

Retardering av kruk- och utplanteringsväxter genom manipulering av dagslängden

Projektets syfte och mål har varit att finna och pröva en icke kemisk metod till retardering av kruk- och utplanteringsväxter. I detta projekt har tonvikten lagts vid dagens, respektive nattens längd.

Bakgrund

Produktionen av blommande kruk- och utplanteringsväxter i växthus har under många år varit beroende av användandet av kemiska tillväxtretarderande medel som Cycocel (CCC) Daminozid (Alar) och Flurprimidol (Topflor). Behandlingen med dessa preparat ger kompakta plantor genom att hämma växtens produktion av sträckningshormonet gibberellinsyra. Det finns flera fördelar med att producera kompakta krukväxter. Kompakta växter kan placeras tätare i odling, de är lätta att hantera och de utsätts inte så lätt för transportskador. Dessutom anses kompakta plantor ha ett tilltalande utseende hos konsumenten. Ur miljö- och hälsosynpunkt är användandet av kemiska retarderingsmedel starkt ifrågasatt och politiska beslut har lett till begränsningar och förbud mot användning av ett flertal preparat. Som ett led i utvecklingen av hållbar produktion i växthus har forskare därför under ett antal år försökt att utveckla alternativ till kemisk tillväxtreglering. Till dessa metoder hör höjning av temperaturen under natten i förhållande till dagen, s.k. negativ DIF. Sänkning av temperaturen i samband med övergången från natt till dag, s.k. DROP, samt uttorkning av plantornas odlingssubstrat under odlingsförloppet, alla dessa behandlingar kan ge mer kompakta plantor. Nackdelen med negativ DIF och DROP är dock att behandlingarna endast visar effekt på vissa växtslag. I några fall måste behandlingen dessutom kompletteras med tillsats av retarderingsmedel. Uttorkning av odlingssubstratet är en effektiv metod att bromsa sträckningstillväxten men än så länge svår att styra. Metoden kan leda till vattenstress med fördröjd utveckling som följd. Krukväxtodlingen har därför ett stort behov av att utveckla ytterligare alternativa retarderingsmetoder.

Fotoperiod och ljussumma

Starkt förenklat är plantans sträckningstillväxt beroende av tre faktorer; 1) tillgång på vatten i odlingssubstratet (Substratets vattenpotential), 2) växtcellernas förmåga att sträcka på sig genom att ta upp vatten och 3) närvaron av sträckningshormon (gibberellinsyra) som ökar cellväggarnas elasticitet. Tillväxtretardenterna, samt DIF- och Drop-behandling verkar genom att på olika sätt hämma plantans produktion av gibberellinsyra. Därmed hämmas sträckningen av växtens celler (Luckwill 1981, Moe och Heins 2000). En faktor som stimulerar plantans produktion av gibberellinsyra, och därmed sträckningstillväxten, är långvågig strålning (>700 nm) (Morgan och Smith, 1979). Glödlampor ger långvågig strålning och stimulerar därmed sträckningstillväxten hos många växter. Trots att det saknas dokumenterade försök, så vet man av erfarenhet att plantor som odlas under korta fotoperioder får en minskad sträckningstillväxt.

Projektets referensgrupp har bestått av följande medlemmar: Beatrix Alsanius, SLU; Bengt-Åke Henningsson, Kabbarps Handelsträdgård HB; Rolf Larsen, SLU; Klara Löfkvist, GRO Konsult; Pär Olsson, Vä Handelsträdgård; Hartmut K. Schüssler, SLU; och Sten-Ove Svegin, Tågerups Trädgård.

Spridning av resultat

Medlemmarna i projektets referensgrupp samt övriga intressenter har haft tillfälle att titta på försöken med jämna och ojämna mellanrum. Detta skedde bl.a. i samband med **”Kvällsöppet forskningsväxthus”**. Vid dessa tillfällen kunde odlare, konsulenter och studenter komma efter arbetstidens slut och se resultaten in vivo för diskussion av de senaste resultaten med varandra och med projektledningen.

