

Biologische klok bepaalt veel processen



De klok een uurtje verzetten schopt bij veel mensen het bioritme al in de war. Teeltmaatregelen in de kas - zoals belichting - gaan soms nog veel grover in tegen bioritmen.

De biologische klok in de plant speelt een rol bij een groot aantal processen. Soms verklaart dat waarom een plant niet reageert zoals je zou verwachten. Bijvoorbeeld bij langdurig belichten of bij CO₂ doseren.

TEKST: EP HEUVELINK (WAGENINGEN UNIVERSITEIT) EN TIJS KIERKELS

Nog voordat het licht wordt, beginnen er processen in de plant die normaal in het licht plaatsvinden. Het is net of de plant 'weet' dat de zon nu snel opgaat. De trigger voor de start van die processen is echter niet het licht zelf, maar de interne biologische klok. Een ander voorbeeld: Als je bij het aanbreken van de dag de temperatuur verlaagt, kan de lengtegroei bij veel potplanten geremd worden. Dit heet DROP. Als die temperatuurverlaging echter aan het einde van de dag gegeven wordt, is het effect veel kleiner of zelfs afwezig. De gevoeligheid van de plant voor DROP varieert door de dag heen.

Circadiaanse ritmes

Steeds meer wordt duidelijk dat heel veel processen in de plant onderhevig zijn aan een ritme. Het zijn er zoveel dat sommige onderzoekers denken dat vrijwel alles in de plant ritmisch verloopt. Een greep uit

de processen die onderhevig zijn aan een intern ritme: zaadkieming, lengtegroei, fotosynthese, productie van plantenhormonen, activiteit van enzymen, opening en sluiting van huidmondjes (zie de figuur), opengaan van bloemen en afscheiding van geuren. En zelfs de vertaling van de erfelijke informatie op de genen heeft een ritme. Bij de zandraket (zie kader) geldt dat voor minstens 10% van de actieve genen en sommige onderzoekers denken zelfs aan 35%. Wat hiervan de praktische consequenties zijn, is overigens moeilijk te zeggen.

Het officiële woord voor dit fenomeen is circadiaanse ritmes. Circadiaans betekent 'ongeveer een dag'. Veel ritmes beslaan inderdaad ongeveer 24 uur, andere echter tot 30 uur. Dat geeft ook aan dat het echt een intern ritme van de plant is. De aarde draait altijd in 24 uur om haar as. Als dat maatgevend zou zijn, zouden er geen

circadiaanse ritmes zijn maar 'diaanse', die precies 24 uur zouden beslaan.

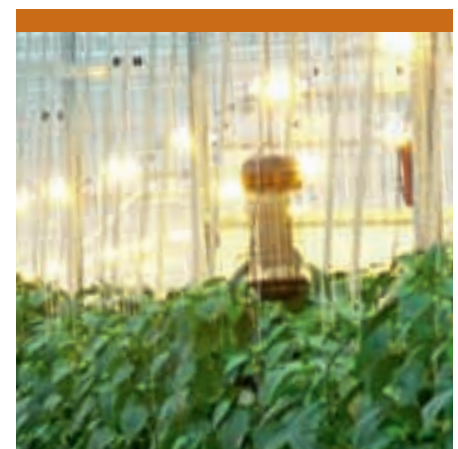
Negeren van circadiaanse ritmes

In de tuinbouw proberen we alles naar onze hand te zetten. Bij de klimaatfactoren zijn we een heel eind op weg en ook de sturing van plantprocessen hebben we aardig in de hand. De circadiaanse ritmes gooien echter soms roet in het eten. Regelmatig eigenlijk, want er vinden geregeld verrassende reacties plaats. Die worden begrijpelijker als je er met deze bril op naar kijkt. Het ontbreken van het DROP-effect aan het eind van de dag bijvoorbeeld. De plant is dan op een laag punt in zijn gevoeligheidsyclus.

