

Alternativ till kemisk tillväxtreglering

- Inom kommersiell prydnadsväxtodling

Alternative methods for chemical growth regulation

- Within the ornamental plant production

Fredric Hedlund



Alternativ till kemisk tillväxtreglering

- Inom kommersiell prydnadsväxtodling

Alternative methods for chemical growth regulation

- Within the ornamental plant production

Fredric Hedlund

Handledare: Karl-Johan Bergstrand, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Håkan Asp, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: *Osteospermum* i växthus. Foto: Fredric Hedlund

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Tillväxtreglering, retarderingsmedel, sträckningstillväxt, DROP, DIF, torkstress, kortdagsbehandling*

Abstract

The ornamental plant industry has traditionally been characterized by an extensive use of chemical substances for plant protection and controlling desirable morphological properties of plants. Despite prolonged and extensive processing work, with the aim of creating more compact growing varieties, large amounts of chemical retardants are still used within the plant industry. These growth regulators are used in order to prevent shoot elongation and favor the development of lateral shoots. For many years, attempts have been made to reduce the use of these types of substances, since in many cases they have proven to be harmful to both the environment as well as for human health. As the regulatory framework has tightened, the need for alternative methods for growth regulation has increased. With the help of advanced control of light, temperature, nutrients and irrigation techniques, the use of chemical growth retardants can be reduced. In addition to reduced impact on the environment and human health, there is also the possibility of reduced production costs and increased plant quality.

Sammanfattning

Prydnadsväxtodlingen har länge präglats av ett omfattande bruk av kemiska substanser för växtskydd samt för att styra och kontrollera önskvärda morfologiska egenskaper hos växter. Trots långvarigt och utbrett förädlingsarbete med syfte att skapa mer kompaktväxande sorter, används ännu kemiska retarderingsmedel inom branschen. Detta görs i första hand för att motverka sträckningstillväxt och gynna utvecklingen av laterala sidoskott. I Sverige har man länge försökt reducera användningen av denna typ av substanser, då de i många fall visat sig vara skadliga för såväl miljö och mänsklig hälsa. I takt med att regelverken stramats åt har behovet av alternativa metoder för tillväxtreglering ökat. Det finns tydliga indikationer på att man som producent med hjälp av avancerad styrning av ljus, temperatur, näring och bevattning kan ersätta dessa kemikalier. Förutom reducerad inverkan på miljö och mänsklig hälsa finns dessutom möjlighet till reducerade omkostnader och förhöjd plantkvalitet.

Tack

Jag vill rikta ett stort tack Karl-Johan Bergstrand, Forskare vid Institutionen för biosystem och teknologi, SLU, Alnarp. Karl-Johan har ställt upp som handledare under processen för denna kandidatuppsats och har dessutom varit en avgörande gestalt inom en stor del av det forskningsmaterial som funnits att tillgå. Jag vill tacka för kompetent och effektiv respons under mitt skrivande.

Innehåll

Abstract	3
Sammanfattning	3
Tack	3
1. Inledning	5
1.1 Introduktion	5
1.2 Bakgrund	6
1.3 Syfte och avgränsning	6
2. Metod	6
3. Resultat	7
3.1 Kemiska preparat	7
3.2 Ljuset	8
3.2.1 Ljuset och växten	8
3.2.2 Extrem kortdagsbehandling	10
3.2.3 Val av belysning	12
3.3 Temperatur	14
3.3.1 Temperaturstyrning	14
3.4 Bevattning och näringsgiva	16
3.4.1 Torkstress	16
3.4.2 Ledningstal	17
3.4.3 Begränsad fosforgiva	17
4 Diskussion	18
5 Referenser	21

1. Inledning

1.1 Introduktion

Ända sedan odlingen av prydnadsväxter i växthus på allvar tog fart kring 1900-talets början har man ständigt på olika sätt genom flertalet metoder försökt bemästra konsten att styra växternas egenskaper efter behov och önskemål (Norcini et al, 1996). Det fanns och finns fortfarande en lång rad olika egenskaper hos växterna som odlare ständigt försöker styra och påverka, i strävan efter platseffektiva och attraktiva plantor som konsumenterna kan tänkas finna tilltalande. De växter som odlas och säljs till prydnadsändamål för hemmet är ofta exotiska växter som man på olika sätt anpassat för att lämpa sig bra i våra inom- och utomhusmiljöer (Bergstrand & Schüssler 2013). Målet har i regel handlat om att få fram friska, välgrenade och kompakta plantor, med tilltalande färg såväl som riklig blomning (Norcini et al. 1996). Önskan om kompakta plantor utan onödig sträckningstillväxt, som följd av faktorer gällande bland annat otillräcklig eller ofördelaktig tillgång på ljus, är av stort intresse för såväl producent, leverantör som slutkonsument (Alem et al. 2015). Långa, rangliga eller spretiga plantor ger inte bara ett icke tilltalande visuellt intryck hos inköpare och konsumenter. Det innebär likväl ett obefogat slöseri av värdefulla odlings- och transporttytor som annars kunnat utnyttjas mer effektivt.

Bland de äldsta och mest grundläggande metoderna för mer välgrenade och kompakta plantor används bland annat begränsad krukvolum, tillsammans med toppning, beskärning och glesning (Bergstrand & Schüssler 2013). Korsning och traditionell förädling av sorter har skett kontinuerligt, i takt med att odlarna blir allt mer innovativa med faktorer som styrning av ljus, temperatur och bevattning. Trots detta är användandet av kemikalier för att motverka sträckningstillväxt hos prydnadsväxter, så kallade kemiska retarderingsmedel, ännu vida spritt inom växthusodlingen (Löfkvist & Möller Nielsen 2014a). De kemiska tillväxtregulatorerna, även kallade retarderingsmedel, står för en majoritet av andelen kemiska preparat som används inom odling av prydnadsväxter. Det finns dock tydliga indikationer på en rad fördelar som en kraftig minskning, alternativt ett totalstopp av dessa typer av kemikalier skulle kunna innebära för såväl miljö som för lönsamhet. Det finns en rad positiva aspekter som ett totalstopp av denna typ av kemikalier skulle kunna medföra. Detta förutsatt att kemikaliernas inverkan mot sträckningstillväxt kan ersättas. Utöver faktumet att de kemiska retarderingsmedel som i dagsläget används inom odlingsindustrin anses toxiska för både natur och mänsklig hälsa, är de också både kostsamma och tidskrävande att använda sig av (Islam et al. 2013). Dessutom kan överapplicering och misstag i behandlingen resultera i kraftigt reducerad plantkvalitet (Alem et al. 2015).