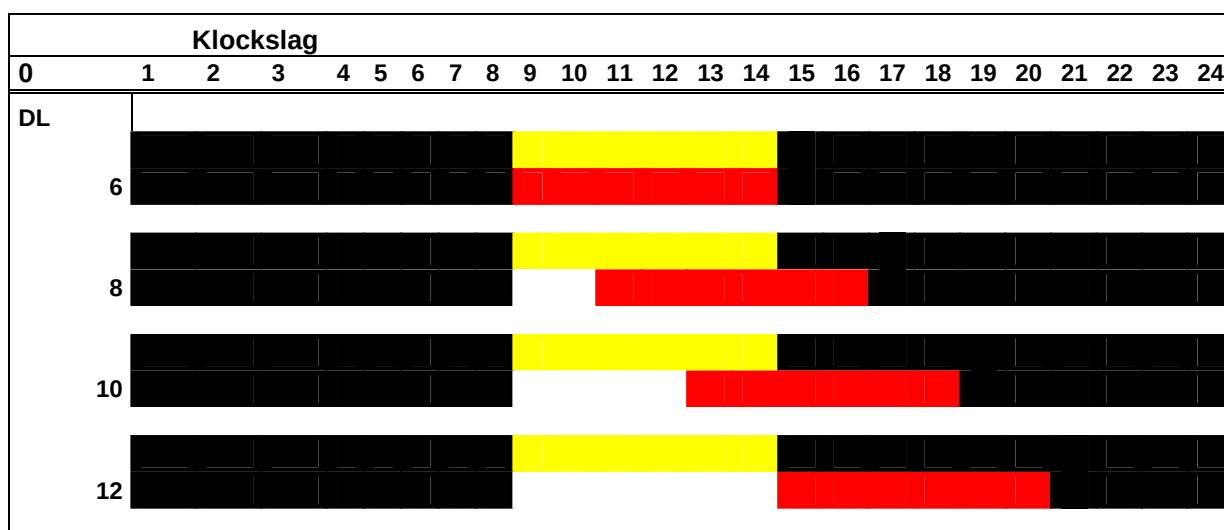
Informationen om projektet har vidare gått ut i korta notiser via GRO-Prydnasväxtsektionens utskick där mottagarna har haft möjlighet att dryfta möjligheter och problem via telefon eller e-post med projektledningen.

Material och metoder

Försöken med olika fotoperioder utfördes i Alnarps forskningsväxthus under tidsperioden sommaren 2003 t.o.m. vintern 2005. Uppläggningsen byggde på två försöksplaner, försök 1 med olika fotoperioder men med samma dagliga ljussumma; försök 2 med olika antal veckor i extrem kort fotoperiod.

Försök 1

Projektet var indelat i studier rörande både kortdags- och långdagsväxter. Plantorna placerades i små kammare som bestod av en metallram täckt av kortdagsbehandlingsväv (ILS Hortiroll Revolux W/W) som drogs för kl. 15.00 och av kl. 09.00. Under 6 timmar mellan klockslaget 09.00 – 15.00 utsattes plantorna för både dags och artificiellt ljus. Tidpunkten valdes för att plantorna skulle få det mest intensiva ljuset under dagen. Mekaniken till väven var klockstyrd. Varje kammare var utrustad dels med en större ljusarmatur (3 x 58 W Sylvania Luxline Plus Cool white de Luxe) med ett avstånd över plantorna av en meter. Dessa lampor användes som supplement till dagsljus under de 6 timmar mörkläggningsväven var frändragen. Den förskjutna fotoperioden gavs med glödlampor placerade i två mindre armaturer (2 x 60 W) per avdelning. Alla belysningsarmaturer var styrda via tidur. Genom styrning av tiderna för tändning och släckning av lamporna och utnyttjande av mörkläggningsen kunde försöksuppläggningsen med olika fotoperioder men med samma dagliga ljussumma verkställas enligt schemat (figur 1).



Figur 1. Försöksuppläggning med olika fotoperioder (f.p) men med samma dagliga ljussumma: Svart representerar timmarna som plantorna stod i mörker, gult och vitt = både lysrörsbelysning och dagsljus, rött = glödlampsbelysning.

