

Eigen onderzoek moet feiten van fictie scheiden

# 'Wat je er aan energie instopt, komt er als drogestof weer uit'



**Teun van den Dool:** "LED-belichting biedt perspectief, maar om het concurrerend te maken moet de energie-efficiëntie fors verbeteren en moeten de systeemkosten dalen."

Er is al veel gezegd en geschreven over de vermeende voordelen van LED-belichting in de glastuinbouw. Teun van den Dool van Hortilux Schröder constateert dat niemand weet hoe het werkelijk zit. "Daarom doen wij nu zelf onderzoek naar de invloed van LED-belichting op de ontwikkeling van planten. Het gaat om de vraag hoe we gewassen op energetisch efficiënte wijze tot betere prestaties kunnen bewegen. LED-belichting zal daarbij zeker een rol spelen, maar staat pas aan het begin van haar ontwikkeling."

TEKST EN BEELD: JAN VAN STAALDUINEN

BEELD: HORTILUX SCHRÉDER

Teun van den Dool, oprichter en algemeen directeur van Hortilux Schröder, volgt de ontwikkelingen rond LED-belichting op de voet. Hij verbaast zich dikwijls over de ongenueerde discussies en berichtgeving over dit onderwerp. "Begrijp me goed, ik ben niet voor of tegen bepaalde belichtingstechnologie", zegt hij met nadruk. "Ons doel is telers met behulp van groeilicht vooruit te helpen. Of dat groeilicht afkomstig is van hogedruk natriumlampen, van LED's, een combinatie van beiden of andere lichtbronnen maakt me niet uit, als ze maar energie-efficiënt zijn. Het punt is dat we de discussie moeten

ongenuanceerde discussies

voeren op basis van zuivere argumenten. Rond LED's is een zekere euforie ontstaan vanwege het vermeende lage stroomverbruik van dit lamptype. In vergelijking met gloeilampen zijn ze inderdaad zeer efficiënt. Ten opzichte van hogedruk natriumlampen geldt dat nog niet."

## LED nog minder efficiënt

Om dezelfde hoeveelheid groeilicht (fotonen) te produceren, uitgedrukt in  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ , moet er bij LED-belichting tot op heden meer energie worden ingestopt dan bij hogedruk natriumlampen. LED-belichting is dus minder energie-efficiënt. Feit is wel dat de achterstand snel wordt

ingelopen. Van groeilampen is de lichtopbrengst in de afgelopen 10 jaar met 50 tot 60% gestegen. Van den Dool: "Er vinden nog steeds verbeteringen plaats, maar de hogedruk natriumlamp lijkt nu redelijk uitontwikkeld. In de relatief nieuwe LED-technologie investeren de fabrikanten nu zoveel dat ze 15 tot 20 procent vooruitgang per jaar boeken. Dat is indrukwekkend en hoopvol, maar er is nog een hele weg te gaan."

nieuwe technologie

## Meer inzicht verwerven

Daarnaast is volgens deze ondernemer meer duidelijkheid nodig over de effecten van LED-belichting op de ontwikkeling van gewassen. Het aangeboden spectrum wijkt namelijk behoorlijk af van wat de plant via zonlicht of standaard groeilampen ontvangt.

"Het onderzoek dat tot op heden heeft plaatsgevonden, heeft voor de glastuinbouw een beperkte waarde", stelt Van den Dool. "We weten globaal hoe sommige lichtfrequenties de fotosynthese en gewasontwikkeling beïnvloeden, maar wat dit betekent voor specifieke gewassen in verschillende groeifasen is niet bekend." Om het inzicht te vergroten heeft zijn bedrijf in overleg met enkele vooraanstaande telers en onderzoekers proeven opgezet, die het bedrijf in eigen beheer uitvoert. Dit gebeurt in een volledig afgesloten ruimte zonder daglicht.

beperkte waarde

In de eerste twee proeven (eind september tot begin december en half december tot 10 maart) stonden tomaat (Westland en Mekano) en paprika (Ferrari en Spider) in de schijnwerpers. Klimaat en voeding waren zoveel mogelijk geoptimaliseerd voor de tomatenteelt. In de derde, recentelijk gestarte proef wordt ingezoomd op aardbei en sla.

tomaat en paprika

Het onderzoeksteam bestaat behalve Teun van den Dool, Bart van Meurs en Sjaak Vergeer van Hortilux uit de voormalige telers Jaap en Kees van Geest (uitvoering en gewasverzorging), de onderzoekers Nollie Marissen en Ernst van Rijssel (wetenschappelijke verantwoording), Leo en Vincent van der Lans (klankbord tomaten) en Wim Grootcholten en zijn zonen (klankbord paprika). Elke maan-