Negeren van circadiaanse ritmes kan voor problemen zorgen als je met teeltmaatregelen ver gaat afwijken van natuurlijke ritmes. Heel lang belichten; andere lichtkleuren gebruiken; CO₂ doseren op het verkeerde moment. Let wel: er hoeven helemaal geen problemen op te treden - de plant kan veel aan - maar als dat wel zo is, kan de reden liggen in het bestaan van de biologische klok. En daar kun je nauwelijks tegenin gaan.

Planten voor de gek houden

De klok is overigens wel beïnvloedbaar. De plant heeft daar een mechanisme voor. Speciaal licht en temperatuur zetten de klok 'gelijk' met het werkelijke dagritme. Je kunt de plant voor de gek houden. Door bijvoorbeeld vlak voor zonsopgang een lichtflits te geven, wordt de klok naar voren bijgesteld. Als je dat doet na de schemering, verschuift het ritme naar



Door te veel uren per dag te belichten kan de biologische klok van de plant in de war raken.

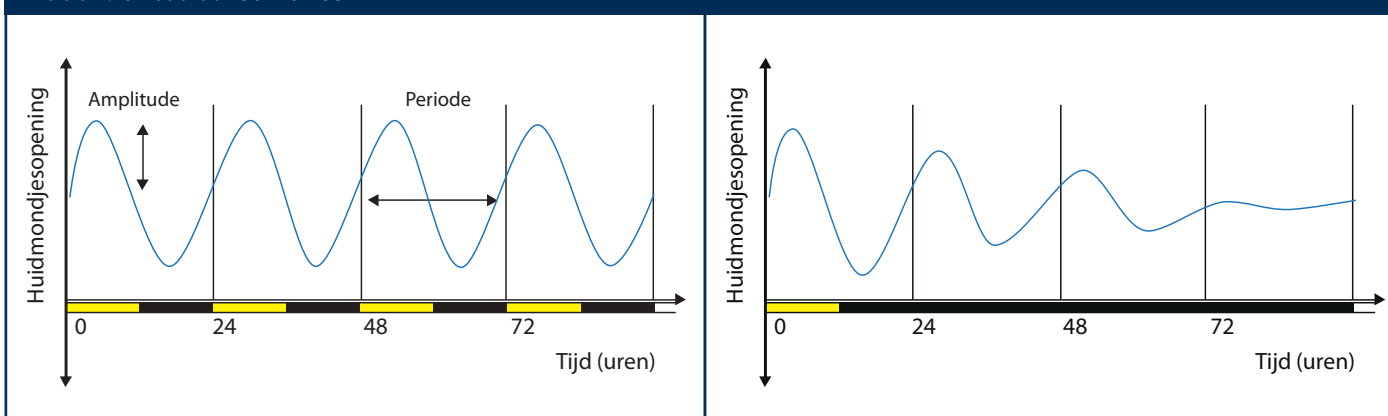
interne biologische klok

interne ritmes.

roet in het eten

problemen

klok bijstellen

FIGUUR. Circadiaanse ritmes


De linker figuur geeft het ritme in de opening van huidmondjes weer onder normale omstandigheden (geel op de horizontale balk is licht, zwart is donker). De rechter figuur laat zien dat als je ze geen licht meer geeft, het ritme enige tijd doorgaat met ongeveer dezelfde intervallen en dan afdempt. De biologische klok die dit proces regelt, wordt niet meer 'bijgezet' door het licht.

achteren. De plant 'ziet' dit licht met behulp van pigmenten als fytochroom en cryptochroom. Hier ligt misschien een aanknopingspunt om het ritme te beïnvloeden.

Dat kan wellicht nuttig zijn bij langdurig belichten. Zeer langdurig belichten gaat zeker in tegen allerlei circadiaanse ritmes; daar is geen twijfel over mogelijk. De plant krijgt geen kans meer om zijn interne klok bij te stellen, je negeert het ritme van de huidmondjes, van de fotosynthese zelf en allerlei enzymatische processen.