Följande växtslag har undersökts under försöksperioden med olika fotoperioder:

<i>Chrysanthemum (Dendranthema) x morifolium</i> 'Lompoc'	6/11 2003 – 31/1 2004
<i>Chrysanthemum (Dendranthema) x morifolium</i> 'Lompoc'	5/12 2003 – 25/2 2004
<i>Chrysanthemum (Dendranthema) x morifolium</i> 'Eliot'	11/2 2005 – 20/4 2005
<i>Kalanchoë blossfeldiana</i> 'Keruna'	20/9 2004 - 31/12 2004
<i>Euphorbia pulcherrima</i> 'Mars'	7/9 2004 – 31/1 2005
<i>Orthosiphon aristatus</i>	7/1 2004 – 18/5 2004
<i>Scevola aemula (saligna)</i> 'Saphira'	18/2 2004 – 20/5 2004

De under hösten 2003 samlade erfarenheterna beträffande extrem kort fotoperiod ledde till att våren 2004 utökades undersökningarna med inte mindre än sex utplanteringsväxter.

Antalet plantor per behandling låg mellan 10 till 12 beroende på växtslag och sort. Längsta skottet per planta mättes en gång per vecka. Vid anthesis registrerades utvecklingstid, skottlängd, planthöjd, plantbredd, antal skott, antal blommor och knoppar, blomdiameter samt frisk- och torrsvikt. Vissa växtslag observerades vidare efter utplantering i urna.

Försök 2

Försök med olika antal veckor i extrem kort fotoperiod

Syftet med detta försök har varit att undersöka effekten av extrem kort fotoperiod på några utplanteringsväxter och testa möjligheten till en eventuell retarderingseffekt, respektive även om denna inte inträffar eventuellt kunna spara uppvärmningsenergi. Försöket utfördes i två växthusavdelningar på vardera 100 kvadratmeter. Den ena avdelningen var i taket utrustad med kortdagsbehandlingsväv XLS Obscura Revolux A/B och ILS Hortiroll Revolux W/W i sidorna för att kunna åstadkomma ett mörker utan att ströljus kunde falla in över plantorna. Väven drogs för kl. 15.00 och av kl. 09.00. Under 6 timmar mellan klockslaget 09.00 – 15.00 utsattes plantorna för naturligt dagsljus. Den andra kammaren utan kortdagsbehandlingsväv tjänstgjorde som odlingskammare före och efter att växterna hade flyttats in eller ut ur extrem kort fotoperiod.

Efter en två veckors etableringsfas flyttades plantorna in i kammaren där dagslängden endast var 6 timmar. De plockades sedan ut med en, respektive två veckors intervall för vidarekultur vid naturlig dagslängd.

Följande växtslag har undersökts under försöksperioden med olika antal veckor i extrem kort fotoperiod:

<i>Argyranthemum frutescens</i> 'Dana'	12/3 2004 – 2/6 2004
<i>Calibrachoa hybr.</i> 'Million Bells'	11/3 2004 – 2/6 2004
<i>Pelargonium x hortorum</i> 'Grand Prix'	11/3 2004 – 31/5 2004
<i>Pelargonium x hortorum</i> 'Schöne Helena'	11/3 2004 – 31/5 2004
<i>Petunia hybrida</i> 'Surfinia'	11/3 2004 – 31/5 2004
<i>Scevola aemula (saligna)</i> 'Saphira'	12/2 2004 – 2/6 2004

Antalet plantor per behandling var 16 uppdelat på två block. Vid anthesis registrerades utvecklingstid, skottlängd, planthöjd, plantbredd, antal skott och prydnadsvärde, hos vissa växtslag räknades även antal blommor och knoppar.