Vervolg op pagina 56

# 'Wat je er aan energie instopt, komt er

Vervolg van  
pagina 55

## LED's, lichtfrequenties en hun invloed op planten

LED staat voor Light Emitting Diode: een vast metaallichaam, waarin de elektronen door toevoer van gelijkstroom naar een lager energieniveau terugvallen en daarbij licht uitzenden. Afhankelijk van het gekozen metaal is dit een specifiek spectrum, dat veel smaller is dan dat van de zon of andere lamptypen. Dit resulteert in een vrijwel monochromatische lichtkleur

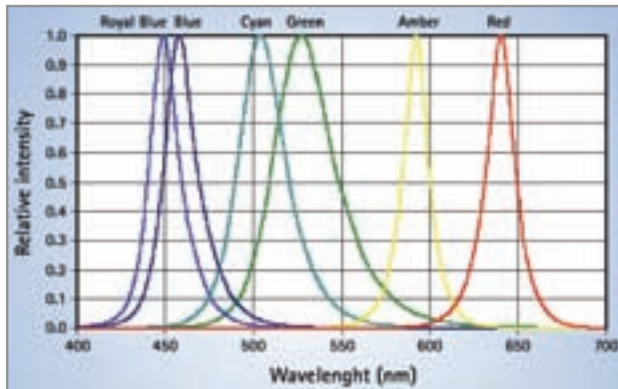
LED's zijn er in zes basiskleuren (zie figuur 1). Door LED's van verschillende kleuren pal naast elkaar te plaatsen zijn ook andere kleuren te verkrijgen, inclusief wit licht (blauw, groen en rood).

Gebruikelijker is het om bij witte LED's gebruik te maken van fluorescente coatings op de lenzen van blauwe LED's. Blauw is het meest geschikt, omdat je met coatings wel energierijke lichtkleuren naar energiearme lichtkleuren kunt omvormen, maar niet andersom.

### Plantgevoeligheid en PAR-licht

De gevoeligheid van planten voor lichtfrequenties verschilt van die van het menselijke oog. Met andere woorden: ze benutten een ander lichtspectrum dan de mens. Dit

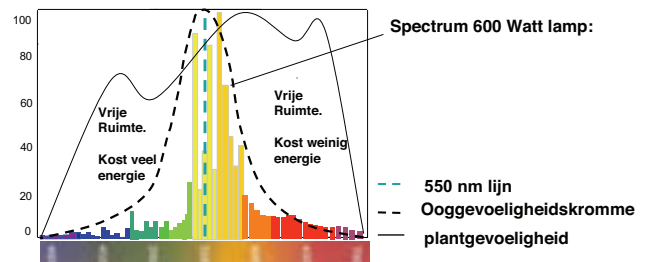
FIGUUR 1. LED = monochromatisch licht



LED-lampen zenden een smal lichtspectrum uit, wat een specifieke kleur geeft.

FIGUUR 2. De McCree-curve

Spectrum 400 – 700 nm



Spectrum HPS lamp is zo gek nog niet, groen-gele deel wordt ook nuttig gebruikt!

De McCree-curve (de doorgetrokken lijn), de ooggevoeligheidskromme en het lichtspectrum van de 600 W HPS-lamp (de verschillende staafdiagrammen). Op de verticale as de fotosynthese-efficiëntie uitgedrukt in procenten van de maximale fotosynthese.

groeilicht staat ook bekend als PAR-licht (Photosynthetic Active Radiation).

De onderzoeker McCree heeft in 1972 de efficiëntie waarmee planten lichtfrequenties voor de fotosynthese benutten weergegeven in een naar hem vernoemde curve (figuur 2). Omdat planten rood licht het meest efficiënt benutten, wordt in LED-proeven voornamelijk rood licht ingezet. Zo zou met de laagste energie-input het hoogste productierendement worden verkregen.

### Morfologische effecten

Het aanbieden van een zeer beperkt lichtspectrum heeft invloed op de ontwikkeling van het gewas. Dit is zichtbaar in de LED-proeven bij zowel Hortilux als Red Star. Een eenzijdig aanbod van rood licht leidt in tomaat onder andere tot een schraler gewas met sterk gekrulde bladeren.

