

# Styr tillväxten med ljuset

KARL-JOHAN BERGSTRAND, HÅKAN ASP, HARTMUT K. SCHÜSSLER

Ljuset påverkar växterna i stor utsträckning. Både mängden ljus, dagens längd (fotoperioden) samt ljusets kvalitet (spektrala sammansättning) påverkar växternas utveckling på olika sätt. Traditionellt har en växthusodlare haft möjlighet att påverka ljusintensiteten (genom skuggning eller tillskottsbelysning) samt fotoperioden (genom dagförlängning eller mörkläggningsgardiner). Numera är det också möjligt att påverka ljusets spektrala sammansättning genom att använda belysningsystem baserade på LED-teknik. Dessutom har det blivit allt vanligare med fast installerade mörkläggningsgardiner för dagslängdsreglering. Detta gör att de tekniska förutsättningarna har förbättrats så att tillväxtreglering med hjälp av ljuset idag är realistiskt som komplement eller alternativ till andra former av tillväxtreglering såsom kemisk retardering eller negativ DIF/Drop.

## Teoretisk bakgrund

Växternas sträckningstillväxt styrs av olika hormoner i växten. Sträckningstillväxten styrs huvudsakligen av hormonet Gibberellin. Kemiska tillväxtregulatorer verkar genom att på olika sätt undertrycka gibberellinsyntesen. Gibberellinet i växtens gröna vävnader, huvudsakligen under den ljusa tiden av dygnet. Mängden gibberellin som syn-



Bild 1-2: Petunia (överst) och Scaevola (underst) som fått antingen naturlig dagslängd (vänster) eller en period med 8 h dagslängd under tre veckor med start tre veckor efter inkrökning (höger). Foto: H.K. Schüssler

tetiseras påverkas alltså av dagslängden, men också av flera andra faktorer via olika mekanismer. Växtens gener påverkar givetvis, och genuttrycket kan i sin tur påverkas av olika externa faktorer. Dessutom har växten flera så kallade ljusreceptorer som påverkar både gibberellinet och andra hormoner som påverkar tillväxten. En viktig ljusreceptor är det så kallade fytokromsystemet. Fytokromsystemet består av proteinet fytokrom, som växlar mellan två olika former. Omvandlingen mellan de två formerna styrs av mängden rött och mörkrött ljus växten blir utsatt för. Det är via

fytokromsystemet växten kan känna av dagslängden.

Blått ljus känner växten av via blåljusreceptorer som kallas för kryptokromer. Dessa påverkar sträckningstillväxten genom att påverka genuttrycket för sträckningstillväxt. Utöver detta har växten receptorer för UV-ljus och grönt ljus, men funktionen hos dessa är ännu inte fullt utredd.

## Fotoperiod (Extrem kortdag, EKD)

Dagslängden har stor betydelse för sträckningstillväxten hos flertalet växtslag. Generellt sett ger kortare fotoperiod minskad sträckningstillväxt. Detta kan utnyttjas som

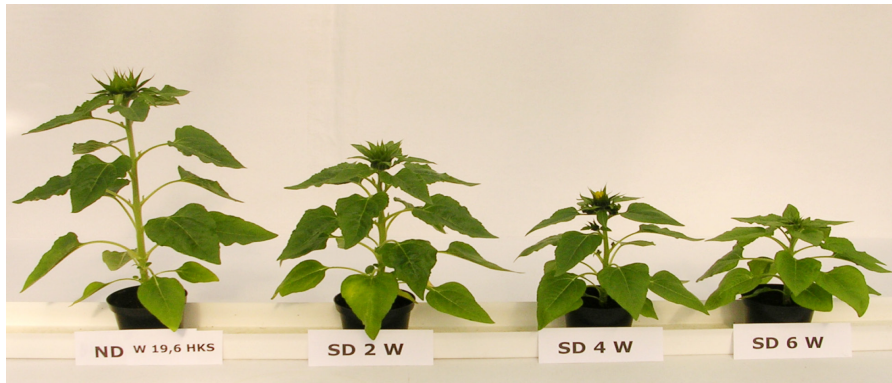
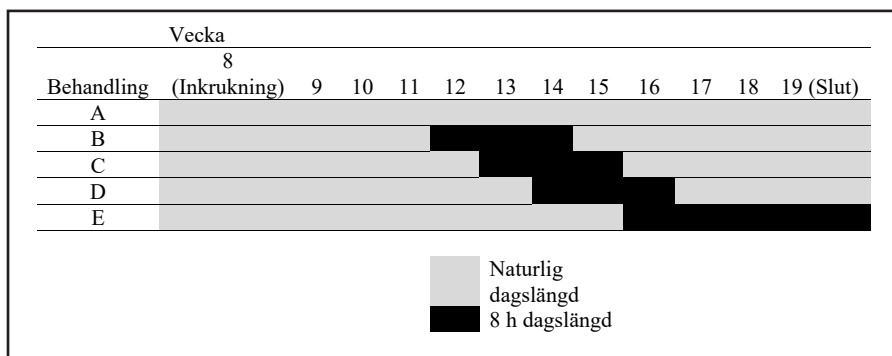


