

Efficiëntere glastuinbouw mededankzij wiskunde

Wist je dat planten even wakker moeten worden als het licht aangaat? En dat ze rust nodig hebben om de suikers die ze hebben aangemaakt naar hun wortels en vruchten te transporteren? Het onderzoek van Tom Dueck en zijn collega's geeft inzicht in dit 'plantengedrag'. Wiskunde is daarbij een onmisbaar hulpmiddel, maar 1+1 is niet altijd 2, vertelt Dueck.



Tom Dueck is onderzoeker bij Wageningen UR Glastuinbouw, een van de onderzoeksinstituten van Wageningen University & Research centre. Voor zijn onderzoek pendelt hij heen en weer tussen de proefkassen in Bleiswijk en de universiteit in Wageningen. Energie, of beter gezegd de besparing van energie, loopt als een rode draad door zijn werk. Met zijn onderzoek kan hij de glastuinbouw veel kosten besparen. Dueck geeft een paar voorbeelden.

Plant moet wakker worden

Planten hebben licht nodig om de groeien, maar 24/7 licht is niet goed voor een plant. "In het licht maakt een plant suikers aan", legt Dueck uit. "Die suikers gebruikt hij voor synthese (groei) en hij slaat ze op in zijn vruchten en wortels. Om de aangemaakte suikers weg te kunnen werken heeft de plant rust nodig. Een tomatenplant bijvoorbeeld heeft per dag 18 uur licht en 6 uur donker nodig. Dan krijgt hij mooie vruchten." In de praktijk betekent dat dat 's nachts om 12 uur het licht aangaat in een tomatenkas. In Nederland gaat dat om een groot aantal lampen. Als die korter kunnen branden, betekent dat een enorme besparing in kosten en energie.

"We hebben daarom onderzocht wat er met een plant gebeurt als het licht aangaat", vertelt Dueck. Hij ontwierp een experiment waarbij de activiteit van tomatenplanten op verschillende tijden werd gemeten. "Hoe actief is een tomatenplant 5 minuten voor het licht aangaat? Hoe actief een half uur later, driekwartier later enzovoort?" Zijn studenten mochten er 's nachts op uit om in de proefkassen te meten. Een plant is niet meteen productief, bleek uit de metingen, hij heeft even tijd nodig om 'wakker te worden'. De enzymen in de plant moeten op gang komen en het duurt even voor de huidmondjes open zijn.

"De volgende vraag was hoeveel licht er nodig is om dit proces in gang te zetten", vertelt Dueck. "Daarom hebben we metingen bij verschillende lichtniveaus gedaan. Bij volledige verlichting duurt het ongeveer een half uur voor een tomatenplant 'wakker is'. Hetzelfde bleek het geval als maar de helft van de lampen aan was en het gold zelfs bij maar een kwart van de oorspronkelijke hoeveelheid licht. "Als je de helft van de lampen op halve kracht laat branden, is een tomatenplant na een half uur in potentie net zo productief als wanneer je alle lampen meteen vol aanzet. In Nederland komt dat neer op een kostenreductie van zo'n € 3.750.000 per jaar. Een tuinder kan zo jaarlijks heel wat terugverdienen. Inmiddels zijn dan ook veel, zo niet alle glastuinders op deze maatregel overgestapt."

Toekomst met leds

Een actuele vraag in de glastuinbouw is de toepasbaarheid van led-verlichting. Op dit moment worden kassen voornamelijk met zogenaamde SONT-lampen verlicht. Dit zijn hogedruk natrium-lampen met een geel/oranje licht en een efficiëntie van 35 à 40%: 35 à 40% van de verbruikte energie wordt omgezet in licht, de rest komt vrij als warmte. Die warmte komt vrij in de vorm van stralingswarmte (elektromagnetische straling die een voorwerp uitzendt als gevolg van zijn temperatuur). Dit heeft vaak een gunstig effect op de planten, maar is soms ongunstig voor het kasklimaat.

Led-lampen voor de tuinbouw zijn op dit moment ongeveer net zo efficiënt als SONT-lampen, maar in de toekomst zal dit zeker verbeteren. Bij een led-lamp echter komt de geproduceerde warmte vrij in de vorm van convectiewarmte (warmteoverdracht via stroming). Er is dus geen stralingseffect. Wel kun je led-licht in allerlei kleuren maken, die verschillende effecten hebben op de plantengroei. "Een plant benut fotonen uit het lichtspectrum van 400 tot 700 nm," legt Dueck uit, "dit is het PAR-licht, Photosynthetic Active Radiation. Fotonen met een verschillende golflengte hebben een ander effect op planten. In de schemering (veel rood en infrarood) willen planten zich strekken, in de volle zon blijven ze kort en compact. Een goede mix van licht zorgt voor planten met een mooie vorm."



