

Grønt lys, effekt på plantevækst og udvikling.

Artiklen er skrevet af Kevin M. Folta, som har tilknytning til Plant Molecular and Cellular Biologi Program and Horticultural Sciences Department, University of Florida, FL 32611, USA)

Med oversættelsen af denne artikel, kan der igen rokkes ved en af skrønerne i akvaristikken, nemlig den der indtil nu har handlet om, at grønnt lys ikke har betydning for planten. Det har hidtil været påstået, at planten ikke kan udnytte grønnt lys, fordi det grønne lys blev reflekteret, og det netop er derfor planten synes grøn, det er formentlig igen grundet, at vi ser lys anderledes end planten gør, eller det kan være forklaringen på den antagelse.!



I forbindelse med evolutionen er der ikke nogen tendens til at ignorere et såkaldt signal, når det er til stede, og at det dermed også har en betydning og anvendes til et formål. Der er mange tilfælde hvor et frø, frøplante (spire) eller plante befinder sig i et miljø uforholdsmæssigt rigt på grønnt lys (500 - 550nm). Er denne betingelse af betydning for planten, og findes der mekanismer for at den kan fornemme disse bølgeområder og dermed være istand til at iværksætte fysiologiske beslutninger?

Cryptochromes og phytochromes absorberer allerede grønnt lys for at iværksætte photomorphogeniske tiltag. Alligevel, præsenterer den klassiske og nuværende moderne litteratur sporadisk dokumentation på, at grønnt lys bestråling har en særlig indflydelse, som ikke kan tilskrives allerede kendte lys sensorer (Frechilla et al 2000, Kim et al 2004a, Klein 1992). De seneste rapporter underbygger tidlige tegn på, at grønnt lys har bestemte, ofte modsatrettede funktioner som respons på belysningen (Eisinger et al 2003, Folta 2004, Talbott et al 2003).

Grønnt lys respons, kan opdeles i to kategorier: dem, der modvirker (antagonistisk) normalt lys-medierede reaktioner og dem, der fungerer ved at fremsende information til de normale udviklingsprocesser. Dokumentation for det tidligere er præsenteret i 1957 teksten Eksperimentel Kontrol af planternes vækst. I denne bog beskriver Fritz Went eksperimentelle beviser for, at grønne bølgeområder faktisk hæmmer frøspirers vækst (pp 280 til 284). Tomat kimplanter dyrket under rødt og blå filtreret lys havde en større tørvægt (~ 200%) end dem, der dyrkedes i henhold til en tilsvarende (eller større) PPF (PhotoProtonFlux (flow) af rødt og blå med supplerende grønnt. Efterhånden som fluence-raten (styrken) steg hos rødt + blå + grønnt lys-dyrkede frøplanter, udviste sig et plateau i tør masse. Tolkningen var, at grønnt lys aktivt modvirker effekten af rødt og blå (Went 1957).



Temaet for grønt lys antagonismen fortsatte ind i det næste årti. Tidligt i udviklingen af vævskultur teknikker, blev det fastslået, at fluorescerende lys undertrykker kulturens vækst. En undersøgelse af forholdet mellem lyskilde og Krone galde callus vækst, viste en stærk sammenhæng mellem fluence rate og væksthæmning (Klein 1964). Ved anvendelse af et bredt aktionsspektrum viste, at væksten blev hæmmet mest ved UV ($360 \pm 40\text{nm}$) og grønt lys (550 ± 30 nanometer), som begrænsede massen til mindre end 50% i forhold til massen ved mørke, blåt, rødt, eller lang-rødt dyrket væv.

Væksthæmningen forsvandt hurtigt, når det grønne lys's påvirkning blev fjernet. Grønt lys-induceret vækst's undertrykkelse viste sig at være fluence-rate afhængig af, igen for at understrege, at grønne bølgeområder specifikt og potent undertrykker plantevævets vækst (Klein 1964).

Sporadiske rapporter repeterede et tema om, en grønt lys-afhængigt undertrykkelse af normalt lys-drevne processer. Klein (1979) som viste, at grønt lys hæmmede rod gravitropisme (den funktion der gør at roden ved at den skal gro ned (simplificeret)) med maksimal hæmning ved 550nm, og grønt lys hæmningen kunne vendes med et orange / rødt lys behandling. Kunstig belysning med en større procentdel af 500-580 nm belysning viste en hæmmende effekt på specifikke facetter af en frøplantes fysiologi, såsom lavere klorofylindhold og mindre blad udvikling (Dougher og Bugbee 2001, Klein et al 1965). At disse bølgeområder negativt influerer på klorofyl akkumulering og blad udviklingen, og disse egenskaber positivt påvirkes af rødt og / eller blåt lys, tyder på, at røde og blå sensorer ikke dirigerer den antagonistiske (hæmmende/modvirkende) respons på grønt lys.

Nogle grønt lys effekter forekom i samme retning som normalt lys-medieret respons. Grønt lys inducerer phototropisk krumning i Arabidopsis og salat-frøplanter med karakteristika der tydeligt adskiller sig fra blå lys-medieret phototropisme.