Het zou het onderzoeken waard zijn of bijsturen met bepaalde lichtkleuren – die het fytochroom en cryptochroom beïnvloeden – de zaak recht kan breien. Veel op dit punt is nog onduidelijk, mede omdat nog niet zo lang duidelijk is dat circadiaanse ritmes zo'n invloed hebben. Een goede vraag is bijvoorbeeld hoe snel de zaak misloopt. Als dat niet op een dag aan komt, zou wellicht een aantal dagen continu belichten afgewisseld met een etmaal niet belichten een optie zijn. De plant ervaart dan weer een natuurlijke nacht en kan de klok bijstellen.

Effect van langdurig belichten

Bij een jong paprikagewas heeft langdurig bijbelichten een verstrend effect op de vruchtzetting en de balans tussen vegetatieve en generatieve groei, een duidelijke aanwijzing voor ritmische gevoeligheid.

Verschillende potplanten hebben overdag of 's nachts een andere bladstand. Bij jonge planten is de bladstand erg belangrijk omdat al het licht dat naast de plant valt, verloren gaat. Met de lichtkleur is de plant wellicht te sturen richting de ideale stand. Dit hoort bij het terrein van de fine-tuning. Voor de fotosynthese kan een bepaalde lichtkleur wel goed zijn, maar diezelfde kleur kan dan voor de bladstand averechts werken.

Onderzoekers komen de biologische klok regelmatig tegen. In het vorige nummer van *Onder Glas* (november 2008) is het nut van CO₂-dosering bij phalaenopsis beschreven. Gezien de natuur van deze orchidee zou het voor de hand liggen dat 6 uur dag en 6 uur nacht (en dat twee keer per etmaal) de productie zou verhogen. Maar zo'n behandeling werkte niet. Hij stuitte op een circadiaans ritme, denkt onderzoeker Tom Dueck van WUR Glastuinbouw.

Meer dan één interne klok

Extra ingewikkeld is dat er niet één interne klok is, maar dat meerdere ritmes naast elkaar lopen. De slaboos kent voor de opening van de huidmondjes en CO₂-assimilatie een ander ritme dan voor het bewegen van de bladeren (die gaan 's nachts in de slaapstand). Het blijkt dat de 'klok' in de cellen zelf zit en niet in een plantenweefsel. Ook start het ritme al heel vroeg. In het algemeen bij de vochtopname van het zaad (imbibitie) voor de kieming. Tot slot zijn er nog andere ritmes dan circadiaanse. *Hedera* heeft een cyclisch groeipatroon door het jaar heen. Sommige planten bloeien elk jaar op hetzelfde tijdstip. En helemaal fascinerend is het feit dat alle bamboe van dezelfde soort over de hele wereld op hetzelfde tijdstip bloeit. Daar zit een zeer langjarig ritme in.

Steeds meer wordt duidelijk dat de biologische klok in de plant een rol speelt bij een enorm groot aantal processen. Voorbeelden zijn zaadkieming, lengtegroei, fotosynthese, productie van plantenhormonen, activiteit van enzymen, opening en sluiting van huidmondjes, en opengaan van bloemen. Dat betekent ook dat planten gedurende de dag verschillend reageren op teeltmaatregelen. Het is een punt om rekening mee te houden bij langdurige belichting, CO₂ doseren en de toepassing van andere lichtkleuren. Op dit punt moet nog veel inzicht verworven worden.

SAMENVATTING

Nuttig onkruid

Veel onderzoek is in een stroomversnelling gekomen sinds de wetenschap de plant *Arabidopsis thaliana* - de zandraket - als modelplant gebruikt. Deze plant heeft als onderzoeksobject veel voordelen. Hij heeft relatief weinig genen. Zijn levenscyclus is kort. De plant is relatief klein en gemakkelijk genetisch te veranderen. Nu er eenmaal zo'n modelplant is, gaat iedereen met deze plant onderzoek doen en groeien de inzichten explosief. Bijvoorbeeld ook op het terrein van de biologische klok. Zandraket is een pionierplant op zandgronden. In gewoon Nederlands een onkruid, maar wel een zeer nuttig onkruid voor de wetenschap.

langdurig belichten

bijsturen met lichtkleuren

belichten afwisselen

opening huidmondjes

langjarig ritme