Bild 3: Solrosor som fått extrem kortdag (6 h) under (fr. v.) 0, 2, 4 resp. 6 veckor av kultur-tiden. Övrig tid har det varit naturliga (lång-) dagsförhållanden. Foto: H.K. Schüssler



Figur 1: Ljusschema för kortdagsbehandling av utplanteringsväxter.

ett sätt att begränsa sträckningen. Genom att med kortdagsvävar begränsa dagslängden till 8 timmar under en treveckorsperiod kan man avsevärt begränsa sträckningstillväxten hos utplanteringsväxter. Detta provades i försök med *Calibrachoa* (småpetunia), *Scaevola* (femtunga), *Petunia* och Pelargon. Tre veckors kortdagsbehandling tillämpades i mitten eller slutet av kulturtiden (figur 1). Genom att endast ge kortdagsbehandling i tre veckor blev de växtslag som är långdagsplantor ändå blominducerade. Generellt sett var behandlingen effektivast om den gavs i mitten av kulturförloppet. Hos kortdagsplantor kan en tidig kortdagsbehandling och att

använda 8 h dagslängd istället för 10 h ha god tillväxtreglerande effekt. Även hos dagslängdsneutrala växter som solrosor har kortdagsbehandling god effekt (bild 3). Det är viktigt att inte tappa för mycket av total ljusmängd, d.v.s. den ljusa perioden måste ligga mitt på dagen (t.ex. kl. 8:00–16:00). Kortdagsbehandlingen verkar genom en kombination av reducerad gibberellinsyntes på grund av färre ljusa timmar, och att man utestänger grynings- och skymningsljuset som innehåller mycket mörkrött ljus. Utöver den retarderande effekten kan ökad användning av mörkläggingsväv innebära minskad energiåtgång till uppvärmning.

### Ljuskvalité i kombination med naturligt ljus

I ett växthus har man två möjligheter att påverka ljusets spektrala sammansättning; antingen genom att tillföra vissa våglängder med hjälp av belysning eller genom att ta bort vissa våglängder med hjälp av spektralfilter. Ett exempel på detta är att använda någon form av extra filter för att filtrera bort det mörkröda ljuset och på så sätt minska sträckningstillväxten. Ett sådant filter kan utgöras t.ex. av kopparsulfatlösning i mellanrummet mellan två skikt i täckmaterialet, eller en pigmenterad folie som likt en skuggväv monteras inne i växthuset. Dessa metoder har gett positiva resultat i försök men inte vunnit någon större praktisk användning, bl.a. på grund av höga installationskostnader samt ökat behov av tillskott av värme och belysning som följd av att man reducerar den totala instrålningen. Växthusglaset i sig utgör ett filter som tar bort det mesta av UV-ljuset.

Betydligt enklare är det att förändra ljuskvalitén genom att tillföra ljus av bestämda våglängder med hjälp av LED-baserade ljuskällor, så kallat smalspektrumljus. Traditionellt har man ansett att rött och blått ljus har störst inverkan på växterna, men även grönt ljus och UV-ljus har betydelse för växternas reaktioner. Blått ljus anses ofta generellt leda till mindre sträckning och kompakta plantor. Det har emellertid visat sig att detta inte alltid stämmer. I vissa fall har man även kunnat uppnå minskad sträckning genom att tillföra rött



Bild 4: Julstjärna ('Novia') som odlats i växthus med ett tillskott av olika ljuskvaliteter från LED-lampor. Tillskott gavs med endast  $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  och dagslängden var 8 h/dygn efter start av kortdagsbehandlingen. A: Inget tillskott, B: Vitt ljus, C: 660 nm (rött ljus), D: 620 nm (orange ljus), E: 460 nm (blått ljus). Foto: K-J Bergstrand

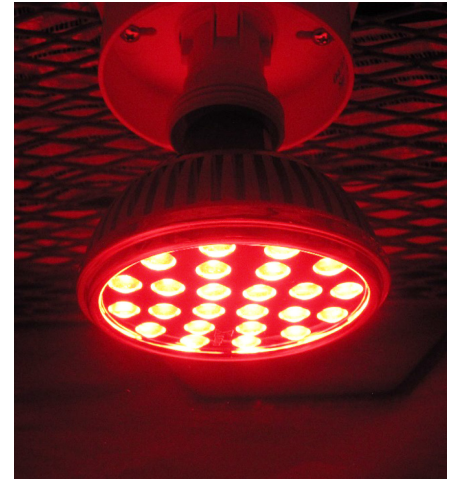
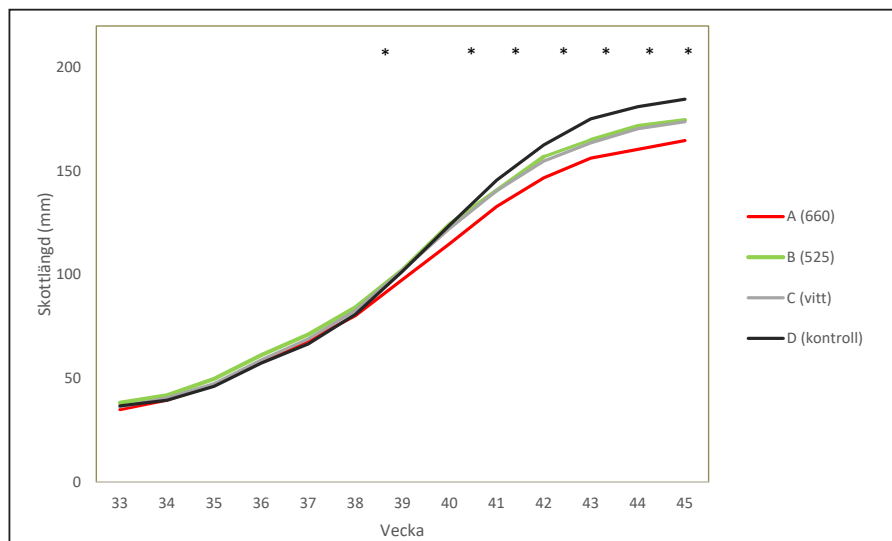


