

Plant gaat slordig om met zonne-energie

Efficiency van de fotosynthese kan met een factor tien omhoog

Een plant gaat bijzonder slordig om met zonne-energie. Hij vertaalt slechts 0,5% van de opgevangen energie in biomassa. Voor de plant zelf is dat genoeg, voor ons niet. Als je de fotosynthese-efficiëntie weet te verbeteren, kan de (voedsel) productie enorm omhoog. Daar wordt nu hard aan gewerkt binnen het project Bio Solar Cells.

Er zijn woestijnplanten waarvan het zaad soms jaren onder de grond ligt. Maar zodra het een keer regent, kiemt het zaad en 'spuiten' deze planten de grond uit. Hun **fotosynthese-efficiëntie** loopt daarbij op tot wel 10%. Heel anders dan de gemiddelde planten in de kas die zo'n 0,5% halen. Daar valt dus wat van te leren. Een deel is te verklaren, omdat zulke woestijnplanten niks investeren in de bescherming tegen schadelijke UV-straling. Ze leven immers toch maar een paar weken. Maar dan nog doen ze iets veel beter dan onze cultuurplanten.

Arabidopsis

Verbetering van de fotosynthese is lang onderbelicht geweest. Veredelaars hebben



Bestudering van het fotosyntheseproces in bladgroenkorrels met geavanceerde microscopie.

nooit specifiek op efficiëntere fotosynthese veredeld. Dat was veel te moeilijk. Maar de tijden en de technieken zijn veranderd. Het is tegenwoordig gemakkelijker om genen te **detecteren** die verantwoordelijk zijn voor bepaalde eigenschappen, of merkers te vinden op het DNA die aangeven waar zulke genen ongeveer zullen liggen.

Veel van zulk onderzoek vindt plaats met het plantje Arabidopsis, waarvan het hele genoom (genenpakket) volledig in beeld is. Plantjes van herkomsten over de hele wereld worden bekeken op hun verschillen. Wat doet hun fotosynthese **onder stress**? Hoe efficiënt vangen ze het licht op? Hoe beïnvloeden meststoffen en temperatuur de fotosynthese? En op welke genen zijn die effecten terug te voeren? Met die informatie kun je de fotosynthese in een computermodel vatten en wordt duidelijk aan welke knoppen te draaien valt. De verwachting is dat de maximaal bereikbare fotosynthese in 'gewone' planten (dus niet die woestijnplanten) rond 4,5 tot 5% ligt. Dat is een factor 10 hoger dan nu.

De optimale plant

Verder is een interessante vraag hoe de optimale plant eruit ziet. Hoe is zijn structuur, de bladstand, de bladvorm, de afstand tussen de bladeren? Een optimale structuur kan wel 10% opbrengstverbetering geven. Die kennis is materiaal voor veredelaars die kunnen proberen zo'n **ideale plantstructuur** te bereiken. Als je die ideale structuur hebt, is er vervolgens ook ideaal licht nodig. In een virtuele kas (binnen een computermodel) kun je uittesten wat er gebeurt als je bepaalde lichtkleuren (golflengtes) of diffusiteit toepast.

Wetenschappers van Wageningen UR Glastuinbouw passen deze inzichten toe binnen het project Grip op Licht. Dat heeft al tot **aansprekende resultaten** geleid. Potanthuriums, die normaal bij een relatief laag lichtniveau worden geteeld, kregen meer licht maar dan in diffuse vorm. Resultaat was dat ze in 16 weken leverklaar waren in plaats van de gebruikelijke 22 weken, een winst van 25%. Bovendien waren ze 25% zwaarder. Dus

de totale winst was 50%. Bij bromelia's liep op deze manier de teeltduur met vier weken terug.

Nog veel te verbeteren

De conclusie is dat bij potplanten op het gebied van licht nog veel valt te verbeteren. Voor tomaat geldt dit minder, omdat dit gewas al uitgebreid is veredeld en al heel efficiënt functioneert. Maar ook zulke gewassen kunnen op termijn profiteren van de nieuwe inzichten in verbetering van de fotosynthese.

Overigens is tomaat onderwerp van een ander deelonderzoek, een samenwerking tussen universiteiten en Enza Zaden. De fotosynthese in jonge planten wordt constant gevolgd met een **camerasysteem**. De onderzoekers bekijken vervolgens of de verschillende groeiselheden in hun jeugd sporen met opbrengstverschillen die je later in de kas ziet. Als de veredelaar alleen al de slechtst presterende planten in een vroegtijdig stadium kan elimineren, scheelt dat veel in de kosten van de veredeling.