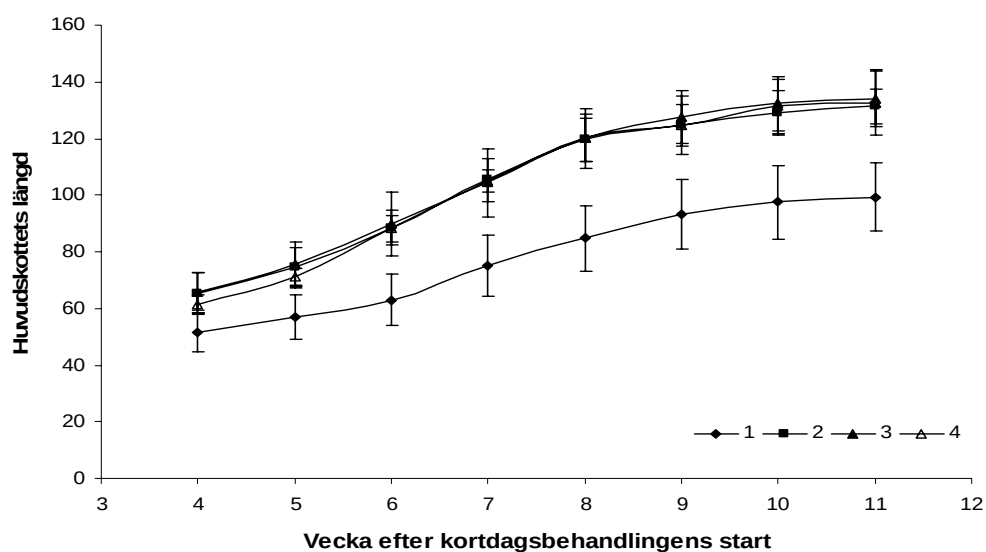
Förutom dessa växtslag pågick ett observationsförsök i praktisk odling med fyra sorter *Kalanchoe blossfeldiana* 'Cora' 'Meru' 'Oriba' och 'Petero' vid konventionell odling samt vid 6 och 8 timmars dagslängd under perioden vecka 52 2004 – vecka 13 2005.



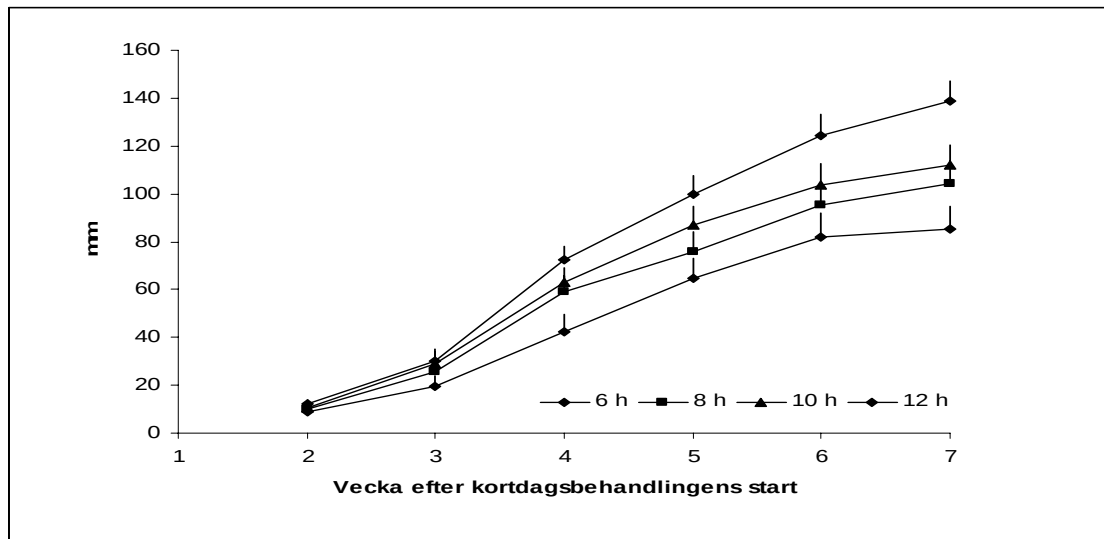
Figur 2. Försöksanordning:
På bilden syns två av fyra
dagslängdskammare med *Euphorbia
pulcherrima* 'Mars'. Plantorna till vänster
har utsatts för fotoperioden 6 timmar och
till höger 8 timmar. Det syns tydligt att
plantorna till vänster är kompaktare.
Kamrarna är vid fotograferingstillfället
öppna för dagsljus, dagsljuset
kompletterades med lysrörsljus och
fotoperioden förlängs med glödlampor.
Foto: H. K. Schüssler

Resultat och diskussion

Försöksuppläggningsen med olika fotoperioder men med bibehållen ljussumma (6, 8, 10, och 12 timmar) visade att alla växtslag som ingick i försöket sträckte sig markant mindre vid en fotoperiod av 6 timmar, medan skillnaden mellan 8 och 12 timmar hos vissa växtslag inte var signifikant.

