

# Temperatur och ljus

Av Anders Lindström, Högskolan Dalarna

Illustrationer: Claes Hellqvist

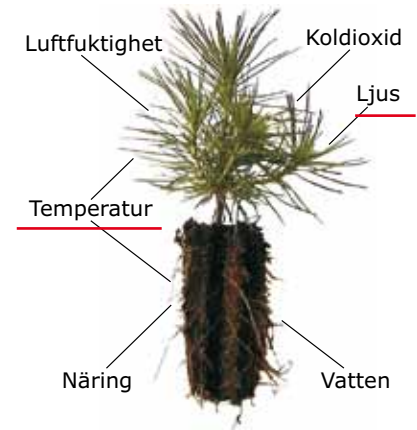
En plantskola kan ha många mål med sin odling: en robust planta som står emot snytbaggar och ogräs, en planta som snabbt blir klar för utplantering, eller en planta som är så billig som möjligt. Varje typ av planta ställer sina krav på odlingen. Ett är dock gemensamt: ett dåligt utnyttjande av växthusytan, näringen eller bevattningen är slöseri med pengar och påverkar både miljön och plantornas kvalitet.

En plantodlare måste känna till vad som påverkar plantans tillväxt. De viktigaste faktorerna är ljus, vatten, näring samt temperatur och luftfuktighet. I det här första avsnittet av PLANTskolan beskriver vi ljus och temperatur. Och fotosyntesen – som är grunden för plantans tillväxt.

## Fotosyntesen

Fotosyntesen är den "motor" som driver plantans tillväxt. I bladen och barren finns klorofyll där koldioxid och vatten omvandlas till kolhydrater med hjälp av solens energi. I den här processen bildas glykos, den enklaste sockerarten och första byggstenen för större kolhydratmolekyler.

**Respiration** Processen går åt andra hållet när plantorna andas. Det kallas respiration och frigör energi, varav en del avges som värme. Respirationen pågår både vid ljus och mörker och är en viktig faktor som måste beaktas när plantor ska lagras i plantskola och fält. Lagring i mörker vid höga temperaturer gör att plantorna snabbt förbrukar sin näring och dör.

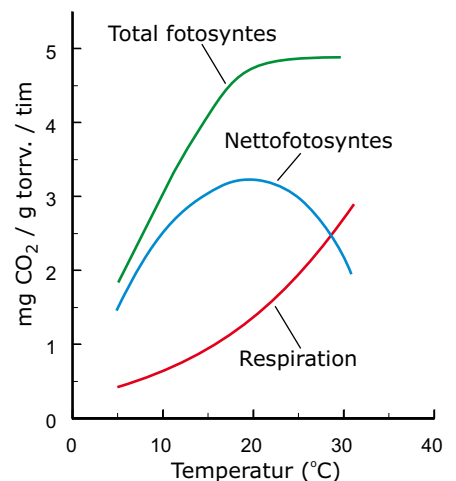


En planta får en god tillväxt när fotosyntesen är hög och respiration låg. Överskottet på kolhydrater kan då omsättas i tillväxt (figur 1).

**Transpiration** Det finns ytterligare en process som odlaren måste ta hänsyn till och det är transpiration. Plantan måste kunna ta upp vatten och för att få en hög fotosyntes ska klyvöppningarna vara öppna så länge som möjligt. Detta sker vid bra förhållanden vad gäller ljus, koldioxid, luftfuktighet och temperatur.

Vid hög transpiration (hög temperatur och låg luftfuktighet) stängs klyvöppningarna och fotosyntesen minskar kraftigt, speciellt om plantan dessutom har problem med rötternas vattenförsörjning.

**Figur 1.** Total fotosyntes och respiration hos en planta ökar med temperaturen. Nettofotosyntesen, d.v.s. skillnaden mellan total fotosyntes och respiration, är det som återstår för plantans tillväxt och överlevnad (modifierad från Mastalerz, 1977).



**Formeln för fotosyntes:**

$$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{energi} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$$

Koldioxid, vatten och energi ombildas till socker och syrgas.