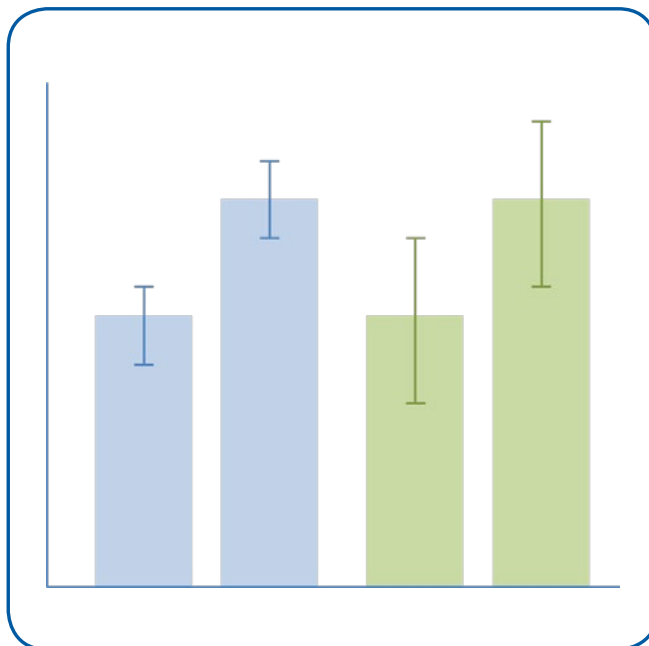
Ledverlichting in een proefkas

Ledverlichting in een proefkas

Met het oog op de toekomst – als led-lampen goedkoper en efficiënter worden – willen glastuinders graag weten wat de optimale verlichtingscondities met SONT- en/of led-lampen zijn. “In Bleiswijk richten we verschillende kassen in met verschillende lichtcondities”, vertelt Dueck. “Voor dit experiment gebruiken we drie kassen: één met alleen SONT-licht, één met 50/50 SONT en led en één met alleen led-licht. Daarnaast variëren we nog andere parameters zoals de licht- en donkertijden en de temperatuur. Je krijgt zo een matrix van mogelijkheden. Op basis van de metingen die we doen, kun je een wiskundig model opstellen waarmee je de groei van een plant onder bepaalde condities kunt voorspellen. Wij werken nauw samen met collega's in onze groep die dit doen. Met onze metingen kunnen ze hun groeimodellen steeds verder verfijnen.” Groeimodellen zijn voor tuinders een belangrijk hulpmiddel. Bijvoorbeeld om te kunnen voorspellen hoeveel bloemen ze met Kerst of Valentijn kunnen leveren.

“Met statistische methoden berekenen we hoeveel planten je nodig hebt voor een betrouwbaar gemiddelde.”

Wiskunde speelt ook een belangrijke rol bij de experimenten zelf. “Zelfs als je met genetisch identieke planten werkt, krijg je genotypische en fenotypische varianten”, vertelt Dueck. “Met statistische methodes berekenen we hoeveel planten je nodig hebt voor een betrouwbaar gemiddelde. Een veelgebruikte methode hiervoor is de zogenaamde poweranalyse. Ook doen we uitspraken over de significantie van verschillen. Dit kun je met de spreiding op de gemiddeldes doen.”



Het hoogteverschil tussen de twee balken in het ‘blauwe experiment’ is wel significant, in het ‘groene experiment’ is dit niet het geval. Wiskundig kun je de mate van significantie berekenen.

1+1 niet altijd 2

Wiskunde speelt een belangrijke rol in Duecks onderzoek, maar 1+1 is niet altijd 2 in de tuinbouw: “Je kunt dingen niet dwingen. Sommige effecten zijn additief, andere synergetisch, weer andere antagonistisch (respectievelijk: aanvullend, samenwerkend en tegenwerkend), de plant bepaalt wat er gebeurt. Dat maakt dit zo'n boeiend vak.”

De NLT-module ‘Glastuinbouw en energie’ geeft leerlingen inzicht in de energiestromen in een kas en hoe je energie kunt besparen. Ze stellen hier onder andere een simulatiemodel voor op.

[Hier vindt u deze havo-module.](#)