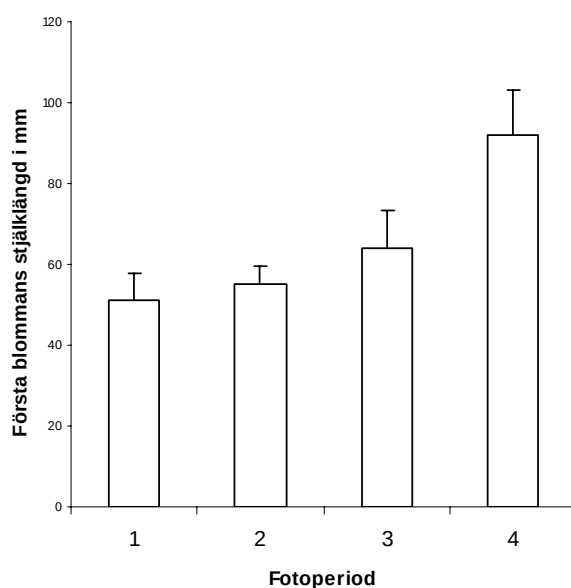


Figur 3. *Chrysanthemum (Dendranthema) x morifolium* 'Lompoc' Huvudskottets
längdtillväxt i mm vid olika fotoperioder men med samma ljusintegral, 1 = 6 h, 2 = 8 h, 3 =
10 h, 4 = 12 h. (Kulturdata: Plantering i 11 C krukor vecka 45, 6/11, toppning över 5 noder v
46 11/11, Fotoperiodbehandlings start v 47 21/11 2003)

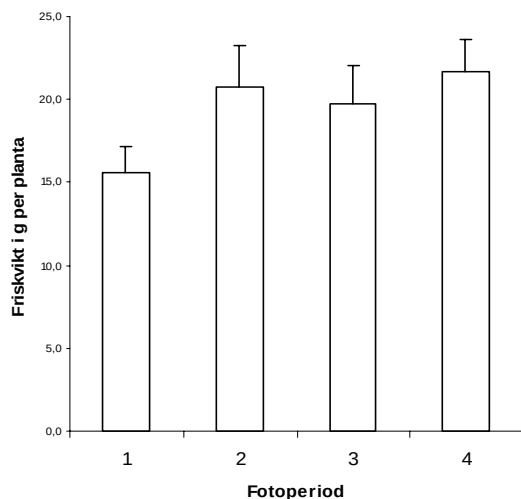


Figur 4. *Chrysanthemum (Dendranthema) x morifolium* 'Eliot' Längsta sidoskottets tillväxt i mm vid olika fotoperioder men med samma ljusintegral, 6, 8, 10, och 12 timmar. (Kulturdata: Plantering i 11 C krukor vecka 6, 11/2, mjuk toppning över 7 noder v 7 15/2, Fotoperiodbehandlings start v 7 15/2 2005)

Chrysanthemum sorten 'Eliot' reagerade något annorlunda än 'Lompoc'. Skottlängden vid anthesis visade ingen statistisk skillnad mellan fotoperiod 8, respektive 10 timmar, däremot skilde sig både 6 och 12 timmar signifikant från dessa. Stjälklängden (fig.5) på första blommans (blomkorgen) ökade med tilltagen fotoperiod, likaså friskvikten. Friskvikten var som väntat lägst vid sex timmar då dessa plantor blev kompaktare och mindre i volym som framgår av figur 6 och 7. Beroende på sort har man med de vunna erfarenheterna möjlighet att bromsa starkväxande respektive främja tillväxten hos svagväxande krysantemum om man så önskar. Antalet noder på längsta skottet varierade mellan 6,1 och 6,8, någon avvikande tendens mellan behandlingarna kunde inte iakttagas.