**Formeln för andning (respiration):**

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{energi}$$

Med hjälp av syret kan sockret brytas ner och ger energi, koldioxid och vatten.

# Temperatur

## Temperaturkontroll för god tillväxt

I växthus finns det goda möjligheter att styra plantans tillväxt. Fotosyntes och respiration påverkas i hög grad av omgivande temperatur och nettofotosyntesen (skillnaden mellan den totala fotosyntesen och respirationen), har ett optimum vid ca 20°C (figur 1).

Blir det för hög temperatur i växthus blir nettofotosyntesen negativ d.v.s. plantan avger mer koldioxid än den tar upp och tillväxten avstannar. Det är därför viktigt att ha god kontroll på temperaturen.

## Rekommendationer

■ **Under groningsfasen** bör temperaturen ligga på 20–25°C för både tall och gran eller anpassas till utfört termogradienttest (test för att fastställa optimal groningstemperatur hos fröpartier).

■ **Under tillväxtfasen**, när groddplantorna släppt fröskalet, ska temperaturen anpassas till trädslaget:

**Tall:** För att få god tillväxt och invintring ska nattetemperaturen vara betydligt lägre än dagtemperaturen, t.ex. 25°C på dagen och 10–15°C på natten.

**Gran:** Granen gynnas av små skillnader mellan dag och nattetemperatur t.ex. 20°C eller 25°C på dagen och 20°C på natten.

Frögroningen är bäst vid 20–25 grader, men ljuset kan gärna vara svagt. Starkare ljus behövs först när groddplantan ska börja växa.



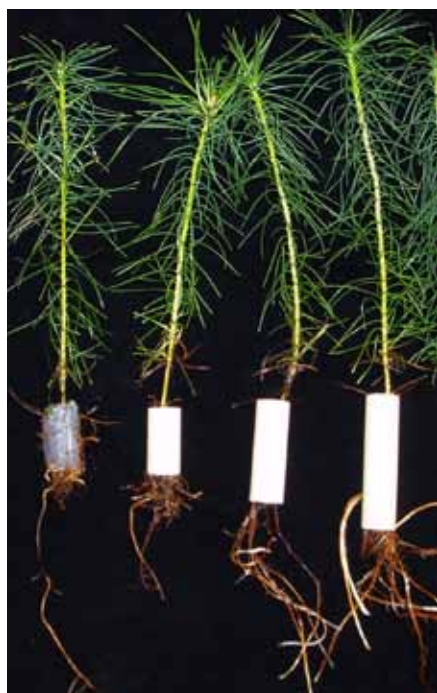
# Ljus

## Ljuset avgörande för tillväxt

Ljusintensitet och ljuskvalitet är viktig för plantans tillväxt. Belysningsstyrka uttrycks ofta i lux, som anger ljusflödet per m<sup>2</sup> (se faktaruta).

De flesta plantodlare vet vad som händer när plantor vuxit under dåliga ljusförhållanden: de blir långa och gängliga och saknar ofta normal grenbildning. Detta här kan inträffa när plantorna såtts för sent eller för tidigt i växthus, eller när växthusets plast åldrats så att ljusinsläppet begränsats.

Plantor som vuxit i fyra månader under begränsade ljusförhållanden. Plantorna är odlade med planttätheten 1 800 pl/m<sup>2</sup>. Notera avsaknaden av grenbildning.



Det kan också ske vid ljuskonkurrens mellan plantor som odlats för tätt och för länge.

Vid den s.k. ljuskompensationspunkten har plantorna i princip bara tillräckligt med ljus för att överleva – de förbrukar lika mycket koldioxid som de tar upp (figur 2). Var den här punkten ligger varierar mellan trädslag och kan också variera mellan olika delar av plantan.