1.2 Bakgrund

Regleringar kring användandet av kemiska retarderingsmedel stramas åt allt mer, inte minst i Sverige (Bergstrand & Schüssler (2013)). Detta betyder att de svenska odlarna kan komma att stå utan de flesta av de kemiska hjälpmedel som man så länge förlitat sig på. Detta samtidigt som den utländska konkurrensen, som av många orsaker redan är hård, fortfarande kan komma att gynnas av generösare lagar och regelverk, beroende på rådande nationella eller lokala föreskrifter. Enligt Franzén & Ekelund (2014) ser man en minskad konkurrenskraft hos Svenska prydnadsväxtodlare, medan utvecklingen hos producenter av livsmedel som frukt och grönsaker ser något ljusare ut. Förutom klimatrelaterade fördelar, skillnader i lagstiftningar och regler gällande bland annat kemikalier och tillgång till billigare arbetskraft, drivs många av de utländska odlarna i mycket större utsträckning likt affärsinriktade storföretag. De svenska producenterna drivs inte sällan i form av mindre familjeföretag som därmed blir mer sårbara vid förändringar och oförutsägbara händelser.

1.3 Syfte och avgränsning

Denna studie tillägnas sökandet och beskrivandet av lämpliga och användbara metoder att ersätta den sedan länge vitt spridda användningen av kemisk tillväxtreglering inom produktionen av prydnadsväxter. Målet är att redovisa olika alternativa metoder, samt att tydliggöra vilka för och nackdelar respektive metod kan tänkas medföra. Arbetet är inte ämnat att beskriva traditionellt förädlingsarbete eller genetisk modifiering.

2. Metod

Detta arbete har gjorts i form av en litteraturstudie. Relevant information och användbara studier och forskningsresultat har bland annat erhållits med hjälp av databaserna Web of Science, PubMed, Google Scholar och ISHS. Böcker och facklitteratur har även erhållits via Sveriges Lantbruksuniversitets bibliotek i Alnarp och Ultuna. Arbetet har till stor del baserats på försök och studier utförda av Sveriges Lantbruksuniversitet, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut samt forskare och universitet i ibland annat Norge, Schweiz, Holland och USA. Uppdaterad information om svenska regelverk gällande kemikalier har erhållits via Kemikalieinspektionen. All information har granskats kritiskt och samtliga källor finns redovisade i referenslistan.

3. Resultat

3.1 Kemiska preparat

Kemiska tillväxtregleringsmedel står för upp till 80% av det totala användandet av kemikalier inom odlingen av krukväxter (Löfkvist et al. 2009). En betydande majoritet av dessa kemikalier används inom just växthusproduktion av prydnadsväxter. De vanligast förekommande kemiska retarderingsmedlen i Sverige är Cycocel och Alar (Bergstrand et al. 2014). Enligt Ranjan (2013) är julstjärna (*Euphorbia pulcherrima*) ett typexempel på prydnadsväxt som krävt omfattande behandling av retarderingsmedel, då det tidigare inte funnits några genetiska dvärgplantor att tillgå. Även inom andra vanligt förekommande prydnadsväxter som *Begonia*, *Hibiscus* samt olika typer av *Geranium*-växter är användningen av dessa kemikalier vida utbredd. Genom applicering av kemikalier som Cycocel (2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride) eller Alar (Succinic acid 2, 2-dimethyl hydrazide) påverkas tillväxthormoner i växten i syfte att öka antalet skott och grenar på växten, samtidigt som internodiellängden minskas. Enligt Islam et al. (2013) är det i första hand den minskade produktionen av gibberellinsyra i växten som hämmar själva sträckningstillväxten i plantan vid användning av dessa kemikalier. Värt att tillägga är att användandet av kemikalier vid odling redan är kraftigt reglerat och begränsat i Sverige (Bergstrand & Schüssler 2013). Dessutom finns det flertalet betydligt kraftfullare kemikalier med liknande syfte som används i andra delar av världen, men som aldrig har varit tillåtna i Sverige.

Enligt (Kemikalieinspektionen u.å.)a innebär Cycocel risker för både mänsklig hälsa, miljö och är dessutom märkt med varning enligt kategori 4 - Akut toxicitet, skadligt vid förtäring. Alar i sin tur är enligt Kemikalieinspektionen att betrakta som cancerframkallande.

Förutom att användandet av dessa kemikalier anses farliga och riskerar att förbjudas i EU är de dessutom kostsamma i såväl inköp som hantering (Islam et al. 2013). Applicering av kemikalierna måste ske noggrant och kontrollerat, då överexponering kan leda till kraftigt reducerad plantkvalitet (Alem et al. 2015).

Något av en helomvändning inom området gällande kemisk tillväxtreglering i Sverige skedde så sent som den 24:e februari 2017, då Kemikalieinspektionen beslöt tillåta den förhållandevis kraftfulla tillväxtregulatorn "Bonzi", innehållandes det kemiskt verksamma ämnet Paklobutrazol (Kemikalieinspektionen, u.å.)b. Kemikalien klassas bland annat som en potentiell fara för vattenmiljö och vattenlevande organismer.

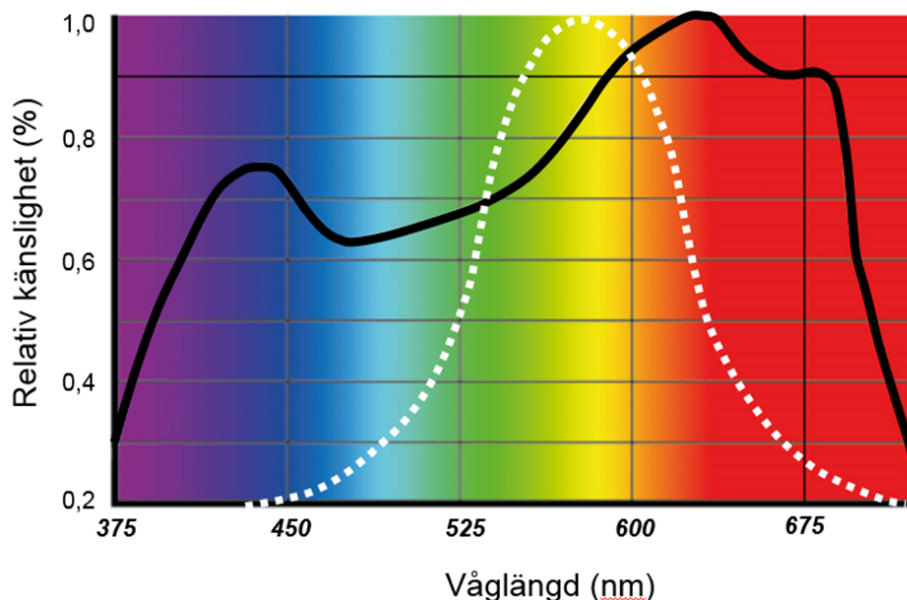
Då "Bonzi" godkänns för användning fram till och med maj 2022 kan detta innebära en motgång i strävan efter en odlingsindustri fri från kemiska tillväxtregulatorer.

3.2 Ljuset

3.2.1 Ljuset och växten

För att kunna hitta, förstå och inte minst använda sig av effektiva alternativ till kemisk retardering måste man förstå grundproblematiken till vad det är man faktiskt försöker åstadkomma. Vad odlaren i detta fall försöker motverka är i första hand oönskad sträckningstillväxt, vilket innebär långa, rangliga plantor som av konsumenten upplevs vara av lägre kvalitet. Den viktigaste faktorn i fallet kring sträckningstillväxt är ljuset (Lindahl, 1992). Ljuset är avgörande för växten och krävs inte minst för den fundamentala fotosyntesen, processen där klorofyllet i bladen absorberar och utnyttjar ljusenergi för att bilda socker av vatten och koldioxid. Men ljusets intensitet och sammansättning av olika våglängder påverkar tillsammans en rad olika processer i växten. Ljuset påverkar i högsta grad tillväxten i plantan, men är dessutom essentiellt för växtens egen uppfattning av sin omgivning. Ljuset påverkar till exempel växtens cykler och uppfattning gällande tid på dygnet eller vilken årstid det är, men även huruvida konkurrens råder med andra växter om det ljus som tillhandahålls på platsen.