Figur 5. *Dentranthema x grandiflorum* 'Eliot' Första blommans (blomkorgens) stjälklängd i mm vid anthesis vid olika fotoperioder, 1 och 2 = 6; 3 = 10; och 4 = 12 timmars fotoperiod.



Figur 6. *Dentranthema x grandiflorum* 'Eliot' Friskvikt per planta vid olika fotoperioder men med samma ljusintegral. 1 = 6; 2 = 8; 3 = 10; och 4 = 12 timmars fotoperiod.



Figur 7. *Dentranthema x grandiflorum* 'Eliot' Olika fotoperioder men med samma ljusintegral, 6, 8, 10 och 12 timmar. Foto: H. K. Schüssler

Euphorbia pulcherrima 'Mars'

Försöken utfördes i två parallella kammare med 24 plantor per behandling. Här avvek plantorna med 6 timmars fotoperiod från övriga genom lägre friskvikt, lägre planthöjd och mindre total bladyta per planta. Plantbredden, "stjärndiametern", antal högblad (braktéer), antalet cyathier och antal florala skott påverkades knappast. Den minsta braktéarean vid anthesis hade plantorna i 12 timmars fotoperiod.

Ur kvalitetssynpunkt kunde plantorna från 6 timmars fotoperiod anses vara för små och göra ett för klen intryck (fig. 8). Åtta timmars fotoperiod resulterade i mera önskvärda proportioner mellan höjd och bredd av plantan.



Figur 8. *Euphorbia pulcherrima* 'Mars' (Kulturdata: Sticklingsföroökning direkt i 10 C krukor vecka 34, 24/8, ingen toppning, fotoperiodbehandlingens start v 39 26/9 2005, temperatur: 21°C, luftning 23°C, fr.o.m. v 43 26/10 19°C, luftning 21°C) Foto: H. K. Schüssler



Figur 9. *Kalanchoë blossfeldiana* 'Keruna' (Kulturdata: Sticklingsförökning direkt i 12 C- krukor vecka 37 9/9, mjuk toppning v 39 22/9, fotoperiodbehandlings start v 40 30/9 2004, temperatur: 19°C, luftning 21°C) Foto: H. K. Schüssler



Figur 10. *Kalanchoë blossfeldiana* 'Petero' odlat i kommersiell odling (Tågerups Trädgård) vid konventionell, och extrem kort fotoperiod 8 och 6 timmar. (Kulturdata: Sticklingsförökning v 47, ingen toppning, LD 16 h i 5 v, fotoperiodbehandlings start v 52 2004. Foto: H. K. Schüssler

Motsvarande resultat hos julstjärna erhöles även hos våreld/höstglöd där fotoperioden 6 timmar resulterade i plantor som kunde anses vara för små (fig. 9 och 10). Tolv timmars fotoperiod försenade plantornas anthesis med flera dagar (fig.9), hos julstjärna visade sig detta i form av mindre braktéer.

Olika antal veckor i extrem kort fotoperiod

Scaevola aemula

Hos utplanteringsväxten *Scaevola aemula*, femtunga, har behandlingen med extrem kort fotoperiod (6 timmar per dygn) visat sig reducera sträckningstillväxten avsevärd under pågående kort fotoperiod. De annars så långa skotten höll sig kompakta fram till begynnande blomning. Samtidigt måste man räkna med några dagars senare blomning (fig. 11).



Figur 11. *Scaevola aemula (saligna)* 'Saphira' (Kulturdata: Plantering i 12 C-krukor vecka 8 18/2, mjuk toppning över 5 noder v 9 27/2, fotoperiodbehandlings start v 10 2/3 2004) Plantan t.v. har odlats 12 veckor vid naturlig fotoperiod; mittenplantan har odlats 2 veckor vid naturlig fp. därefter 6 veckor vid fp. 6 timmar, därefter 6 veckor vid naturlig fp.; t.h. 2 v naturlig fp. därefter 12 veckor vid 6 timmars fotoperiod, fram till fotograferingstillfället. Foto: H. K. Schüssler



Figur 12. *Calibrachoa hybr.* 'Million Bells' (Kulturdata: Plantering i 13 C-krukor vecka 11 11/3, toppning över 3-4 noder v 13 22/3, fotoperiodbehandlings start v 13 23/3 2004) Efter en etableringsfas av 2 veckor i naturlig fotoperiod har plantorna stått 2, 4, respektive 6 veckor i 6 timmars fotoperiod innan de flyttades till naturlig fp. igen. Plantan längst t.v. har stått i naturlig fotoperiod hela tiden.