Deze onderzoeken zijn allemaal onderdeel van het zeer grote onderzoeksprogramma Bio Solar Cells, waaraan acht Nederlandse universiteiten, een hogeschool en 39 bedrijven meedoen. Er wordt 43 miljoen euro in gestoken; 25 miljoen is afkomstig van de aardgasbaten (FES-gelden), de rest betaalt het bedrijfsleven, de kennisinstellingen en NWO/FOM. De centrale insteek van alle zestig deelprojecten is fotosynthese.

Productiecapaciteit

Er zijn drie hoofd-onderzoeksvelden: planten, algen en kunstmatige bladeren. Bij de planten is, zoals hierboven beschreven, de verbetering van de fotosynthese het hoofddoel. De **wereldvoedselproductie** moet flink omhoog om in 2050 negen miljard mensen te kunnen voeden. Behalve intensivering van de productiesystemen (waarbij de Nederlandse glastuinbouw een goed voorbeeld is voor de wereld), is ook verbetering van de productiecapaciteit van de planten zelf nodig.

Algen en cyanobacteriën zijn veel efficiënter dan planten. Zij kunnen wel tot 10%



Promotiestudent Graham Taylor meet de fotosynthese van een wilde plant, verwant aan Arabidopsis.

komen bij de omzetting van zonne-energie in biomassa of chemische stoffen. In het Algae Production and Research Centre (AlgaePARC) in Wageningen zoeken onderzoekers naar de juiste alg onder de juiste omstandigheden om die 10% inderdaad te bereiken.

Biodiesel uit algen

Uit zonne-energie, water en CO₂ maken cyanobacteriën eenvoudige **chemische verbindingen** voor de chemische industrie, zoals lactaat en ethanol. Ook is het wellicht mogelijk om vetzuren te produceren, die

dienen als voer voor gekweekte vis, zodat deze niet meer met vismeel hoeft te worden gevoerd. Dat is veel duurzamer dan de zeeën leegvissen.

Bij algen wordt ook vaak gesproken over biobrandstoffen. In het lab is het heel goed mogelijk met algen biodiesel te maken. Maar momenteel zijn ze nog te inefficiënt om goed te concurreren met fossiele brandstoffen. Toch zal **biobrandstof** uit algen op termijn erg belangrijk worden, omdat het veel duurzamer is dan fossiele brandstof.

Een andere mogelijkheid voor duurzame energie-opwekking bieden kunstmatige bladeren. De theoretische fotosynthese-efficiëntie daarvan bedraagt bijna 50%. Dus de helft van de opgevangen zonne-energie wordt omgezet in chemische energie. Dat wil zeggen in korte **koolstofverbindingen**, die geschikt zijn als brandstof.

Kunstmatige bladeren

Net als planten maken kunstmatige bladeren brandstof uit zonlicht, water en CO₂. Eerst splitsen ze water, vervolgens koppelen ze de waterstofmoleculen aan de koolstofmoleculen uit het CO₂. Het zonlicht vangen ze op met een **antennesysteem**. De volgende stappen kunnen met eiwitten plaatsvinden, maar die zijn nogal onstabiel. Nanotechnologie kan hier de oplossing bieden. Dit is een veel duurzamere manier van brandstofpro-

ductie dan de teelt van biomassa. Voor dat laatste zou een enorm areaal nodig zijn, dat je beter kunt benutten voor voedselproductie. Vervolgens ga je de biomassa **fermenteren** om verbindingen af te breken, zodat je de korte koolstofketens krijgt, waardoor brandstof wordt gekenmerkt. Je breekt dus af. De kunstmatige bladeren doen precies het omgekeerde: die bouwen op.

De tuinbouw zal baat hebben bij de verbetering van fotosynthese bij planten en wellicht ook van de algenteelt. De derde poot – kunstmatige bladeren – kan in de toekomst mogelijk de kassen van duurzame energie voorzien.



Bepaling van bladgroengehalte en bladwatergehalte met een draagbare NMR sensor.

Samenvatting

Naar verwachting kan de efficiëntie van de fotosynthese een factor tien omhoog, wat enorme consequenties voor de productie zou hebben. Het onderzoeksprogramma Bio Solar Cells werkt aan de verbetering. Een eerste praktijkresultaat is een sterk verbeterde opbrengst bij anthurium en bromelia. Verdere onderzoeksvelden betreffen algen en kunstmatige bladeren.