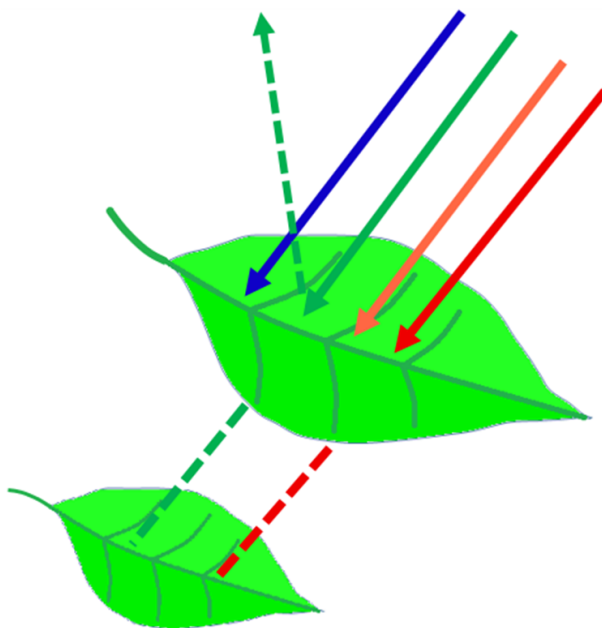
Då en växt skymms av omkringstående växter eller högre vegetation blir dess naturliga reaktion att växa på längden för att nå upp till och konkurrera om ljuset (de Wit et al. 2016). Ljus med olika våglängder har olika färger och varje ljusfärg påverkar växten annorlunda. Ljuset som växter behöver och kan tillgodogöra sig av för fotosyntesen ligger inom intervallet 400-700nm (Bergstrand, 2012). Detta ljus kallas för fotosyntesaktivt ljus, vilket brukar förkortas PAR (Photosynthetic Active Radiation). Se figur 1.



(Figur 1.) Illustrationen visar den relativa känsligheten för ljus ur olika spektrum för fotosyntesaktivt ljus (PAR), kontra det mänskliga ögats känslighet. Den svarta grafen representerar fotosyntesaktivt ljus, med tydliga toppar kring våglängderna 400nm resp. 650nm. Det mänskliga ögats känslighet, representerat av den vita, streckade grafen, visar istället på ett något smalare spektrum, med en tydlig topp kring 570nm. Illustration: Fredric Hedlund

Som framkommer av Figur 1. är fotosyntesen känsligast för ljus ur blått respektive rött spektrum. Viktigt att tillägga är att även om det fotosyntesaktiva ljuset ligger inom ungefär samma våglängder som det mänskliga ögats känslighet, så är ögat absolut känsligast för ljus ur grönt spektrum, det vill säga i princip motsatt av vad växten behöver för fotosyntesen (Bergstrand, 2012). Detta betyder att ljus som för människan uppskattas starkt kan vara nära på oanvändbart för växtens fotosyntes. Även ljus utanför PAR kan påverka växten, dock inte själva fotosyntesen (Bergstrand, 2015).

När ljus från en ljuskälla, till exempel solen eller en växtlampa träffar ett blad reflekteras en stor del grönt ljus, det är därför det mänskliga ögat uppfattar bladen som gröna (Lindahl, 1992). En stor del grönt ljus passerar rakt genom bladet, tillsammans med en relativt stor andel av det mörkröda ljuset (de Wit et al. 2016). Detta i kombination med att bladets klorofyll har absorberat majoriteten av det röda och det blåa ljuset för fotosyntesen gör att växten under uppfattar att den är skymd, då den i första hand träffas av grönt respektive mörkrött ljus. Detta i sin tur skapar signaler till plantan att sträcka på sig för att kunna nå upp till och konkurrera om ljuset. Se figur 2.



(Figur 2.) Illustration av ljus ur blått, grönt, rött och mörkrött spektrum som träffar en bladyta. Blått och rött ljus absorberas, medan grönt och mörkrött ljus till stor del reflekteras eller transmittteras.

Illustration: Fredric Hedlund

Enligt Bergstrand (2015) kan man konstatera att bristen på blått ljus (400-500 nm), alternativt en för hög andel mörkrött (700-800 nm) ljus i förhållande till rött (600-700 nm) ljus bidrar till sträckningstillväxt. Man har tidigare trott att det blå ljuset i sig rentav motverkar sträckningstillväxt, men då försök gjorts har det visat sig att växter odlade i enbart blått ljus ändå drabbats av sträckning. Detta eftersom det röda ljuset behövs för bland annat bildandet av sidokott såväl som utvecklingen av rötter.

Det är viktigt att komma ihåg att växter behöver ljus ur hela spektrat för att utvecklas normalt, även om det i första hand är blått och rött ljus som används för fotosyntes (Bergstrand 2015). Rött och mörkrött ljus påverkar båda fytokromet, det ljuskänsliga pigment i bladen som påverkar dagslängduppfattning, blombildning och frösättning. Mörkrött ljus är mycket viktigt för dagslängduppfattningen, varför lampor med högt innehåll mörkrött ljus används för att förhindra blomning hos kortdagsväxter och inducera blomning hos långdagsväxter genom att "förlänga" dagen. Något som bör påpekas är att grönt ljus inte är helt oanvändbart för växten, det ljus som transmitteras genom ett blad kommer successivt att absorberas av underliggande bladverk och på så sätt ändå komma till nytta (Terashima et al. 2009).

3.2.2 Extrem kortdagsbehandling

En metod som visat sig användbar och effektiv för reduktion av sträckningstillväxt är manipulering av fotoperioden med hjälp av så kallad Extrem kortdagsbehandling (Schüssler & Bergstrand, 2012). Tekniken tillämpas genom att med hjälp av mörkläggningsväv, under en period av kulturtiden, stänga ute allt ljus och endast exponera kulturen för en kortare fotoperiod på cirka 8 timmar dagligen. Behandlingen, som påbörjas i mitten eller slutet av kulturtiden, har visat sig effektiv och tillämpbar som metod för reduktion av sträckningstillväxt hos flertalet vanligt förekommande prydnadsväxter.

Ljuset vid gryning och framför allt skymning innehåller hög andel mörkrött ljus i förhållande till rött ljus (Bergstrand, 2015). Kombinationen av hög andel mörkrött ljus i förhållande till det röda ljuset triggar växten till sträckning eftersom liknande ljusförhållanden råder då växten är skymd av högre vegetation. Detta stödjer teorin att en kortdagsbehandling som då utesluter ljusets spektrala fördelning under morgon- och kvällstimmarna, kan bidra till minskad sträckningstillväxt. Denna typ av behandling bidrar även till minskad produktion av tillväxthormonet gibberellin, i och med att gibberellinsyntesen är som mest aktiv under dagens ljusaste timmar (Taiz & Zeiger 2002). Den minskade produktionen av gibberellin i växten vid denna typ av kortdagsbehandling resulterar därmed i minskad sträckning.