Dette resultat tydede på et separat grønt lysfølsomt pigment (Steinitz et al 1985), selv om denne hypotese blev mindre interessant med den observation, at både blå og grønne phototropisk respons er fraværende hos phot1 mutant (Liscum og Briggs 1995). Feltundersøgelser viste, at grønt eller gult lys reflekteret fra farvet dækningsmateriale øgede aroma forbindelser og phenolplast indholdet af sød basilikum (Loughrin og Kasperbauer 2001, 2003), samt at tilsætning af de grønne bølgeområder til rødt og blåt lys positivt indvirker på væksten af salat på lang sigt (Kim et al 2004a).

Der er en betydelig mængde af beviser fra uafhængige laboratorier, der implicerer grønt lys i kontrollen af stomatal (læbespalte) åbning. Phytochrome og phototropiner deltager i lys kontrol af vagtcellens turgor (saftspænding) som reaktion på rødt og blåt lys (Talbot et al 2002). Omhyggelige studier af stomatal åbning i fritliggende epidermale celler viser, at specifikke blå-, UV-A og UV-B induceret stomatale reaktioner, kan vendes ved grønt lys. En blålys puls fører til en stigning i stomatal åbning (Eisinger et al 2003, Frechilla et al 2000).

Hvis den blå puls umiddelbart efterfølges af en grøn lys puls med dobbelt fluence af den blå lys puls, eller hvis blå og grøn behandling leveres på samme tid, finder ingen åbning sted. Åbning kan genoprettes med en efterfølgende puls af blåt lys. Tilbageførsel af blåt lys-induceret stomatal åbning er fluence afhængigt. Aktionsspektret til vending af stomatal åbning, har et højdepunkt ved 540 nm med geometri der minder om blå lys induceret åbning, rød skiftet 90nm (Frechilla et al 2000). Disse resultater tyder på eksistensen af et blå grøn følsomt skifte beslægtet med phytochrome. Stomatal åbning er stimuleret af UV-B håndtering



gennem en endnu uidentificeret fotoreceptor, og reaktionen på UV-B kan også vendes ved grønt lys (Eisinger et al 2003). Fraværet af respons i npq1 mutanter (som indeholder et defekt zeaxanthin de-epoxidase som derfor ikke er i stand til at producere zeaxanthin) tyder på, at blå og grønne lys inducerede ændringer i stomatal åbning, kan reguleres gennem cis-trans-isomerisering af ubundet zeaxanthin (Frechilla et al 1999, 2000). I dette scenario, sætter isomerisering af zeaxanthin i kloroplast en tilstand, hvor vagtcellen kan reagere på blå lysaktivering af cytosole/membran-associerede komponenter (Eisinger et al 2003, Frechilla et al 1999, 2000).

Effekten på stomatal åbning eksisterer i hele planten, som hos salat dyrket ved supplerende grønt lys som udviser forholdsmæssigt lavere stomatal ledningsevne (Kim et al 2004b).

Grønt lys med smal-båndbredde påvirker også tidlig udvikling i farveløse frøplanter. Som en generel regel, er stilkens strækning hurtigst i mørke og vækstrate er undertrykt af lys (Parks et al 2001). Grønt lys signaler viser en undtagelse fra reglen. Analyse af aktions spektre for stængel væksthæmning viser, at grønt lys behandlingen medfører hypocotyls (stængelceller) af mørke-dyrkede frøplanter til at være lidt længere end mørke-dyrkede planter, i en phytochrome uafhængig måde (Goto et al 1993). En høj-opløsnings undersøgelse af hypokotyle kinetisk vækst viser, at en kort, enkelt grøn lys puls kan øge forlængelsesraten hos stængler dyrket i mørke hos Arabidopsis frøplanter (Folta 2004). Det grønne lys respons eksisterer i phy, cry, og phot mutant baggrunde.

Grønt lys-induceret vækst promoveres og eksisterer i en baggrund af svagt rødt lys, yderligere tyder det på, at phytochrome ikke formidler det grønne lys respons. Også i dette tilfælde, er virkningen af smalbåndet grønt lys modsat den sædvanlige rolle af lys der fremmer plante udvikling.

Den centrale del af det synlige spektrum har ikke været bredt overvejet i forbindelse med formgivningen af planter. Dets virkninger er blevet sløret af den stærke udviklingsmæssige indflydelse af phytochromer, cryptochrome, og phototropiner. Gennem indførelsen af nutidens genetiske værktøjer og høj opløsning måleteknik, Det er klart, at grønne signaler guider og har indflydelse på plantens response. Nye beviser matcher godt med de klassiske observationer ved at beskrive virkningerne af sansesystemerne der subtilt former specifikke facetter af en plantes fysiologi. Nu, da betingelserne og de, tidsmæssige parametre, og omstændigheder, som definerer grønt lys response, kan moderne værktøjer såsom microarrays (DNA-chips) anvendes til at sonde de subtile transcriptome ændringer sammenfaldende med grønt lys "sensing", og tilføje en større grad af forståelse til, hvordan forskellige lys kvaliteter bidrager til photomorphogenisk respons.

