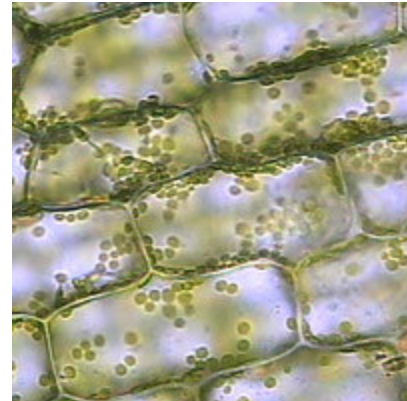


Waarom zijn planten niet zwart?

Er zijn allerlei redenen bedacht waarom planten het beschikbare zonlicht niet maximaal lijken te benutten. Geen daarvan verklaart waarom ze na twee miljard jaar evolutie nog steeds niet zwart zijn, zoals de industriële fotovoltaïsche zonnecellen. Zien we iets over het hoofd?

Afbeelding - Bladgroenkorrels in plantencellen.



Bladgroenkorrels

In het februarinummer van *Photosynthesis Research* laten de Leidse biofysici Marcell Marosvölgyi en Hans van Gorkom zien dat de kleur bepaald wordt door de kosten. Het kost energie om een zonnecel te maken en dat is alleen rendabel als hij meer energie uit zonlicht haalt. Hetzelfde geldt voor bladgroenkorrels, de biologische zonnecellen waarmee planten zich in leven houden. Hoe meer zonlicht ze absorberen hoe beter, zou je denken. En een zwart systeem absorbeert alle licht.

Energiekosten

Planten en andere fotosynthetische organismen zijn goeddeels gevuld met de pigment-eiwitcomplexen die ze maken om zonlicht te absorberen. Het deel van de fotosynthese-opbrengst dat ze daarin investeren moet daarmee in verhouding zijn. Ook het pigment in de onderste laag moet voldoende licht krijgen om zijn energiekosten terug te verdienen en dat gebeurt niet als een zwarte bovenste laag al alle licht afvangt. Een zwart systeem kan daarom alleen optimaal zijn als het niks kost.

Afbeelding- Een zonnepaneel met daarop fotovoltaïsche zonnecellen.



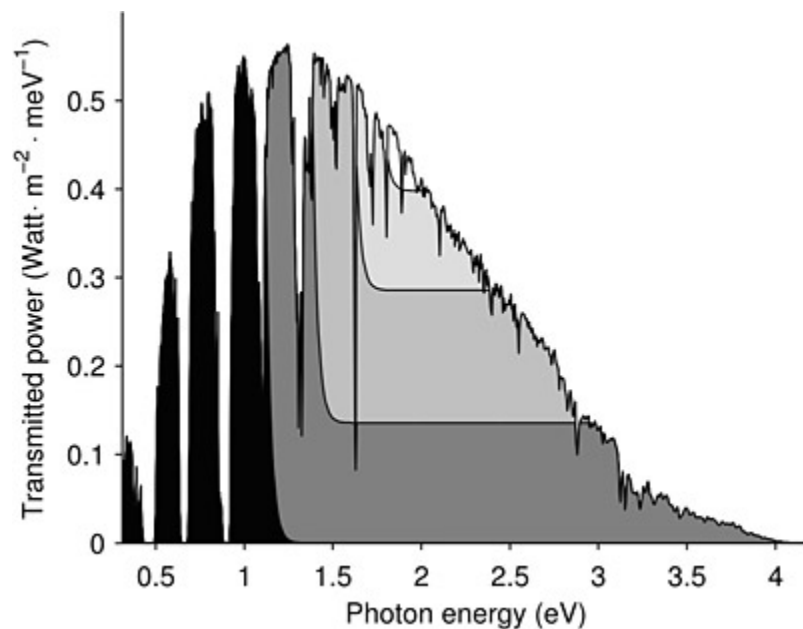
Rood licht

Daarom geldt dat hoe hoger de kosten zijn, hoe meer licht het systeem doorlaat, want het is dan niet rendabel nog meer pigmenten toe te voegen. Welk deel van het licht wel rendabel geabsorbeerd kan worden hangt af van hoeveelheid licht per kleur. Het grootste

rendement blijkt een plant te kunnen halen uit rood licht, daarom is een plant groen, want rood is het complement van groen.