Till metodens fördel talar även faktumet att mörkläggningsväven kan minska värmeförluster från växthuset med upp till 75% under kulturens nattvila, vilket i sin tur kan reducera sträckningstillväxt enligt principen 0-DIF och negativ DIF, vilket kommer behandlas senare i arbetet under avsnittet för temperaturstyrning.

Försök utfördes vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp enligt Schüssler & Bergstrand (2012) på *Calibrachoa*, *Pelargonium*, *Petunia* och *Scaevola* för att undersöka extrem kortdagsbehandlings inverkan på sträckning och skotttillväxt. Försöket baserades på fyra olika behandlingar, utöver kontrollgruppen (A). Kortdagsbehandling med dagslängd på åtta timmar under en treveckorsperiod introducerades antingen fyra (B), fem (C), sex (D) eller åtta (E) veckor efter krukning. Undantaget är att behandling E, vars kortdagsbehandling påbörjat efter åtta veckor, pågick i fem veckor till kulturtidens slut.

Utöver kortdagsbehandlingen exponerades kulturerna endast för naturligt solljus som ökade från tretton till sjutton timmar per dag. Kontrollgruppen fick naturligt dagsljus utan manipulering under hela kulturtiden.

Sammanfattningsvis resulterade försöket i fördröjning av blomningen med ungefär fem dagar, men visade ändå en reducerad sträckning av olika grad hos varje växtslag. Påtagligast effekt hade behandlingen på *Scaevola saligna* 'Saphira' (femtunga). Bild 1. visar resultatet av kortdagsbehandlad femtunga i ett snarlikt försök. Kortdagsbehandlingen resulterade i ökat antal sidoskott med uppenbart reducerad sträckning, jämfört med kontrollgruppen.



(Bild 1. Femtunga. (A) kontrollgrupp. (E) kortdagsbehandlad i slutet av kulturtiden.)

Foto: Hartmut K. Schüssler

Enligt försök utförda av Schüssler & Kosiba (2006) kan signifikanta resultat uppnås med kortdagsbehandling av bland annat Femtunga med så lite som sex timmars fotoperiod under behandlingstiden. Konstaterandet av detta sammantaget är att extrem kortdagsbehandling visar god potential som metod för reducerad sträckning och kompaktare plantor, utan kemiska retarderingsmedel. Den fördröjning av blomningen som påvisades skulle eventuellt kunna reduceras genom att höja den dagliga ljussumman via tillskottsbelysning under fotoperioden.

Utöver detta är tekniken enkel att använda samtidigt som den för många producenter inte behöver innebära några nya, höga investeringskostnader (Schüssler & Bergstrand, 2012). Detta i och med att många växthus redan är utrustade med funktionsdugliga mörkläggningsvävar för styrandet av blomningen hos kortdagsväxter. Av högsta vikt är dock att mörkläggningsvävarna är hela och täta, då även begränsade ljusinsläpp under behandlingen kan motsatt effekt på sträckningstillväxten (Sigill u.å).

3.2.3 Val av belysning

I vårt nordiska klimat krävs det under stora delar av året tillförd belysning för att kompensera för det tidvis kraftigt begränsade naturliga solskenet. Det finns många faktorer att ta hänsyn till vid investering av assimilationsbelysning till sitt växthus. Som tidigare nämnts har ljusets sammansättning stor betydelse för sträckningstillväxten hos plantor. Ny teknik ger oss nya möjligheter att med hjälp av tillskottsbelysning påverka faktorer som bland annat sträckningstillväxt.

Växthusbelysning vid kommersiell odling har länge dominerats av HPS-armaturer (High Pressure Sodium), eller högtrycksnatrium som det heter på Svenska. Även metallhalogenlampor och lysrör används, om än i betydligt mindre utsträckning (Bergstrand & Schüssler, 2012). HPS-tekniken har använts flitigt sedan 60-talet, den är användarvänlig och driftsäker med förhållandevis lång livslängd. Men tack vare LED-teknikens snabba utveckling under 2000-talet är det mycket som pekar åt att detta skulle kunna vara framtiden inom växthusbelysning. Detta beror till stor del på möjligheten att styra den spektrala fördelningen efter behov och på så sätt enklare kunna anpassa sin belysning efter kultur och önskemål.

En optimal växthusbelysning kan variera beroende på vilken kultur som kommer odlas, men generellt kan man säga att en majoritet (60-70%) av ljuset bör finnas i det röda spektret kring 600-700 nm, då detta ljus är mest effektivt för fotosyntesen (Bergstrand 2015). Hur mycket blått ljus som är optimalt beror på vilken slags tillväxt man önskar. Som tidigare nämnts har blått ljus stor inverkan på sträckningstillväxten. Blått ljus är mycket rikt på energi, dessutom behöver växten betydligt mindre blått ljus än rött ljus. En belysning med 10-15% blått ljus kan anses vara optimal för motverkning av onödig sträckning. Det blå ljuset begränsar celleexpansion, minskar bladytta och resulterar på så vis i lägre tillväxt. Kulturer med lägre krav på kompakt växtsätt klarar sig gott och väl med 5% blått ljus. Resterande ljus kan komma från övriga våglängder, såsom grönt och mörkrött.

Högtrycksnatriumlampor, så kallade HPS-lampor har ett förhållandevis fördelaktigt förhållande mellan rött och mörkrött ljus, men bristen på ljus ur blått spektrum för med sig att ljuset inte är optimalt vid krav om kompaktväxande plantor (Terfa et al. 2013). HPS-lampan har en topp vid våglängderna 550-600 nm (gult) samt en topp vid 800 nm (Bergstrand & Schüssler, 2012). Våglängder mellan 700-1000 nm innebär att ljuset alstras som värmestrålning, även kallat infrarött ljus. Detta behöver visserligen inte ses som någonting negativt, då vårt klimat ofta kräver att växthus tillförs extra värme. Strålningsenergin alstras dessutom i samma riktning som ljuset, d.v.s. rakt ned i kulturen, vilket vid önskan om påskyndad utveckling kan ses som positivt, då bladtemperaturen på så sätt höjs (Bergstrand 2015). Dessutom bidrar värmestrålningen både till upptorkning och ökade luftrörelser i bladverket.

