

## Kleuren: de invloed van golflengtes op het gewas

Licht is een soort elektromagnetische straling die door de zon wordt uitgestraald. Deze straling bereikt de aarde in de vorm van golven. De golven worden gefilterd door de atmosfeer en komen zo als globale straling op de aarde.



(bron: <http://lurven.nl/216/zonne-stralen-door-de-blauwe-lucht-gestrooid/>)

De globale straling kan ruwweg worden verdeeld in ultraviolet (UV), het gedeelte dat door planten wordt gebruikt (PAR), infrarood (NIR) en langgolvlige warmtestraling (FIR). Ultraviolette straling heeft een korte tot zeer korte golflengte, terwijl infrarode straling een veel langere golflengte heeft.

### Spectrum van zonlicht

Over het algemeen wordt aangenomen dat licht dat een spectrum heeft vergelijkbaar als zonlicht, een normale plantontwikkeling garandeert. Zonlicht bevat, uitgedrukt in percentage van alle fotonen tussen 400 en 800 nanometer (nm), circa 21% blauw (400-500nm), 26% groen (500-600nm), 27% rood (600-700nm) en 26% verrood licht.

De verschillende golflengtes hebben invloed op verschillende plantprocessen. In de onderstaande tabel staan de invloeden van de verschillende golflengtes op de plantprocessen.

	Straling	Golflengte (nm)	Heeft invloed op:
UV	UV C	0-280	< 300 bereikt het aardoppervlak niet
UV	UV B	280-320	300-320 heeft invloed op fotomorfogenese
UV	UV A	320-400	Fotomorfogenese
PAR	Blauw	400-500	Fotomorfogenese en fotosynthese
PAR	Groen	500-600	Wordt weerkaatst
PAR	Rood	600-700	Fotomorfogenese, fotosynthese, chlorofylsynthese en fotoperiodisme
NIR	Verrood	700-800	Fotomorfogenese en fotoperiodisme
NIR	Nabije infrarood	700-3.000	Wordt voornamelijk omgezet in warmte
FIR	Ver infrarood	3.000-100.000	Geen directe zoninstraling, maar warmtestraling

### Fotomorfogenese

Het proces fotomorfogenese leidt tot de uiteindelijke vorm, kleur en bloei van de plant. Dit is voor een belangrijk deel genetisch vastgelegd, maar wordt gestuurd door licht.

### Fotosynthese

Een gedeelte van het licht wordt door planten gebruikt voor de fotosynthese. Dit deel van 400-700nm wordt Photosynthetic Active Radiation (PAR) genoemd.

### Chlorofylsynthese

Bij chlorofylsynthese (bladgroensynthese) wordt chlorofyl (bladgroen) geproduceerd, het groene pigment in bladeren en stengels. In de chloroplasten (bladgroenkorrels) wordt het zonlicht opgevangen en verwerkt.

### Fotoperiodisme

De daglengte (lichtperiode) is voor veel planten een informatiebron waarmee het moment bepaald wordt om uitlopers te vormen of te gaan bloeien. Het gedrag en de ontwikkeling van de planten worden dus beïnvloed door de lichtperiode.

### Ultraviolet (UV)

De kleur van bepaalde bloemen en vruchten zijn te verbeteren door UV-straling. De straling zorgt voor een compactere groei, kortere internodiën en kleinere en dikkere bladeren. UV-straling is in hogere intensiteiten schadelijk voor gewassen, zoals een negatief effect op de fotosynthese. Aan de andere kant is er een positief effect door de vorming van smaakstoffen en anti-oxidanten.