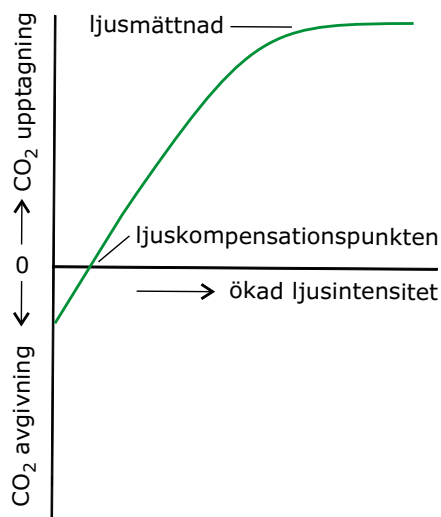
Ljusbrist under tidig vår och höst gör att alltför tidiga och sena sådder bör

undvikas. Under groningen kan det dock vara en fördel med låga ljusnivåer, då groddarna är mycket ljuskänsliga. Ganska snart kräver dock groddplantan mer ljus för att växa bra. Är det brist på ljus blir groddplantan vek med högt ansatta hjärtblad.

En ökad ljusintensitet ger en mycket snabb ökning av fotosyntesen tills ljusmättnad nåtts. När detta sker varierar också mellan trädslag och olika delar av plantan.

När ljuset är som intensivast på året kan inte plantan tillgodogöra sig all energi från strålningen utan ljuset kan snarare ställa till problem. Sent på våren kan ljuset vara så starkt att plantorna kan behöva skyddas, speciellt i samband med utflyttning från växthus till friland. Annars kan de drabbas av en ljuschock.

**Figur 2.** Vid låg ljusintensitet är respirationen högre än fotosyntesen. Vid ljuskompensationspunkten är fotosyntes och respiration lika (nettofotosyntes = 0). Tilltagande ljusintensitet medför sedan en snabb ökning av fotosyntesen upp till en gräns då ljusmättnad uppstår och fotosyntesaktiviteten planar ut.



## Våglängden viktig

Det är inte bara ljusintensiteten och hur länge plantorna utsätts för ljus som påverkar plantornas tillväxt utan också våglängden.

Det våglängdsområde som är intressant för plantodling ligger inom området 400–700 nm (nanometer), det vill säga de våglängder som vi uppfattar som synligt ljus (se figur 3). Högst är den fotosyntetiska aktiviteten inom våglängdsområdet 600–690 nm.

Plantans förmåga att känna av kvaliteten på ljuset och nattens längd (fotoperioden) sker genom ett ljuskänsligt blågrönt pigment – fytkrom, som bl.a. finns i plantans knoppar. Dags

Ljuset innehåller en hög andel rött ljus (600–700 nm) som aktiverar fytokromet som i sin tur stimulerar knopp-skjutning, fortsatt tillväxt, avhärdning, frögroning etc.

En hög andel mörkröd färg (750 nm – nära infraröd) inaktiverar fytokromet, vilket stimulerar knoppsättning, tillväxtavslutning och uppbyggnad av hårdighet. När plantskolorna långnattsbehandlar plantorna på hösten är det fytokromet som inaktiveras så att tillväxten avslutas (mer om långnattsbehandling i kommande lektioner).

Det är viktigt att tänka på våglängdsfördelningen när man ska välja växthuslampor. Saknas t.ex. blått/violett ljus (400–490 nm) kan plantorna bli långa och gängliga.

### Längre nätter får plantan sluta växa

När nätterna blir längre på sensommaren slutar plantorna att växa och börjar i stället att sätta knopp och förvedas. Nordliga provenienser sätter knopp vid kortare natt än sydliga. Dessa genetiskt styrda reaktioner är en anpassning till växtplatsens förutsättningar (mer om det i en kommande lektion).

■ **Granens** tillväxt och knoppsättning styrs hårt av nattlängden. För att kunna odla gran tidigt på våren eller under sensommaren i plantskolan krävs tilläggslys, speciellt för nordliga provenienser. Vid fasta ljusinstallationer i plantskolan räcker det att förlänga dagen med 300 lux för att förhindra knoppsättning (rörlig ramp kräver minst 1 000 lux). De här låga ljusnivåerna räcker för att plantan ska uppfatta natten som dag, men inte för att få tillväxt hos plantorna.