LED-paneler å andra sidan kan tillverkas med mycket specifika uppsättningar av ljusdioder av önskade våglängder beroende på användningsområde (Bergstrand 2015). De är än så länge dyrare än HPS-paneler i inköpskostnad, men detta skulle kunna tjänas in i och med LED-teknikens i genomsnitt lägre energiförbrukning. Man brukar mäta ljuskällors effektivitet utifrån hur mycket tillförd energi som omvandlas till faktiskt ljus. Vid bedömning av verkningsgraden hos assimilationsbelysnings används enheten $\mu\text{mol}/\text{W}$, d.v.s. mikromol per Watt. Då man mäter ljus i mikromol mäts ljusets energiinnehåll genom dess andel fotoner. Fotoner kan i korta drag beskrivas som ljuspartiklar eller "ljuspaket" som saknar massa. I dagsläget har de bästa LED-panelerna en effektivitet på omkring $2,5 \mu\text{mol}/\text{W}$ och de effektivaste HPS-lamporna ligger omkring $2 \mu\text{mol}/\text{W}$. De effektivaste LED-panelerna har alltså högre verkningsgrad än de effektivaste HPS-lamporna. Då man mäter ljus i mikromol tas dock ingen hänsyn till ljusets spektrala fördelning. En högkvalitativ, välbyggd LED-panel kan alltså ha högre verkningsgrad och dessutom avge en högre andel fotosyntesaktivt ljus, jämfört med en HPS-lampa.

Någonting man går miste om med LED-teknik är att de inte alstrar strålningsenergi på samma sätt som HPS-lamporna gör. LED-paneler alstrar istället sensibel värme, vilket medför att panelerna behöver kylas med kylflänsar, inbyggda fläktar eller genom vattenkylning. Detta skulle dock kunna utnyttjas genom att placera lamporna underifrån i odlingen, varpå värmen kan stiga upp i bladverket. Tack vare faktumet att LED-panelerna alstrar mindre strålningsvärme, finns även möjligheten att placera armaturerna närmare kulturen vid trängre förhållanden. Detta öppnar upp för möjligheten till odling i flerskikt.



(Bild 2.) LED-teknikens låga alstring av värme ger förbättrade möjligheter till odling i platsoptimerade utrymmen. Bilden visar odling i flerskikt vid uppdrivning av småplantor. Den stigande värmen från underliggande våning kan dessutom gynna rotutveckling. Foto: Fredric Hedlund

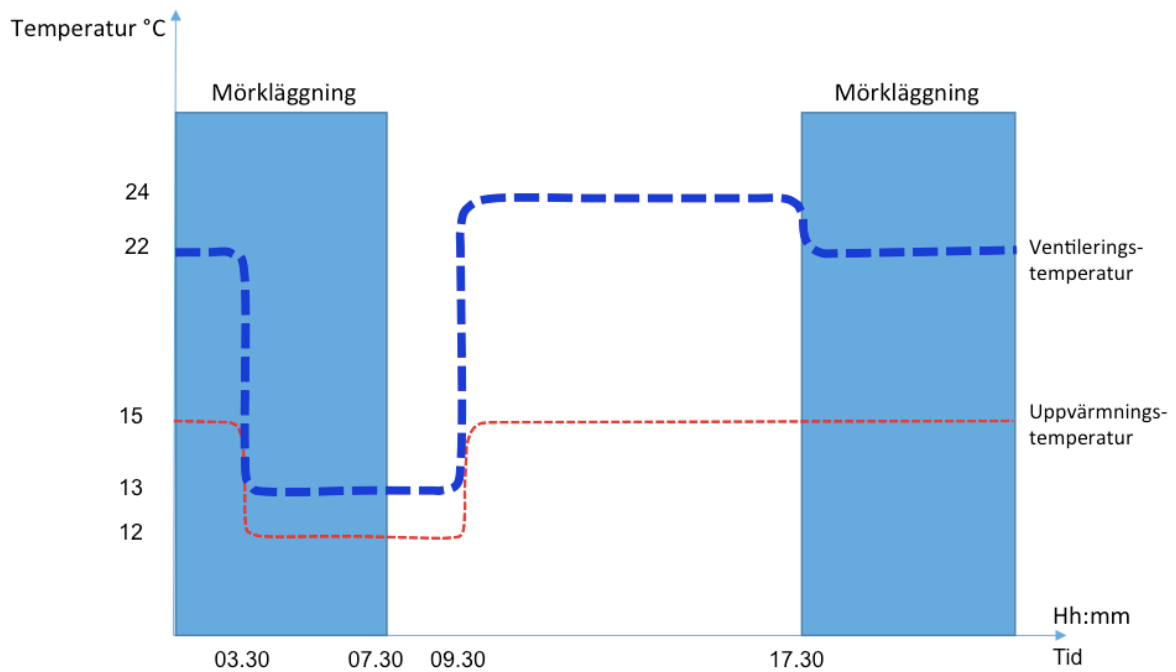
3.3 Temperatur

Klimatet i växthus har stor betydelse för växtens utveckling (Bergstrand & Schüssler 2013). Möjligheterna att styra eller anpassa klimatet efter önskemål och behov är en av huvudanledningarna till att man väljer att odla i växthus. Med hjälp av styrning av faktorer som CO₂-halt, temperatur och luftfuktighet kan odlaren på konstgjord väg skapa optimala förhållanden efter valt växtslag, vilket blir viktiga hjälpmedel vid styrning av växtens utseende, när den går i blom o.s.v. (Löfkvist et al. 2014b). Man kan dessutom med hjälp av olika tekniker inom klimatstyrning reducera sträckningstillväxten i sina kulturer.

3.3.1 Temperaturstyrning

Temperaturen i växthus är en avgörande faktor för växternas utveckling och tillväxt. Den generella regeln gäller att ökad temperatur medför påskyndad utveckling, så länge övriga odlingsförhållanden är tillgodosedda (Bergstrand & Schüssler 2013). Detta sker parallellt med att lägre temperaturer medför långsammare alternativt helt avstannad tillväxt.

I Norden kan vi tack vare vårt, under stora delar av året, kyliga klimat, använda oss av en kort sänkning av temperaturen i växthus på morgontimmarna för att minska sträckningstillväxt (Islam et al. 2013). Tekniken kallas morgondropp, mer känt som DROP. DROP innebär att man under tidig morgon, då sträckningstillväxten oftast är som högst, kraftigt sänker temperaturen i växthus genom att öppna ventilationsluckorna (Sigill u.å). Tekniken är ett billigt och naturligt sätt att reducera sträckningstillväxt, men måste utföras noggrant och korrekt för att ge effekt. DROP genomförs generellt med en hastig sänkning på 5-10°C strax före gryning, varpå temperaturen sedan i takt med solens uppgång får stiga av sig själv. Då tekniken endast leder till en marginell sänkning av dygnets medeltemperatur, menar man att kulturtiden inte förlängs nämnvärt vid DROP-behandling mot sträckning. Känsligare växter, till exempel Julstjärna kan dock ta skada av allt för kraftig sänkning i temperatur (Bergstrand & Schüssler 2013).



(Figur 3.) Exempel på temperaturstyrning & mörklägning vid pågående DROP-behandling.
Illustration: Fredric Hedlund. (Fritt efter Löfkvist et al. 2014a).