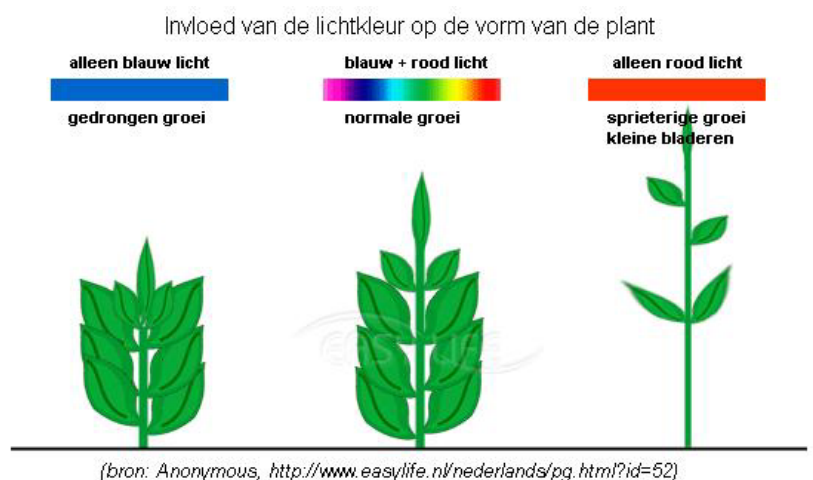
### Blauwe straling

De blauwe straling heeft effect op het fotosyntheseproces. Voor het fotosyntheseproces zijn de blauwe en rode stralingen gelijkwaardig. Blauw licht is vooral van belang voor de vorming chlorofyl, de ontwikkeling van chloroplasten, huidmondjesopening, de aanmaak van enzymen en de 24-uurs cyclus van de fotosynthese en fotomorfogenese. Een verhoogd aandeel blauw licht in het natuurlijke licht heeft een remmend effect op de celstrekking, waardoor stengels korter worden en bladeren dikker. Omgekeerd heeft een afname van de hoeveelheid blauw licht een toename van het bladoppervlak en de stengelstrekking tot gevolg. De hoeveelheid blauw licht kan niet voor alle plantensoorten ongelimiteerd worden teruggebracht. Te weinig blauw licht kan tot negatieve effecten op de plantontwikkeling leiden. (Bron: Dieleman A. et al., 2006, *Past belichting in een energiezuinige paprika-teelt?*)

Veel plantensoorten hebben een minimale hoeveelheid blauw licht nodig voor een normale plantontwikkeling. Deze behoefte verschilt per soort en varieert van 5-30  $\mu\text{mol m}^2/\text{s}$  voor sla en pepers tot 30  $\mu\text{mol m}^2/\text{s}$  voor sojaboon. In Nederland zit van nature voldoende blauw in het natuurlijke licht voor planten (ook in de kas). Door de hoeveelheid blauw licht te beïnvloeden, kan de plantvorm gestuurd worden. (Bron: Hemming S., 2004, *Optimaal gebruik van natuurlijk licht in de glastuinbouw*)

### Rode straling

De rode straling is het meest efficiënt voor de fotosynthese van planten. De energie-inhoud van een rood foton (600-700nm) is 1,75 maal lager dan die van een blauw foton (400-500nm). Dit betekent dat voor het maken van een blauw foton meer energie nodig is dan voor een rood foton, terwijl de fotonen voor de fotosynthese gelijkwaardig zijn. Bijvoorbeeld: bij 400nm is 1 Watt 3,4  $\mu\text{mol}$  en bij 700nm is 1 Watt 5,8  $\mu\text{mol}$ . (Bron: Hemming S., 2004, *Haalbaarheidstudie fluorescerend energiescherm*)



Rode straling draagt bij aan de aanmaak van chlorofyl (bladgroen) en speelt een rol in de processen fotoperiodisme en fotomorfogenese. Het selectief wegschermen van rood licht waardoor de verhouding tussen rood en verrood licht afneemt, kan de vorming van zijscheuten en pluizen verminderen.

### Nabije infrarood

Het nabije infrarood (NIR) met een golflengte van 700-3000nm, is het deel van het zonnenspectrum dat nauwelijks gebruikt wordt door de planten; het wordt voornamelijk omgezet in warmte (voelbaar en latent) in de kas. Dit kan, afhankelijk van de locatie en het seizoen, een gunstig effect hebben op het kasklimaat of het kan juist het probleem van oververhitting introduceren.

### Verrode straling

Het stralingsgedeelte van 700-800nm wordt verrood genoemd. Dit draagt bij aan de fotomorfogenese, vooral de stengelstrekking en het fotoperiodisme van planten.

### Ver infrarode straling

Ver infrarode straling (FIR) met golflentes van 3.000-100.000nm is niet het gevolg van directe zoninstraling, maar is warmtestraling die door elk warm 'lichaam' wordt uitgezonden. Deze straling is van groot belang bij kassen, het veroorzaakt namelijk een deel van het broeikas effect. (Bron: Hemming S., 2004, *Optimaal gebruik van natuurlijk licht in de glastuinbouw*)