

Proefhoofdstuk Plantenfysiologie: Licht

Ik weet niet of er een animatie licht is

Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: fotosynthese

Planten ‘zien’ licht anders als mens - praktijk

De plant is geen mens. Dit is een open deur, maar toch hebben we in de tuinbouw lang gedaan of dat wel zo is. Een sprekend voorbeeld is de omgang met licht. Mensen zien het best bij geelgroen en blauwgroen licht. Daar zijn onze lampen op afgestemd. En lange tijd ook de lampen in de tuinbouw. Maar planten hebben een heel andere kleurgevoeligheid. Ze absorberen rood en blauw het beste; daar doen ze dus veel mee. Maar ook de tussenliggende kleuren hebben veel nut voor de plant. Die inzichten hebben tot gevolg dat de laatste jaren veel geëxperimenteerd wordt. Telers proberen gekleurde LED's uit. Onderzoekers ontdekken steeds meer mogelijkheden om de plant te sturen met lichtkleuren.

Beeldsuggerie: tekening Wilma Slegers, spectrum dat menselijk oog ziet en absorptiespectrum van de plant

Hoe meer licht, hoe beter? – basis

De plant is een bijzonder efficiënt fabriekje bij het omzetten van zonne-energie. Als wij mensen zo'n systeem zouden ontwerpen, zouden we niet snel zo'n mate van efficiëntie kunnen bereiken.

Meer licht is vaak beter voor het functioneren van de plant. De plant vormt dan meer suikers. Deze grotere hoeveelheid suikers zorgt voor een krachtigere plant, met meer zijstelen en meer bloemen. Ook de zetting is beter en ze blijven compacter. Dat is in de tuinbouw vaak zeer welkom. Daarom hangen we ook assimilatielampen op.

Er zit echter een grens aan de hoeveelheid licht die de plant aankan. Die grens ligt voor elke soort anders. De beperkende factor is het proces van fotosynthese. Dat zit op een gegeven moment vol. Meer licht kan dan schadelijk worden. De plant warmt dan op (ook bij een lage omgevingstemperatuur) en er kan schade ontstaan aan de bladranden. Bij schaduwplanten (zoals veel soorten potplanten) kan ook het bladgroen zelf aangetast worden. Schermen of krijgen kunnen zulke problemen voorkomen.

Dit stelt ook grenzen aan de hoeveelheid assimilatielicht die je kunt toedienen. Tomatentelers hangen nu al 15.000 lux aan lichtvermogen op. Maar hoeveel hoger het kan weet niemand. Dat is waarschijnlijk bij elk gewas en elk ras anders.

Beeldsuggerie: foto kas met assimilatielicht van hoge sterkte

Zonne-energie op drie manieren benut – verdieping

De plant kan drie dingen doen met zonne-energie:

1. Fotosynthese: de benutting van zonne-energie bij de aanmaak van assimilaten. Door de zonne-energie komt een elektron in het bladgroen op een hoger energieniveau. In een hele keten van reacties vervalt het weer naar zijn oorspronkelijke niveau. Daarbij wordt die ingevangen energie overgedragen op allerlei chemische stoffen en uiteindelijk gebruikt voor het omzetten van water en kooldioxide in suikers.

2. Fluorescentie: Het elektron kan echter ook meteen terugvallen naar een lager energieniveau. Dan zendt het licht uit. Dat heet fluorescentie. Die fluorescentie kunnen we meten met een instrument. De plant fluoresceert altijd een beetje, maar een hoog niveau betekent dat er iets mis is met de fotosynthese. De plant kan dan niet het allergrootste deel van de zonne-energie benutten om suikers te maken. Dat komt voor als er te veel licht is, maar ook als de suikers niet voldoende getransporteerd kunnen worden. Dat laatste is het geval als er niet voldoende plekken zijn waar de suikers naar toe kunnen, zoals groeiende vruchten, jonge toppen of bloemen.
3. Het derde effect van licht is opwarming van de plant. Dat kan nuttig zijn; veel processen gaan sneller bij een hogere temperatuur. Maar te veel opwarming leidt tot hittestress. Door verdamping kan de plant haar temperatuur acceptabel houden.

Beeld??

Metten van licht - verdieping

Licht is een apart fenomeen. Het is straling die zich voor kan doen als golven of als deeltjes. Die deeltjes heten fotonen. Ze zijn te beschouwen als energiepakketjes. Fotonen van verschillende lichtkleuren hebben een verschillende energie-inhoud. Dat kan problemen geven bij de lichtmeting.