Ett annat begrepp gällande temperaturen i växthuset är DIF (Sigill u.å). Med DIF syftar man på skillnaden mellan temperaturen under dag respektive natt. Man brukar tala om *positiv-, negativ- eller 0-DIF*. En positiv DIF innebär att temperaturen är högre under dagen. Vid negativ DIF hålls temperaturen högre under natten och vid 0-DIF hålls temperaturen jämn under dygnet. Redan vid 0-DIF ses resultat i reducerad sträckning. Negativ DIF kan hos många växtslag vara så pass påtaglig att en 5°C varmare temperatur under natten reducerar sträckningstillväxt med 20% (Bergstrand & Schüssler 2013). Energikostnader för att uppnå negativ DIF gör dock tekniken allt för kostsam under stora delar av året. Sommartid kan negativ DIF vara svår att uppnå på grund av höga utetemperaturer dagtid.

En dynamisk styrning av temperatur, med rätt mjukvara och mätinstrument, kan enligt Möller Nielsen, (u.å) förutom högre plantkvalitet dessutom enkelt resultera i minskade energikostnader med 15% årligen. Försöksodlingar på Pelargon har visat att en dynamisk styrning av klimatet i växthuset är av avgörande betydelse vid en odling fri från kemiska retarderingsmedel (Löfkvist et al. 2014b).

3.4 Bevattning och näringsgiva

3.4.1 Torkstress

Vätsketillgången har en stor inverkan på växtcellernas expansion och därmed även på elongering och sträckning av stammar och skott (Alem et al. 2015). Detta gör det alltså möjligt att med hjälp av noggrann styrning av bevattningsgivor under kulturtiden reducera sträckning och planthöjd med hjälp av torkstress, det vill säga reducerad bevattning. Men tillväxtreglering med hjälp av torkstress har länge varit både komplicerad och tidskrävande. Proceduren har bland annat baserats på manuell vägning av krukor före och efter vattning, för att sedan prova sig fram i jakt på rätt bevattningsfrekvens och giva (Sigill u.å).

Vätskebehovet såväl som optimal giva för reducerad sträckning förändras under hela kulturtiden (Alem et al. 2015). Detta i kombination med faktumet att otillräcklig torkstress ger otillräckliga resultat och att för kraftig torka har negativ inverkan på plantkvalitet kan göra proceduren oberäknelig. Men tack vare dagens tillgång till allt mer precis styr- och bevattningsteknik kan torkstress som tillväxtreglering enklare och säkrare tillämpas.

Försök utfördes på Department of Horticulture vid Universitetet i Georgia, Athens, USA, för att mäta kontrollerad torkstress inverkan på elongering av stammen hos Julstjärna (Alem et al. 2015). I försöket ingick plantor behandlade med traditionella retarderingsmedel, en grupp behandlad med torkstress samt en kontrollgrupp. För testet sattes en målhöjd på 43,5 cm med accepterad avvikelse på $\pm 2,5$ cm.

- Plantorna behandlade med kemiska retarderingsmedel fick en medellängd på 39cm.
- Plantorna behandlade med torkstress fick en medellängd på 44,5 cm.
- Kontrollgruppen fick en slutgiltig medellängd på 49,4 cm.

I detta försök visade sig torkstressbehandlingen mer än tillräcklig för kontrollering av höjd. Bevattning styrdes automatiskt från dag 10 med hjälp av substratfuktsensorer och behandlingen visar enligt mig god potential för framtida behandlingsmetod mot sträckningstillväxt. Plantorna inom gruppen behandlade med torkstress kom trots allt närmast målhöjden på 43,5 cm. Även om behandlingen av plantorna med kemisk retardering hade kunnat justeras för att matcha önskad höjd, påvisar behandling med reducerad bevattning på goda resultat för reducerad planthöjd.

3.4.2 Ledningstal

Näringsämnen spelar en avgörande roll i alla växters utveckling och tillväxt. För att säkerställa och optimerad tillväxt är det av högsta vikt att tillgodose korrekt och väl avstämd näringsgiva under hela kulturtiden. Enligt Evert & Eichhorn (2012) påverkas även cellexpansion och elongering i allra högsta grad av halten lösta joner i rotzonen, det vill säga halten lösta näringsämnen i den tillgängliga vätskelösningen. Växtcellernas upptag av vatten och näringsämnen styrs av koncentrationsgradienten på var sida av cellväggen. Cellens strävan att skapa balans i koncentrationen av vatten kontra lösta joner på var sida cellväggen gör att ett högt ledningstal, det vill säga näringslösning med hög andel lösta joner, resulterar i ett begränsat upptag av vatten. Ett reducerat upptag av vatten leder till reducerad cellexpansion, vilket i sin tur medför en reduktion av tillväxten. Kulturer odlade med för svag näringslösning riskerar därmed inte bara att drabbas av eventuella bristsymptom, de skulle även kunna drabbas av oönskad sträckningstillväxt till följd av cellernas ökade vätskeupptag (Sigill u.å).

3.4.3 Begränsad fosforgiva

Det finns dock tydliga bevis att en kraftigt reducerad tillgång av makronäringsämnet fosfor under kulturtiden kan ge upphov till längre planthöjd (Baas et al. 1995). Principen går helt enkelt ut på att stressa plantorna genom en kraftigt reducerad fosforgiva, vilket i sin tur leder till minskad tillväxt. Då denna metod är dock omstridd och förhållandevis obeprövad. Till exempel innebär tekniken, inte minst vid misstag i behandlingen, en påtaglig risk för en rad potentiellt negativa bieffekter i form av bristsymptom. Behandlingen kan bland annat ge upphov till nekros, bladbortfall, reducerat antal laterala sidoskott såväl som reducerat antal blommor. Samtliga av dessa symptom är onekligen sådana man behöver undvika som framgångsrik producent av prydnadsväxter. Det är som sagt möjligt att reducera planthöjd med hjälp av denna metod, men risken för komplikationer och reducerad plantkvalitet väcker anledning till ifrågasättande av behandlingens användarvänlighet såväl som tillförlitlighet.

4 Diskussion

Det finns onekligen goda möjligheter för en framtida produktion av prydnadsväxter fria från kemiska retarderingsmedel. Till stor del kretsar utvecklingen kring den enskilde odlarens egen inställning till sitt användande av denna typ av kemikalier, inte minst nu efter att den potenta tillväxtregleraren Bonzi godkännts för användning i Sverige. Att kemikalieinspektionen valde att godkänna användandet av Bonzi inom prydnadsväxtindustrin kan ses som stort steg bakåt i strävan efter en produktion fri från kemikalier, men det är viktigt att påminna sig om att det finns två sidor av myntet. Den svenska odlingsindustrin är väldigt hårt ansatt och näst intill missgynnad av de strikta regleringarna som styr användandet av kemikalier, om man ser till villkoren i andra EU-länder. Detta beror till stor del på Sveriges egna höga miljökrav. Följden av detta blir att importerade växter inte alltid odlas likhet med samma höga krav som våra inhemska odlare ställs inför. De Svenska regelverken är många gånger betydligt stramare än de som gäller för de konkurrerande ländernas producenter. Enligt kemikalieinspektionen (2016) ställs man här bland annat inför det nationella miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö". Detta miljömål innebär kortfattat att, citat: "Miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden".