Grenswaarde

Het absorptiespectrum is opgebouwd uit de talloze bijdragen van de individuele pigmenten. Als je de kleur van elk pigment kunt afstemmen, bij gelijkblijvende productiekosten, naar de plaats in het spectrum waar het vermogen van het nog niet geabsorbeerde licht het grootst is, ontstaat een systeem dat bij alle frequenties alle vermogen absorbeert boven eenzelfde grenswaarde, die bepaald wordt door de prijs per pigment.



Figuur 1.

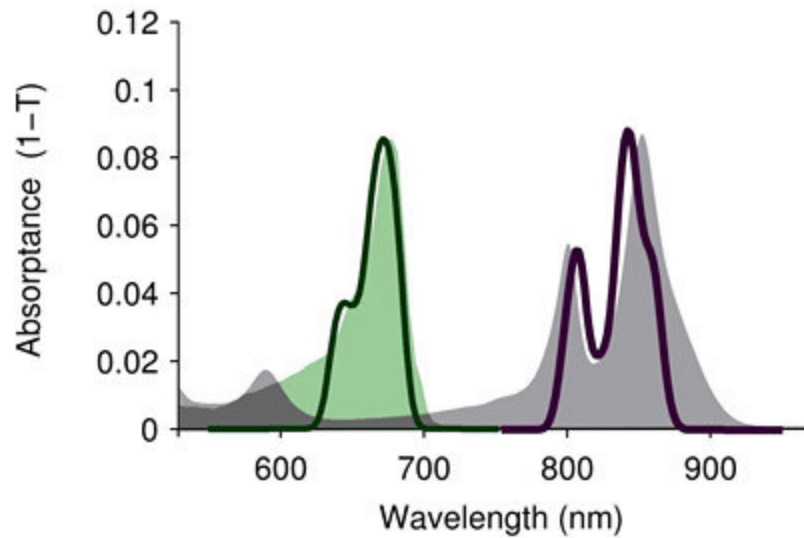
Absorptiespectrum

Figuur 1 is een weergave van het licht uit het zonnenspectrum dat een plant binnendringt. In dat spectrum zitten veel dalen; het is geen vloeiende lijn. In die dalen komt minder licht binnen. Als een plant veel energie moet investeren in pigmenten, zal hij deze dus niet plaatsen bij de dalen. In het uiteindelijke absorptiespectrum komen de dalen terug als afwezigheid van absorptie. Als de pigmenten weinig energie kosten, zou de plant ze wel aanmaken bij de dalen, ze hoeven dan immers minder op te leveren om rendabel te zijn.

Modderpoelspectrum

Het zonnenspectrum in een modderpoel ziet er heel anders uit dan in vol zonlicht. Er is eigenlijk alleen nog infrarood over, de rest wordt tegengehouden door het water en waar de modder verder uit bestaat. Een organisme dat in de poel leeft, is dus genoodzaakt zijn absorptie te verschuiven naar het infrarood. Figuur 2 laat zien dat de purperbacterie, die

in modderpoelen leeft, zich heeft aangepast aan het modderpoelspectrum. Hij heeft zich aangepast aan infraroodabsorptie.



Figuur 2.

Optimale kleur

Als aanmaak van de pigmenten geen energie zou kosten, dan zou zwart de optimale kleur van de zonnecel zijn. De vraag is dus of je nog steeds zwarte zonnecellen (zou moeten) maken, als je de energetische kosten van het zonnecelmateriaal meetelt om je netto opbrengst te optimaliseren?

(26 januari 2010/SH)