Foto: H. K. Schüssler



Figur 13. *Pelargonium x hortorum* 'Grand Prix' (Kulturdata: Plantering i 13 C-krukor vecka 11 11/3, ingen toppning, endast borttagning av tidiga knoppar, fotoperiodbehandlings start v 12 18/3 2004) Plantan t.v. har odlats 10 veckor vid naturlig fotoperiod; mittenplantan har odlats 2 veckor vid naturlig fp. därefter 6 veckor vid fp. 6 timmar, därefter 4 veckor vid naturlig fp.; t.h. 2 v naturlig fp. därefter 10 veckor vid 6 timmars fotoperiod, fram till fotograferingstillfället.

Foto: H. K. Schüssler



Figur 14. *Pelargonium x hortorum* 'Schöne Helena' (Kulturdata: Som 'Grand Prix')

När det gällde *Calibrachoa hybr.* 'Million Bells' så kunde plantorna hållas kompakta under lång tid i kort fotoperiod för "senare leverans" utan att de sträckte sig. Likaså kan en eventuell glesning skjutas fram eller bli onödig. Nackdelen var att blomningstiden försenades. Pelargoner som utsattes flera veckor för extrem kort fotoperiod resulterade i mindre plantor med kortare internoder och lägre friskvikt, men blomningstiden försenades inte nämnvärt ens när de stod i extrem kort fotoperiod i 10 veckor. Att ett ljuskrävande växtslag som pelargon inte tog skada av behandlingen genom en möjligtvis ökad sträckningstillväxt var oväntat.

Slutsatser

- Kort fotoperiod men med samma ljussumma (6 timmar) gav kompaktare plantor med lägre friskvikt.
- Kort fotoperiod i olika antal veckor (2 – 8 veckor), gör det möjligt att tima plantorna till en viss försäljningstidpunkt. Under tiden plantorna står i kort fotoperiod sträcker de sig mycket lite.
- Den korta fotoperiodens längd till trots, har plantorna utvecklats på ett utmärkt sätt.
- Utplanteringsväxter växte efter utplanteringen utomhus till synes obehindrat vidare när de väl hade planterats ut och växte snart i fatt dem vars fotoperiod följde den naturliga dagslängden under hela vegetationsperioden i växthus. Detta fenomen är en fördel då utplanteringsväxter skall växa ymnigt hos konsumenten. Så är tyvärr inte alltid fallet om växterna är retarderade kemiskt, eller om man väljer sorter som genetiskt är predestinerade att ha ett kompakt växtsätt.
- Hos petunia och margerit försenades blomningstiden, motsvarande det antal veckor med kort fotoperiod. Antalet skott per planta ökade i vissa fall med ett begränsat antal veckor i kort fotoperiod vilket i sin tur ökade prydnadsvärdet.
- Resultaten från dessa försök öppnar helt nya perspektiv och möjligheten att spara energi vid produktionen av kruk- och utplanteringsväxter.
- Glesningar kan skjutas upp respektive negligeras.
- Frånsett den retarderande effekt som åstadkommes genom den korta fotoperioden så kan det antas att "långnattsbehandlingen" kan kombineras med en högre nattetemperatur i förhållande till dagtemperaturen (negativ DIF) till en mycket lägre kostnad. Under tiden mörkläggningsväven är fördragen kan enligt tillverkaren sparas 65 till 75 % av uppvärmningsenergin, detta förutsatt att värmekällan befinner sig under mörkläggningsväven.
- Viktigt är att ljuset under de 6 till 8 timmarnas fotoperiod är tillräckligt starkt så att växterna kan utvecklas ordentligt. Dagsljuset bör därför nå plantorna de timmarna före och efter när solen står som högst.
-
- Vid dagar med mycket låg temperatur, eller och mycket låg ljusinstrålning kan man tänka sig att mörklägga plantorna under denna tid med endast några få timmar ljus mitt på dagen.
- Vi vet att svag ljusinstrålning får plantorna att sträcka på sig, medan periodiskt helt mörker i samband med kort fotoperiod bromsar sträckningstillväxten.
- De vunna erfarenheterna stimulerar till en fortsatt screening av ett brett växtsortiment i syfte att kartlägga växternas reaktion på en kort fotoperiod samt möjligheterna till därmed förknippad besparing av energi respektive kemiska tillväxtreglerande medel.