Kemikalieinspektionens beslut att godkänna Bonzi för svenska prydnadsodlare kan ses som berättigat i och med den något skeva konkurrensbilden som i dagsläget råder mellan svenska och utländska producenter. Huruvida beslutet kommer gynna miljö kvalitetsmål som "Giftfri miljö" tål dock att ifrågasättas. Vad som istället skulle kunna bidra till en minskad användning av retarderingsmedel vore om alla produkter som saluförs i Sverige alltid måste ha producerats enligt samma höga krav. I annat fall ökar risken att kemikalier, otillåtna i svensk produktion, fritt kan läcka ut i vår natur i samband med utplantering och kompostering av importerade växter.

Många odlare har dock redan börjat använda sig av alternativa metoder för kemisk retardering, frågan har länge varit aktuell och omställningen är inte alltid någonting man gör i en handvändning. Det kan ta tid att lära sig bemästra nya tekniker och många odlare känner nog på sig att denna typ av kunskap kan komma att bli avgörande i framtida produktion. För de producenter som ställer sig skeptiska till alternativen är det viktigt att lyfta fram de fördelar en reducerad användning av kemikalier kan medföra.

Till att börja med kan man många gånger minska risken för skador på plantorna, då missbedömningar och överapplicering av kemiska retarderingsmedel kan leda till skador och nekros på plantor (Alem et al. 2015). Liknande symptom kan visserligen uppstå vid andra behandlingar, exempelvis vid reducerad fosforgiva (Baas et al. 1995). Denna metod har dessutom visat sig kunna reducera antalet skott och blommor är detta ingen metod jag kommer att rekommendera vid odling av prydnadsväxter. Även misslyckad torkstress kan resultera i allvarliga skador i kulturen.

Dyra och återkommande inköp av kemikalier som kräver noggrann hantering och förvaring kan dessutom innebära höga omkostnader. Det krävs dessutom ofta tillstånd och certifiering för att få hantera denna typ av kemikalier. Tillväxtreglering på naturlig väg kräver inga tillstånd och heller ingen certifierad personal.

En annan faktor som är av stor betydelse är att plantor som inte utsatts för kemisk retardering kommer att utveckla sig snabbare när de når konsumenten (Schüssler & Bergstrand, 2012). Plantor som till exempel behandlats med DROP, 0-DIF eller kortdagsbehandling kommer alltså inte ha några kemikalier i krukorna som fortsätter hämma tillväxten efter att behandlingen avslutats och plantan är såld. Detta skulle i vissa fall kunna uppfattas som någonting positivt i kundens ögon. Det kan trots allt vara ganska tråkigt med växter som etablerar sig långsamt eller nästan inte alls efter inköp. Många gånger retarderas växterna främst för att minska just platsbehov vid uppdriving och transport. Om man istället kan uppnå samma resultat, utan kvardröjande retarderingsmedel i krukorna skulle plantorna snabbt kunna återuppta en normal tillväxt direkt efter försäljning. Tyvärr kommer detta förstås även föra med sig en ökad tillväxt som många gånger kan uppfattas negativ.

Att sluta använda sig av kemisk tillväxtreglering är dessutom ett stort steg i riktning mot ekologisk produktion. Efterfrågan på ekologiskt producerade varor har ökat markant. Till och med efterfrågan på ekologiska kläder växer, så varför inte följa trenden och överväga ekologiskt odlade prydnadsväxter?

Vilka tekniker man väljer att använda sig av varierar givetvis beroende på tidigare erfarenheter, vilka kulturer man kommer ägna sig åt, samt i viss mån vilken budget man har vid eventuell investering. Men faktum är att effektiva alternativ till kemisk tillväxtreglering inte måste föra med sig några svindlande investeringskostnader. I många fall kan det i stort sett räcka att använda sig av den redan befintliga utrustning som växthuset tillhandahåller.

För kommersiell produktion av prydnadsväxter kan en kombinerad tillämpning av extrem kortdagsbehandling, tillsammans med DROP och temperaturstyrd 0-DIF, innebära ett effektivt och mångsidigt alternativ till kemisk tillväxtreglering. Växthus är ofta redan utrustade med mörklägningsvävar för att odlaren till exempel ska kunna styra blominducering hos kortdagsväxter (Schüssler & Bergstrand, 2012).

Med kortdagsbehandlingen exponeras kulturen för så lite som 6-8 timmar dagsljus, vilket påbörjas under mitten eller slutet av kulturtiden beroende på växtval.

Detta kan kombineras med 0-DIF, som innebär att samma temperatur hålls dagtid respektive nattetid då mörklägningsvävarna är fördragna, vilket även det visat sig reducera sträckning. Mörklägningsvävarna är mycket behjälpliga för detta ändamål, då de kraftigt kan reducera värmeförlusten från växthuset och på så sätt och på så sätt begränsa de nattliga uppvärmningskostnader en 0-DIF annars kan medföra.

För att maximera den dagliga ljussumman under de få ljustimmar som tillhandahålls kan man med fördel tillföra extra belysning under denna period. Med LED-paneler kan ljusets spektrala fördelning optimeras genom att enbart tillhandahålla dioder med blått, respektive höga andelar rött eller orange ljus (Bergstrand, 2015). Detta ljus kan då ses som ett tillskott till solen som tillhandahåller ljus från våglängder ur hela spektrumet. LED-panelerna är även behjälpliga för att hålla 0-DIF i växthuset. Då LED-panelerna alstrar mindre värme än HPS-tekniken och dessutom inte i form av värmestrålning, utan i form av stigande sensibel värme, blir det lättare att ventilera bort varm luft och på så sätt hålla lägre temperatur i kulturen.

Dessa tekniker reducerar inte bara sträckningstillväxten, även risken för plantskador kan reduceras markant. Metoderna medför inga av de risker gällande över- eller underapplicering som följer i samband med kemikalier och manipulering av näringsgivor. Vid odling av prydnadsväxter är god plantkvalitet av högsta prioritet. Även mindre avvikelser och skönhetsdefekter kan ge konsumenter och inköpare anledning att ifrågasätta plantans kvalitet. Självklart kan teknikerna även kombineras med begränsad bevattning och höga ledningstal, men som tidigare diskuterat innebär dessa tekniker en något förhöjd sårbarhet vid eventuella missbedömningar.

5 Referenser

Alem, p. Thomas, P & van Iersel, M. (2015). *Controlled Water Deficit as an Alternative to Plant Growth Retardants for Regulation of Poinsettia Stem Elongation*. Department of Horticulture, The University of Georgia, Athens. HortScience, vol. 50. no.4 s.565-569. Tillgänglig: <http://hortsci.ashspublications.org/content/50/4/565.full> [2017-05-02]

Baas, R. Brandts, A & Straver, N. (1995). *Growth regulation of bedding plants and poinsettia using low phosphorus fertilization and ebb- and flow irrigation*. *Acta Horticulturae*, Vol. 378, s.129-137.

Tillgänglig: <http://www.actahort.org/members/showpdf?session=12914> [2017-05-06]

Bergstrand, K-J. (2012) – *Nya tekniker inom växthusbelysning*. LTJ-fakultetens faktablad 2012:26.

Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/9125/7/bergstrand_et_al_121011.pdf [2017-04-09]

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

Fakta från Biosystem och teknologi
Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. Tillgänglig: <http://vaxthusljus.se/onewebmedia/LTV-fakta%202014-20.pdf> [2017-04-11]

Bergstrand, K-J & Schüssler H.K. (2013). – *Retardering utan kemikalier*. LTJ-fakultetens faktablad 2013:8.

Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/10224/11/bergstrand_et_al_130411.pdf [2017-04-07]

Bergstrand, K-J. (2015) - *Modern växthusbelysning -ett kompendium om växthusbelysning*. Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. Rapport 2015:20.

Tillgänglig: <http://vaxthusljus.se/onewebmedia/Kompendium.pdf> [2017-04-20]

de Wit, M. Keuskamp, D. Bongers, F. Hornitschek, P. Gommers, C. Reinen, E. Martínez-Cerón. Fankhauser, C & Pierik, R. (2016). *Integration of Phytochrome and Cryptochrome Signals Determines Plant Growth during Competition for Light*. Current Biology. Volume 26, Issue 24. s.3320–3326. Tillgänglig:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096098221631257X>

[2017-04-19]

Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2012). *Raven Biology of Plants*. 8th Edition. New York, NY. W. H. Freeman and Company. s.708-727.

Franzén, S & Ekelund, L. (2014). - *Ökat värde i svensk prydnadsväxtodling – en strategi för BOOST*. LTV-fakultetens faktablad 2014:26.

Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp. Tillgänglig:

http://pub.epsilon.slu.se/11676/7/franzen_s_ekelund_1_141127.pdf

[2017-04-08]

Islam MA, Lütken H, Haugslie S, Blystad D-R, Torre S, Rolcik J, et al. (2013). *Overexpression of the AtSHI Gene in Poinsettia, Euphorbia pulcherrima, Results in Compact Plants*. Department of Plant and Environmental Sciences, Norwegian University of Life Sciences PLoS ONE 8(1): e53377.

Tillgänglig: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053377>

[2017-04-10]

Kemikalieinspektionen (2016). *Giffri Miljö*. Tillgänglig:

<http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/giffri-miljo>

[2017-05-16]

Kemikalieinspektionen (u.å)a. Basf Cycocel Plus. Bekämpningsmedelsregistret.

Tillgänglig:

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=3725&produktVersionId=14272>.

[2017-04-15]

Kemikalieinspektionen (u.å)b. Tillgänglig:

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=12426&produktVersionId=12426>

[2017-05-11]

Lindahl, J. (1992). – *Villkor i glasade rum*. Rapport T:21 1992.

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Löfkvist, K. Hansson, T & Svensson, S-A. (2009). *Förluster av växtskyddsmedel till omgivande mark och vatten vid användning i svenska växthus: en genomgång av möjliga riskmoment*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp: Jordbruk - odlingssystem, teknik och produktkvalitet. Rapportserie: Landskap Trädgård Jordbruk.

Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/3661/1/LTJ-rapport_2009_6.pdf

[2017-04-11]

Löfkvist, K & Möller Nielsen, J. (2014)a. *Retardering av julstjärna med hjälp av dynamisk klimatstyrning och morgondropp: demonstrationsodling hos två prydnaväxtodlare i Skåne*. Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, JTI Institutet för Jordbruks- och Miljöteknik.

Tillgänglig: <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:959870/FULLTEXT01.pdf>

[2017-04-07]

Löfkvist, K. JTI & Möller Nielsen, J & Cascada AB. (2014)b. *Retardering av pelargon med hjälp av dynamisk klimatstyrning och morgondropp – Demonstrationsodling hos två prydnaväxtodlare i Skåne*. Cascada AB, JTI-Institutet för jordbruks- & miljöteknik i samarbete med Lantbrukarnas riksförbund. Rapport: Dynamiska klimatstyrning.

Tillgänglig:

<http://www.jti.se/uploads/jti/Rapport%20dynamiska%20klimatstyrning%20va%CC%8Aren%202014%20v11.pdf>

[2017-04-24]

Möller Nielsen, J. U.å. *Dynamisk styrning*. Cascada AB & Länsstyrelsen Skåne.

Tillgänglig:

<http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/lantbruk-och-landsbygd/landsbygdsutveckling/stod-till-landsbygden/kompetensutveckling/Omr%C3%A5dessidor/Klimat/Artikel%20-%20Dynamisk%20styrning.pdf>

[2017-04-23]

Norcini, J. Hudson, W. Garber, M. Jones, R. Chase, A & Bondari, K. (1996).

Pestmanagement in the U.S. Greenhouse and nursery industry: III. Plant Growth Regulation.

Tillgänglig: <http://horttech.ashspublications.org/content/6/3/207.full.pdf>

[2017-04-04]

Renu & Srivastava, Ranjan. (2013). *Effect of cycocel and alar on the growth and flowering of poinsettia cv. SINGLE*, Asian J. Hort, 8(1) : 313-316.

Tillgänglig: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2015/20153009023.pdf>

[2017-04-15]

Schüssler, H.K. & Bergstrand, K.-J. (2012). *Control of the Shoot Elongation in Bedding Plants Using Extreme Short Day Treatments*. Acta Horticulturae, 2012, Issue 956, s.409-416. Tillgänglig:

<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=13171>

[2017-04-27]

Schüssler, H.K. & Kosiba, A. (2006). *Effect of Extreme Short Day Treatment (ESD) on the Development and Appearance of Calibrachoa hybr. Cerv. and Scaevola saligna G. Forst.*

Acta horticulturae, 2006, Issue 711, s.297-300

Sigill kvalitetssystem (u.å.) *Tillväxtreglering utan kemikalier.*

Specifikt stödmaterial prydnadsväxter & plantskola. [http://sigill.se/IP-](http://sigill.se/IP-Certifiering/CERTIFIERING-AV-PRYDNADSVAXTER--)

[CERTIFIERING-AV-PRYDNADSVAXTER--
PLANTSKOLA/HJALPMEDEL/Stodmaterial/Stodmaterial/](http://sigill.se/IP-Certifiering/CERTIFIERING-AV-PRYDNADSVAXTER--PLANTSKOLA/HJALPMEDEL/Stodmaterial/Stodmaterial/)

[2017-04-24]

Taiz, L. & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology, 3rd ed.* Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts. ISBN: 0878938230. s.462-490.

Terfa, M.T., Solhaug, K.A., Gislerød, H.R., Olsen, J.E. and Torre, S. (2013). *A high proportion of blue light increases the photosynthesis capacity and leaf formation rate of Rosa × hybrida but does not affect time to flower opening*. Physiologia plantarum. 148(1), s.146-159.

Terashima, I., Fujita, T., Inoue, T., Chow, W.S., & Oguchi, R. (2009). *Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: Revisiting the enigmatic question of why leaves are green*. Plant and Cell

Physiology, (4), s.684-697. Tillgänglig:

<https://academic.oup.com/pcp/article/50/4/684/1908367/Green-Light-Drives-Leaf-Photosynthesis-More>

[2017-05-21]

Bilder/Figurer

Figur 1. Illustration: Fredric Hedlund.

Figur 2. Illustration: Fredric Hedlund.

Figur 3. Illustration: Fredric Hedlund.

Bild 1. Foto: Hartmut K. Schüssler.

Bild 2. Foto: Fredric Hedlund.