De voorlopige resultaten lijken ook te wijzen op een wat lagere vruchtopbrengst door een lagere lichtonderschepping. Uit wetenschappelijk onderzoek is bekend dat blauw licht onder andere het openen van de huidmondjes stimuleert en dat het de negatieve gevolgen van teveel (ver)rood licht compenseert (zie kader Lichtfrequenties). Daarom worden in beide proeven ook verschillende hoeveelheden blauw licht gegeven.

dagmiddag komt het team bijeen voor een gewasbeoordeling en resultatenbespreking.

### Proefopzet

De ruimte is met behulp van lichtdichte scheidingsdoeken verdeeld in 12 proefvakken, waarin telkens een ander lichtregime heerst. In de eerste proef werden lichtniveaus aangehouden van 50, 100 en 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ . Dit komt globaal overeen met 3.800; 7.600 en 11.400 lux. Omdat 50  $\mu\text{mol}$  als onvoldoende werd ervaren, is deze variant in de tweede proef met hogedruk natriumlampen (Hortilux HPS) verhoogd tot 90  $\mu\text{mol}$ . Er zijn vijf licht-

soorten beproefd; HPS-licht, HPS-licht met verschillende combinaties rood en blauw LED-licht en uitsluitend LED-licht (rood en rood plus blauw).

“Toevoeging van blauw aan rood LED-licht was wenselijk, omdat we het natuurlijke daglicht toch zoveel mogelijk willen benaderen”, verklaart Van den Dool. “Blauw licht activeert de huidmondjes en de fotosynthese. We willen het gewas na de dagelijkse belichtingsperiode ook op een natuurlijke manier in rust laten gaan. Om dat te bevorderen hebben we in alle proeven een gloeilamp opgehangen. Deze zendt relatief veel verrood licht uit. Net zoals bij een ondergaande zon krijgt de

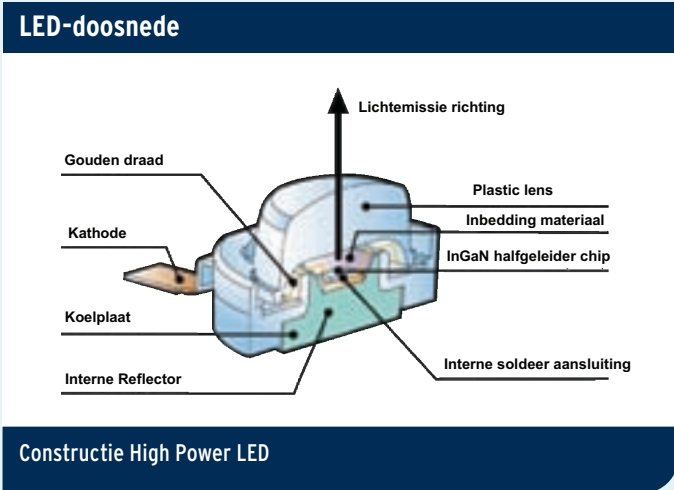
plant hierdoor het signaal om de huidmondjes te sluiten.”

### Grote verschillen

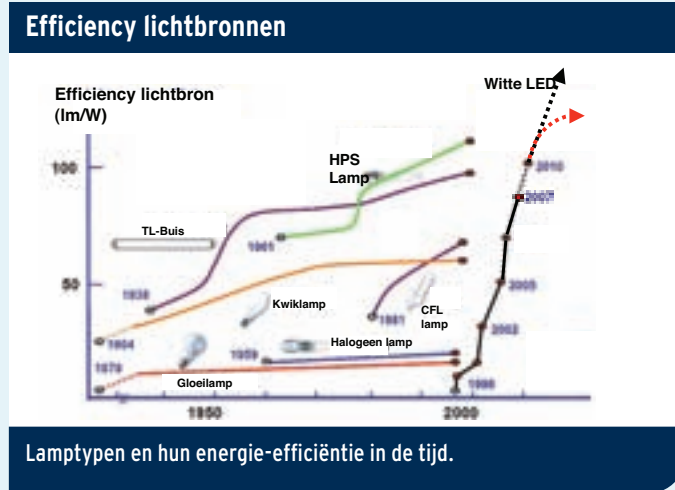
Nadat de beschermende kleding is aange trokken, laat de ondernemer zien hoe de verschillende proeven er bij staan. Ondanks het ontbreken van daglicht ziet het gewas er onder HPS-licht normaal en vitaal uit. De zetting is regelmatig verlopen en de tomatenplanten zijn goed in staat om vijf vruchten per tros te laten uitgroeien. Dit geldt ook voor de proef met rood en blauw LED-licht. De vakken met meer groeilicht vertonen grote verschillen met de vakken waar minder groeilicht is geïnstalleerd.

drie licht-niveaus

regelmatige zetting



Constructie High Power LED



Lamptypen en hun energie-efficiëntie in de tijd.