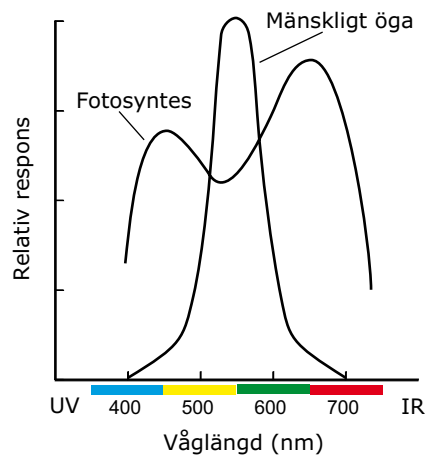
■ För **tall** behövs det inget tilläggslys för att förhindra knoppsättning vid tidig och sen sådd. Höjdtillväxten påverkas däremot positivt av tilläggslys.

#### Läs mer.

För mer information om temperatur och ljus i skogsplantskolor rekommenderas den amerikanska boken

Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E., Barnett, J.P. 1992. *Atmospheric environment, Vol. 3, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674.* Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 145 p. ISBN 0-16--035885-X

**Figur 3.** Fotosyntetisk aktivitet inom olika våglängdsområden samt våglängder som uppfattas som ljus av det mänskliga ögat. Ögats och plantans känslighet för olika våglängder skiljer sig avsevärt från varandra.



### Att mäta ljus

Ljus är egentligen elektromagnetisk strålning som vi kan uppfatta med ögat (strålning inom våglängdsområdet 380–780nm).

Strålningsenergi kan mätas på många olika sätt. Vanligt är att uttrycka den i  $W/m^2$  för att beskriva t.ex. hur mycket solen strålar inom ett visst område.

När det gäller växter är det vanligt att uttrycka strålningsenergin i termer av fotosyntetiskt aktiv/absorberbar strålning och mättet är  $\mu mol/s/m^2$ . Vad man mäter är den mängd strålning som växterna har möjlighet att absorbera.

Belysningsstyrkan Lux är ett ofta använt mått för att ange hur mycket synligt ljus som faller in på en belyst yta.

Standardmättet för ljusflöde eller intensitet är lumen. Ett ljusflöde på 1 lumen som fördelar sig jämt över  $1 m^2$  ger en belysningsstyrka på 1 lux.

Trots att det mänskliga ögats känslighet för ljus inte helt överensstämmer med plantans optimum används ofta lux för att uttrycka ljussituationen i odlings-sammanhang. Översättningar mellan olika mått på ljus är komplicerad. Schablonmässigt motsvarar 1  $\mu mol/s/m^2$  51,2 lux.

Ljusbätare för fotosyntetiskt ljus.



### Lampor räcker inte

De lampor som används i växthusen är ofta tillräckliga för att plantorna inte ska sätta knopp (se artikeltexten). Däremot krävs det betydligt högre ljusnivåer för att plantorna ska växa bra. Plantodlarna är i dagsläget utlämnade åt det naturliga solljuset. Mitt i sommaren ligger det som mest på drygt 100 000 lux. Högtrycksnatriumlampor i växthuset kan, beroende på antal och montage, ge tillräckligt ljus för fotosyntes (1 500 – 6 500 lux) men dessa förhållandevis effektiva lamptyper ger ändå ett lågt energiflöde jämfört med naturligt ljus (se figur 4)

För att få bra tillväxt hos plantorna via konstljus krävs **mycket** kraftiga, dyra och energikrävande installationer av typ klimatkammare eller fytotron. Detta kan vara aktuellt när man förodlar små plantor mycket tätt i odlingskammare. Utveckling av effektivare lampor, som lysdioder, kan komma att förändra bilden framöver.

**Figur 4.** Ljusbätare utförd 9 mars 2007

kl 12.30 utomhus vid halvklart väder, inomhus i ett modernt kontor samt kl 17.00 i växthuskammare utrustat med högtrycksnatriumlampor. Ljusbätare uttryckt i lux efter omräkning från  $\mu mol/s/m^2$ .