In de tuinbouw praten we vaak over PAR-licht. PAR staat voor de Engelse afkorting van fotosynthetisch actieve straling. Dus dat deel van de straling van zon of lampen dat de plant echt kan gebruiken voor de fotosynthese. Dat ligt tussen de 400 en 700 nanometer golflengte (ofwel tussen violet en verrood). Het PAR-licht kan gemeten worden in W/m^2 , de energie van de totale straling. Beter is eigenlijk om het uit te drukken in $\mu mol/m^2/s$. Dan hou je rekening met de verschillende energie-inhoud van de fotonen en heb je een beeld van de (voor de plant) bruikbare lichtdeeltjes. Dat kun je meten met een PAR-meter. Die meet het aantal fotonen per seconde op een bepaald oppervlak.

Daarnaast bestaat ook nog het begrip lux. Dat is een maat voor de hoeveelheid licht waarvoor ons oog gevoelig is. De lichtsterkte van assimilatielampen wordt vaak in lux uitgedrukt. Maar dan ga je dus uit van het menselijke oog, en niet van de plant. De omrekening van lux naar $\mu mol/m^2/s$ is verschillend voor verschillende lichtbronnen.

Beeldsuggestie: foto van lichtmeter in de kas

Lampen tussen het gewas – basis

De manier waarop we belichten zou nog veel efficiënter kunnen. Nu hangen de armaturen boven het gewas. Het is de vraag of dat wel de juiste plek is. Niet alleen geven ze zo schaduw, maar ook belichten we vooral de bovenste bladeren die toch al veel zonlicht krijgen. Die komen overdag dus snel in een toestand van overbelichting terecht. Ze kunnen niets met het extra licht, en worden te warm. Theoretisch gezien zou het daarom veel beter zijn de lampen tussen het gewas te hangen. Dan bereik je de bladeren die nog niet verzadigd zijn door zonlicht. Bovendien blijven de oudere bladeren dan langer actief, wat een belangrijk productieverhogend effect zou kunnen hebben.

Uit buitenlands onderzoek bij komkommer bleek dat de jaarproductie met acht procent steeg als een kwart van het geïnstalleerde vermogen aan SON-T lampen niet boven, maar tussen het gewas werd aangebracht. Ook de vrucht kwaliteit was beter met tussenbelichting. Er is nog meer praktijkonderzoek nodig hoe je tussenbelichting zou kunnen toepassen.

Beeldsuggestie: er is een illustratie van Menno Bakker voorhanden

Donkerperiode nodig voor goed functioneren - basis

Bij gebruik van assimilatielicht komt de vraag hoe lang de lampen aan kunnen blijven. Veel planten hebben een donkerperiode nodig, anders krijgen ze groeistoornissen. De lengte daarvan verschilt per soort. Tomaat heeft minimaal zes uur donker nodig. Roos verdraagt wel 24 uur licht, maar dat ontregelt de huidmondjes. Na het snijden gaan ze niet meer goed dicht. Dat verkort het vaasleven. Dus ook bij roos is een donkerperiode noodzakelijk. Er zijn overigens rasverschillen.

Bij volcontinu licht worden de geproduceerde suikers onvoldoende afgevoerd. Dan hopen zich zetmeelkorrels op in het bladgroen. Dat beschadigt het bladgroen en tast dus de fotosynthese aan. Bij tomaat kun je het aan de bladeren zien: bij een te lange lichtperiode worden de bladeren geel, stug en hard.

Veel processen in de plant verlopen ritmisch volgens een interne biologische klok. Hoe langer je belicht, hoe meer je ingaat tegen dat natuurlijke ritme. Dat kan tot problemen leiden, bijvoorbeeld bij de opening van de huidmondjes, allerlei enzym-processen en de fotosynthese zelf. Op dit terrein is nog veel onbekend. De plant kan zijn biologische klok wel bijstellen aan de hand van de werkelijke lichtperiode.

Beeldsuggestie: foto tomatenblad dat te lang belicht is

Kortedag = langnacht - basis

De daglengte is van invloed op veel processen in de plant, bijvoorbeeld de aanleg van de bloem. Kortedagplanten bloeien pas bij (meestal) minder dan twaalf uur licht per dag.

Voorbeelden: Kalanchoë, chrysanth, kerstster. Langedagplanten hebben veelal meer dan 14 uur licht nodig voor bloei. Voorbeelden: gipskruid, trachelium en anjer.

De benaming is eigenlijk verkeerd. Een kortedagplant is eigenlijk een langnachtplant. Het gaat namelijk om de lengte van de donkerperiode. Als die – ook al is het maar kort – onderbroken wordt, gaat het hele effect van verduistering verloren.

De plant neemt in het blad waar hoe lang de donkerperiode is, maar de bloei vindt elders plaats. Er moet dus communicatie zijn tussen het blad en de plaats van bloei. Dit gebeurt door een hormoon, dat in het blad geproduceerd wordt, en naar de bloeiplek gaat. Dat ligt ingewikkeld. Het pigment fytochroom speelt een rol. Maar ook de biologische klok van de plant speelt een rol. Daardoor kan eenzelfde nachtlengte soms verschillende effecten hebben, waarbij ook de temperatuur nog een rol speelt.

