaven sneller bloei dan TL (diverse Amerikaanse bronnen; zie ook Thomas & Vince Prue, 1997). Na acht uur daglicht met 's nachts continu zwak rood licht, bloeide petunia niet, tenzij in een deel van de nacht ver-rood licht werd gegeven. Dat werkte het best in het begin van de 'nacht'. Bij een echte nachtonderbreking (midden in nacht, relatief kort) werkte rood licht echter ook wel heel goed. Belichting met gloeilamp gaf extra strekking van de stengelleden, wat een normale respons is met gloeilamp, vanwege het hoge aandeel ver-rood in dat licht. Met een dagverlenging volstaat 10 lux. In een nachtonderbreking zou toch wel 100 tot 200 lux nodig zijn (?).

Lichtintensiteit

Met assimilatiebelichting van 10 klux, of 20 klux werd veel sneller bloei waargenomen, los van de daglengte, dan in de controle die langedag met 500 lux

gloeilamp kreeg. Gewoon door de snellere groei. Petunia is vooral als jonge plant erg responsief ten aanzien van licht.

Assimilatiebelichting

Assimilatiebelichting met HPS (SON-T lampen) en of MetalHalide (HPI-lampen) werkt uitstekend, aanvankelijk vooral in combinatie met kortedag (houdt de planten compact). Wanneer daarna langedag moet worden gegeven voor bloei, geeft TL-licht even compacte planten als acht à negen uur zonlicht extra, en ook goed vertakt.

Temperatuur

Temperatuur heeft wel invloed op de snelheid van bloei, maar verandert de response niet wezenlijk. Koude nachten, bijv. 10°C, geeft weliswaar vertraagde bloei, maar extra vertakking, en daardoor uiteindelijk veel rijkere bloembezetting. Dat werkt zelfs bij langedagen.

Groeiregulatoren

Om de lengtegroei te verminderen werken: daminozide, ancymidol en Phosphon. Meestal hebben deze stoffen weinig effect op de bloeisnelheid, maar bij 'Ballerina' en nog een paar cultivars werd de bloei verlaat door daminozide (Alar). Ethrel vertraagde de bloei echter heel sterk. GA₃ veroorzaakte versnelde bloei onder kortedag-omstandigheden en lage temperaturen (10-13°C). ABA (abscissinezuur) zorgde voor bloeiuitsstel, pas nadat de periodieke ABA-bespuitingen werden gestopt trad weer bloei in.

Teeltplanning

In het Handbook of Flowering staat een mooi schema (Figuur 5). De teeltduur is veertien weken (zaaien in week 2) tot acht weken (zaaien in week 18). Dat is onder natuurlijke daglengte. Te vroeg werken met langedag is niet goed, want dan ontstaan er minder vertakkingen en worden de planten iel. Schema's van Krizek *et al.*, (1968), waar een langedag-stap bij 30°C in zit, en van Wilkins & Pemberton (1981) worden in de Verenigde Staten veel gevolgd.

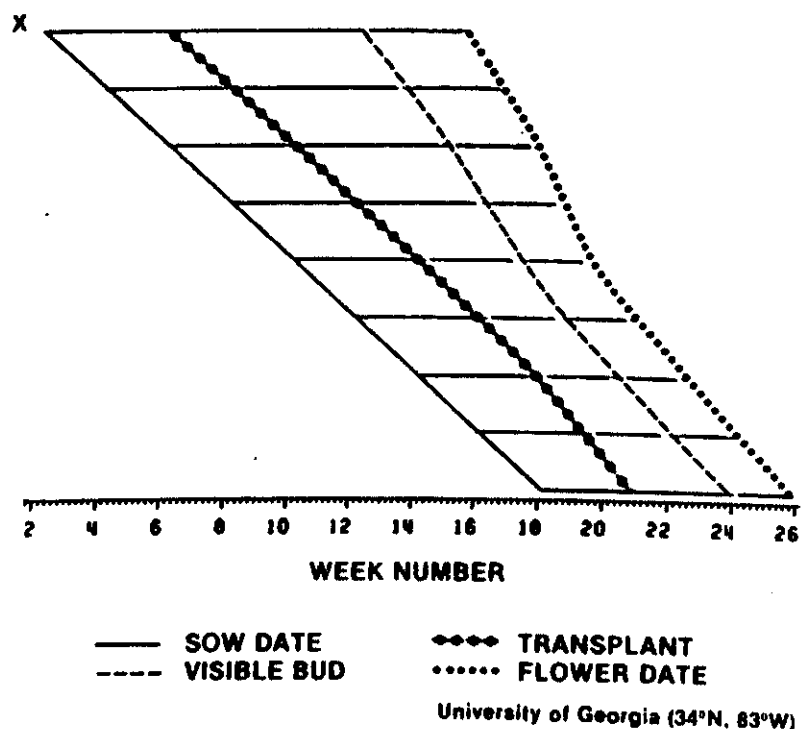
Model

Adams en anderen hebben op grond van hun resultaten een model gemaakt: de bloeisnelheid is een lineaire functie van de temperatuur en de daglengte. Dat hebben ze verwerkt tot een 'Flowering model', net als bij violen. De planten zijn pas na zes bladeren daglengtegevoelig. Door middel van assimilatiebelichting en temperatuur zijn er veel mogelijkheden om petunia's te sturen, maar bij zaaisels na 1 maart wordt dat wel veel minder.

Veel wat beschreven is bij zaaipetunia's werkt ook bij Surfinia's en andere stekpetunia's nog steeds goed (Tabel):

Teeltmaatregel	effect bloei	effect op compactheid
langedag	+	-
kortedag	-	+
droog telen	-	+
remmen (remstoffen)	-	+

Korte dagen geven compacter, maar ook veel vertakter planten dan lange dagen. Ook het geven van een 'Cool morning' om compactheid te verkrijgen resulteerde in vertraagde bloei.



Figuur Teeltschema Petunia, Uit: Armitage, 1985. Zaaidatum, verplantdatum, datum dat de knop zichtbaar wordt, en de bloeidatum, wanneer gezaaid werd in week 2 tot en met 18. Gebaseerd op cultivars: 'Ultra White', 'Ultra Salmon', 'Ultra Red', 'Cherry Frost', 'Sparkler', 'Happiness', 'Glacier' en 'Burgundy'.

Literatuur

- Armitage, A.M. 1985. Petunia. In: A.H. Halevy (editor): Handbook of Flowering, Volume IV. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 41-46.
- Thomas, B. & Vince-Prue, D., 1997. Photoperiodism in Plants. 2nd edition. Academic Press, San Diego, London etc.