Referenser

- Luckwill, L., 1981 Growth regulators in crop production. Edward Arnold London
- Moe, R., Heins, R., 2000. Advances in floriculture research. Ed. E. Strömme. Report no. 6/2000, Agricultural University of Norway, Aas, Norge.
- Morgan, D. C., Smith, H., 1979. A systematic relationship between phytochrome-controlled development and species habitat for plants grown in simulated natural radiation. *Planta* 145:253-258.

Övrig litteratur som berör tillväxtretardering

- King, R. W., 2002. Unlocking the hormonal and molecular controls of flowering, Proceedings of the XXVI International Horticultural Congress, Toronto, 2002.
- Löfkvist K. & Schüssler H. K. 2000. Tillväxt och kvalitet hos *Euphorbia pulcherrima* 'Cortez' en jämförelse i sex olika företag, Konfidentiell uppdragsrapport.
- Löfkvist K. & Schüssler H. K. 2006. Undersökning av resursåtgången vid produktion av *Euphorbia pulcherrima* i praktisk odling, en jämförelse i fyra olika trädgårdsföretag. Konfidentiell uppdragsrapport.
- Metraux, J. P. 1987. Gibberellins and plant cell elongation. In: Plant hormones and their role in plant growth and development. Ed. P. J. Davies, Kluwer, Boston.
- Post, K., 1950. Controlled photoperiod and spray formation in chrysanthemum. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 55:467-472.
- Raschke, K., 1987. Action of abscisic acid on guard cells. In: Stomatal Funktion, Ed. E. Zeiger, G. D. Farquhar, I. R. Cowan, Stanford University Press, Stanford, California.
- Schüssler H. K. 1985. Olika tillväxtregulatorers effect på *Brachyscome multifida*, SLU, Fakta trädgård 253, 4s.
- Schüssler H. K. 1986. *Clerodendrum ugandense* wird nach Hemmstoffeinsatz kompakter, *Taspo* 28, 6.
- Schüssler H. K. 1986. Bonzi (PP333) Tillväxtregulatorn som sent släpper greppet, *Viola Trädgårdsvärlden* 51, 4-5.
- Schüssler H. K. 1989. Retardering utan kemikalier, *Viola Trädgårdsvärlden* 19, 11.
- Schüssler H. K. 1991. Så kan växter bli knubbigare utan kemikalier, *Natur och Trädgård* 924.
- Vogelezang J., Moe R., Schüssler H., Hendriks L., Cuipers I. & Ueber E. 1992. Cooperative European research on temperature strategies for bedding plants, *Acta Horticulturae* 327, 11-16.
- Schüssler H. K. 1992a. Growth regulation by temperature pre-treatment of *Aeschynanthus hybrida* stock plants, *Acta Horticulturae* 305, 57-61.
- Schüssler H. K. 1992b. The influence of different constant and fluctuating water vapour pressure gradients on morphogenesis, *Acta Horticulturae* 327, 105-110.
- Schüssler H. K. 1992c. Einfluss von temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Längenwachstum und Blütenbildung von Zierpflanzen, *Gartenbauwirtschaft* 24, 13-14.
- Schüssler H. K. 1993. Effect of various water vapour pressure deficit gradients and nitrogen levels on morphogenesis of *Euphorbia pulcherrima* 'Freedom', *Acta Horticulturae* 378, 149-157.
- Schüssler H. K. 1995. Extrem kortdagsbehandling till kruk- och utplanteringsväxter, *Viola*, 9, 14-15