Bild 5: De låga ljusintensiteter som är erforderliga vid EOD-behandling gör att man kan använda billiga lampor (här på 25 W) med E27-fattning, vilket ger billig installation. Foto: K-J Bergstrand



Bild 6: Den vänstra plantan har fått 1 h EOD-behandling med rött ljus (660 nm våglängd,  $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), den högra plantan har inte fått någon EOD-behandling. I båda fallen var mörkläggningsväven öppen 10 h/dygn (08:00-16:00). Den vänstra plantan har alltså fått 11 h total fotoperiod, varav 1 h EOD-behandling, den högra plantan har fått 10 h fotoperiod. Foto: K-J Bergstrand



Figur 2: Skottlängd hos julstjärna cv. Mira som fått EOD-behandling med rött, grönt, eller vitt ljus, alternativt ingen EOD-behandling (medelvärde för 16-20 plantor). Kortdagsbehandling påbörjades v. 37. Asterisk (\*) över kurvan betyder att resultatet var statistiskt säkerställt som en skillnad den aktuella veckan.

ljus i våglängden 660 nm (bild 4). Om man installerar LED-belysning kan det alltså vara idé att utforma installationen så att det är möjligt att tillföra endast 660 nm ljus då ljuset ges i kombination med dagsljus. Ska man däremot odla utan dagsljus är det bäst att ha ett så komplett spektrum som möjligt-helst vitt ljus som innehåller alla våglängder. Ett problem med metoden är att tillskottsljuset "drunknar" i det naturliga ljuset vid högre instrålning. I exemplet ovan har tillskottsljuset utgjort c:a 10% av total instrålning, vilket alltså är tillräckligt för att uppnå effekt.

### EOD

Även om det alltså är fullt möjligt att påverka växternas morfologi genom att berika dagsljuset med vissa specifika våglängder så är det svårare på sommaren än på vintern eftersom tillskottsljuset späds ut av solljus. Det finns dock andra möj-

ligheter att få stor effekt på växternas utveckling genom att ”investera” en förhållandevis liten mängd ljus, nämligen så kallat ”End-of-day” ljus, EOD. Det har visat sig, att rött ljus (660 nm) är mest intressant i sammanhanget. I ett försök gavs EOD-ljus i med rött (660 nm), grönt (525 nm) och vitt ljus (bild 5). EOD-behandlingen gavs med en intensitet av 10  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  under en timme efter en åtta timmars period med naturligt ljus (mörklägningsväven var alltså stängd då EOD-behandlingen gavs). Sträckningstillväxten (skottlängden) blev signifikant mindre då EOD-behandling gavs med rött ljus, detta utan att friskvikt, stamdiameter eller antal sidoskott påverkades (Bild 6). EOD-behandlingen med rött ljus påverkar växtens fytokromsystem och reducerar sträckningen genom att motverka ”shade avoidance syndrome”, d.v.s. växtens strävan att sträcka sig i närvaro av mörkrött ljus.

#### Litteratur

- Bergstrand, K.-J., Asp, H., Schüssler, H.K. 2014. Nya möjligheter att kontrollera tillväxten hos utplanteringsväxter med hjälp av ljuset. LTV-fakultetens faktablad 2014:20.
- Bergstrand, K.-J., Schüssler, H.K. 2013. Growth, Development and Photosynthesis of some Horticultural Plants as affected by Different Supplementary Lighting Technologies. *European Journal of Horticultural Science* 78(3):119-125.
- Schüssler, H.K., Bergstrand, K.-J. 2012: Control of the Shoot Elongation in Bedding Plants using Extreme Short Day Treatments. *Acta Horticulturae* 956:409-415.

- 
- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakultetens institution för Biosystem och teknologi, Enheten för hortikulturell produktionsfysiologi
  - Projektet är finansierat av Stiftelsen lantbruksforskning samt Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA).
  - Projektansvarig och ansvarig författare: Karl-Johan Bergstrand, Karl-Johan.Bergstrand@slu.se, Box 103, 230 53 Alnarp
  - Övriga medarbetare i projektet: Håkan Asp och Hartmut K. Schüssler
  - På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt
-