Sommige kortedagplanten hebben aan één lange nacht genoeg. Één van de bekendste kortedagplanten in de tuinbouw, de chrysanth, heeft echter een aantal weken lange nacht nodig. Als de verduistering te vroeg gestaakt wordt, ontstaan gedrochten. Al na een aantal dagen korte dag is het groeipunt generatief en stopt met blad afsplitsen. Maar toch moet de verduistering weken doorgezet worden.

Beeldsuggestie: Foto chrysanten in verduisterde kas

Kortedagplanten - verdieping

Een speciaal fenomeen is de gevoeligheid van de bloei voor de daglengte. De oorsprong van de plant maakt daarbij veel uit. Bij de evenaar zijn de dag- en nachtlengte hetzelfde. Echte tropische planten zullen dan ook niet daglengtegevoelig zijn. Planten van hogere breedtegraden die in de lente of juist in de herfst bloeien, zijn dat vaak wel. Het fenomeen is door natuurlijke selectie ontstaan. Dat betekent dat door selecteren de daglengtegevoeligheid ook ongedaan gemaakt kan worden. Door consequent de meest ongevoelige planten uit te selecteren en verder te kweken kan deze onhandigheid opgelost worden. Dat lukt echter niet bij alle gewassen voldoende, zodat we in de tuinbouw nog steeds echte kortedagplanten kennen als poinsettia, chrysanth, kalanchoë en langedagplanten als gipskruid, trachelium en anjer.

Beeld??

Sturen met de lichtkleur – basis

Daglicht bestaat uit verschillende kleuren. Wat ons oog ziet, wijkt behoorlijk af van wat planten kunnen benutten. We zien vooral groen, geel en oranje goed. Planten hebben een voorkeur voor blauw en rood. Daarom zie je bij proeven met LED's vaak blauwe en rode lampjes. Maar voor de fotosynthese is dat niet nodig. Planten kunnen ook met andere kleuren licht nog goed uit de voeten voor de fotosynthese.

Wel kun je met lichtkleuren bepaalde processen sturen. Bijvoorbeeld de strekking. Die kun je wat remmen met rood licht, nuttig als een potplant compact moet blijven. Ook blauw licht speelt een rol, maar hoe het precies werkt, moet nog nader onderzocht worden.

Het is aantrekkelijk om planten te kunnen sturen met gekleurd licht. De opmars van gekleurde LED's maakt dat in theorie ook mogelijk. Maar er moet nog veel onderzoek plaatsvinden, voor het zover is.

Beeldsuggestie: foto gekleurde LED's tussen een gewas

Verhouding rood en verrood licht – verdieping

Planten hebben een schaduwmijsende reactie: ze proberen boven hun burens uit te komen om te profiteren van het licht. De prikkel om te gaan strekken komt van de verhouding tussen rood en infrarood (=verrood) licht. Een plant die beschaduwd wordt, krijgt relatief meer infrarood. Daardoor komt het pigment fytochroom in de actieve stand te staan, wat een aantal processen in gang zet, zoals de aanmaak van gibberellinen. Dit zijn plantenhormonen die onder andere de strekking van de cellen bevorderen. Bij de schaduwmijsende reactie komen er dus geen nieuwe cellen bij. Alleen de bestaande cellen worden langer. We zien aan de plant dat de internodiën strekken; dat zijn de stukken stengel tussen twee opeenvolgende bladeren.

Bij het compact houden van potplanten is dit inzicht nuttig. Praktijkrijp is sturen met lichtkleur echter nog lang niet. Rode lampen of rood folie boven de planten hebben wel effect, maar niet schokkend. Het inzicht groeit dat ook met blauw licht te sturen valt. Blauw licht geeft kortere planten, met meer zijscheuten en kleine, dikke bladeren.

Nieuwe inzichten in de invloed van lichtkleur maken ook duidelijk waarom het zo belangrijk is de assimilatielampen uit te doen voordat de natuurlijke duisternis invalt. SON-T-lampen hebben een redelijk goede kleur voor fotosynthese, maar niet voor de morfogenese (= de totstandkoming van de vorm van de plant). Overdag wordt dat voldoende gecompenseerd door het natuurlijke licht. Maar op het moment dat de duisternis invalt geeft de 'onnatuurlijke' rood/infraroodverhouding van de SON-T-lampen problemen. Het pigment fytochroom komt dan in de verkeerde stand te staan. Dat kan allerlei rare groeistoornissen geven.

Over dit effect is nog niet alles bekend maar duidelijk is wel dat het belangrijk is de natuurlijke duisternisinval te respecteren. 's Nachts kunnen de lampen dan weer gewoon aan; dan is het cruciale moment gepasseerd.

Beeldsuggestie: foto rood/blauw licht tussen het gewas, of foto van groeistoornis door lichtkleur