## Alleseters

Volgens de ondernemer komen de planten bij gebruik van uitsluitend rood LED-licht trager uit de startblokken, maar ontwikkelt het gewas zich daarna redelijk normaal. “De planten groeien, bloeien en zetten net als in de andere proeven, hoewel de fysieke opbrengst wat lager is. Volgens ons getuigt dit van een groot aanpassingsvermogen van de plant. Het zijn net alleseters: wat je er aan energie instopt, komt er als drogestof weer uit. Dat verraste me eerlijk gezegd wel. Je ziet echter behoorlijke verschillen in de morfologie van het gewas, vooral qua steellengte en vorm van de bladeren.”

## Praktische waarde

Van den Dool merkt op dat de proeven waardevolle kennis opleveren, maar dat de resultaten niet klakkeloos zijn te vertalen naar praktijkomstandigheden,

waar de zon de voornaamste lichtbron is. Toch waagt hij zich aan enkele bespiegelingen.

“De hoeveelheid groeilicht is doorslaggevend voor de productiviteit van het gewas”, stelt hij vast. “Daarnaast hebben we vastgesteld dat een mix van lichtkleuren een normale gewasontwikkeling bevordert. Voor LED-belichting betekent dit minimaal het gebruik van rood en een redelijke hoeveelheid blauw licht. Op termijn verwacht ik dat we de stap maken naar witte LED-belichting. Dat bevordert niet alleen de gewasontwikkeling, maar het komt ook de arbeidsomstandigheden ten goede. Bovendien kun je het gewas bij wit licht veel beter beoordelen op vruchtkleur, gebreken, ziekten en plagen.”

## Ontwikkelingstermijn

Uitgaande van gelijke lichtniveaus kan LED-belichting ongeveer hetzelfde resul-

taat opleveren als belichting met hogedruk natriumlampen. Daar staat wel een flinke investering tegenover.

## LED nog niet concurrerend

“Op dit moment is LED-belichting niet concurrerend. Daarvoor moet de lichtopbrengst nog met tientallen procenten stijgen en moeten de systeemkosten fors dalen. Daarnaast zijn oplossingen nodig voor de warmteafvoer. LED-lampen produceren weliswaar geen stralingswarmte, maar wél convectiewarmte. Die moet effectief en efficiënt worden afgevoerd, want bij oplopende temperatuur daalt de lichtopbrengst fors. Ik verwacht dat we deze technische problemen stuk voor stuk gaan overwinnen, maar dat kost tijd. Wij denken dat het ongeveer vijf jaar duurt voordat de LED-technologie echt praktijkrijp is. We kunnen dus nog even vooruit met ons onderzoek.”

groot aanpassingsvermogen

flinke investering

waardevolle kennis

vijf jaar

## Lichtfrequenties en hun invloed op planten

### Verrood licht (700 - 800 nm)

- stimuleert de gewasrekking
- remt vertakking
- groter bladoppervlak, dunner blad
- bevordert de bloei van schaduwplanten (Saintpaulia)
- stimuleert de vruchtzetting (tomaat)

### Rood licht (600 - 700 nm)

- stimuleert vertakking en compacte groei
- geeft een kleiner bladoppervlak en dikker blad

### Verhouding rood/verrood

- bij een verhouding <1 worden planten langer

### Blauw licht (400 - 500 nm)

- bevordert de translocatie van assimilaten
- stimuleert de vorming van chloroplasten en chlorofyl
- opent de huidmondjes
- bevordert een compacte gewasopbouw
- kleiner bladoppervlak, dikker blad
- versterkt de effecten van (ver)rood licht

### UV-licht (300 - 400 nm)

- bevordert compacte groei en afharding
- versterkt de bloemkleur (meer sprekend)
- bladkleur: minder bladgroen door aanmaak beschermende pigmenten
- veroorzaakt schade en remt de groei

Bronnen: Dr. Tom Dueck (Wageningen UR) en Nollie Marissen.

## SAMENVATTING

Om de waarde van LED-belichting voor bedekte teelten te kunnen vaststellen onderzoekt Hortilux hoe combinaties van lichtkleuren de groei en ontwikkeling van specifieke gewassen beïnvloeden. Louter rood LED-licht is energetisch efficiënt, maar zorgt voor een tragere start omdat de plant zich aan het lichtregime moet aanpassen. Vooralsnog blijft de energie-efficiëntie achter bij die van hogedruk natriumlampen. Het bedrijf verwacht dat LED-belichting over vijf jaar praktijkrijp is en dat wit licht de norm wordt.