

In den Wäldern sind Dinge, über die nachzudenken, man jahrelang im Moos liegen könnte. (Franz Kafka)

Laat je in deze rubriek verwonderen door grappige, indrukwekkende en leerrijke boswaarheden uit het verleden. Eigen bijdragen en ideeën zijn steeds welkom op het redactieadres!

Slimme en gevoelige bomen en andere planten

HANS BAETÉ

Darwin's wortel-brein

In 1880 verschijnt een boek waarin planten niet de passieve wezens zijn waarvoor ze door velen worden aangezien. In *The Power of Movement in Plants* toont de oudere Charles Darwin zijn passie voor de zintuiglijke kwaliteiten van planten. Hij ontfermt zich over fototropisme (beweging naar het licht) en andere beweeglijke activiteiten in het plantenrijk (www.gutenberg.org/ebooks/5605). Samen met zijn zoon Francis wijdt Charles zich aan talrijke experimenten die vooral wortel en kiemwortel betreffen. Hij gaat ervan uit dat wortels niet enkel planten voeden, maar tevens zintuiglijke organen zijn om licht, vochtigheid, zwaartekracht en druk te bepalen en op basis daarvan een gunstig traject voor de wortelgroei uitstippelen. Zijn aandacht gaat vooral uit naar het uiteinde van de kiemwortel. Darwin stelt voor om een plant te bekijken als een omgekeerd dier, met ondergrondse zintuigen, een ondergronds “brein” en bovengrondse seksuele organen. Alleen al omwille van de benaming “wortel-brein” blijft Darwin's hypothese jarenlang – en voor sommigen nog steeds – een controversiële benadering. Desalniettemin toont hedendaags onderzoek bijvoorbeeld aan dat het uiteinde van een wortel op een helling actief, als een kruipende worm, op zoek gaat naar een zwakke plek in het substraat. Tenminste wanneer er een wortelkapje aanwezig is. Zonder wortelkapje groeien wortels in een rechte lijn, zonder de helling te betasten (Baluška et al. 2009).

Screenen en integreren van milieu-parameters

Recente ontwikkelingen in de moleculaire biologie, celbiologie, fysiologie en ecologie bevestigen het beeld van planten als gevoelige en communicatieve wezens, gekarakteriseerd door een actief, probleemoplossend gedrag. Zo wordt hun zintuiglijke rol bevestigd door wetenschappers die stellen dat plantenwortels in staat zijn om een

twintigtal milieuparameters te screenen, waaronder bodemvolume, stikstofgehalte, fosforgehalte, zoutgehalte en de aanwezigheid van gifstoffen. Ook chemische signalen van naburige planten en micro-organismen worden opgevangen. Bovendien kunnen wortels nagaan of naburige wortels tot dezelfde plant, dezelfde soort of een andere soort behoren. Na de screening volgt een integratie van de waarnemingen opdat planten zich zouden kunnen aanpassen aan hun omgeving. Zo is er sprake van een zintuiglijke perceptie die leidt tot aangepast gedrag en het nemen van “intelligente” beslissingen. Een dergelijke visie op planten wordt echter nog altijd betwist. Zo blijven velen uitgaan van het dogma *plant grow places instead of go places*, zoals dieren doen. Niettemin vertonen zowel de organen van planten als dieren beweging en tastzin, zij het doorgaans op een andere tijdschaal en dat laatste is voor sommigen blijkbaar moeilijk te vatten (Pollan 2013).

Chemische SOS-wolken

Een concreet voorbeeld van perceptie, communicatie, aanpassing en sociaal gedrag in de plantenwereld betreft de relatie tussen acaciabomen (*Acacia* div. sp.) en een soort antilopen: de grote koedoes (*Tragelaphus strepsiceros*). In 1991 bericht een artikel in *Journal of African Zoology* over de plotse sterfte van 3000 koedoes in Zuid-Afrikaanse wildparken (Van Hoven 1991). Omdat de dode dieren geen tekenen van verwonding of parasieten vertonen, wordt hun (pens)maaginhoud geanalyseerd. Die blijkt dodelijke concentraties aan looistoffen te bevatten. Koedoes zijn nochtans gewend aan deze chemicaliën omdat ze zich vaak tevreden moeten stellen met blaadjes van acacia's die, zoals de meeste bomen, looistoffen produceren wanneer ze worden aangevreten. Als gevolg van een droge winterperiode is het foerageergedrag van koedoes in bepaalde ranches echter zo intens, dat de aangetaste bomen overgaan tot het uitstoten van etheen (= ethyleen). In ranches met lage dichtheden koedoes is er niets aan de hand. Etheen is een volatile organic compound (VOC) of vluchtige organische chemische stof die als plantenhormoon onder meer in staat is om vruchten te doen rijpen. De uitstoot van etheen door acacia's reikt tot tientallen meters ver en werkt als een soort chemische SOS-wolk, die de productie van looistoffen door naburige, niet aangevreten soortgenoten binnen de vijf tot tien minuten (!) doet opdrijven tot dodelijke concentraties. Bepaalde bomen beperken zich dus niet tot zelfverdediging, maar vertonen een zekere vorm van sociaal en communicatief gedrag, met behulp van signaalmoleculen. Slim genoeg beperken giraffen zich doorgaans tot het belagen van niet aangetaste acacia's tegen de wind in, zodat ze het effect van de etheenwolken vermijden (Hughes 1990). Een vergelijkbaar proces in de Verenigde Staten is het uitstoten van VOC's door naaldbomen als de draaiden (*Pinus contorta*) om schorskevers af te weren. Bomen die door deze kevers zijn aangetast blijken tot twintig keer meer VOC's – vooral monoterpenen – uit te stoten in vergelijking met gezonde bomen. Bepaalde onderzoekers brengen deze verhoogde uitstoot in verband

Vanonder het mos

met een soort nevel (*haze*) die de zichtbaarheid beperkt, het klimaat beïnvloedt en de menselijke gezondheid kan schaden (Hardik et al. 2012).

Parasieten als bondgenoten

In 1990 wordt vastgesteld dat maïsplanten terpenen uitstoten wanneer ze worden aangevreten door larven van de katoenuil (*Spodoptera littoralis*), een mediterrane nachtvlinder die tegenwoordig ook in Afrika en Azië voorkomt. Dergelijke VOC's lokken parasitaire wespen van de soort *Cotesia marginiventris*. Die leggen vervolgens hun eieren in de larven van de nachtvlinder, waarna de opgroeiende wespenlarven hun gastheren parasiteren. Omdat de geparasiteerde larven minder maïs eten en zich niet kunnen voortplanten kan dit fenomeen de maïsplanten beschermen en leiden tot een verhoogde zaadproductie. Uiteindelijk gaan de vlinderlarven dood. Een gelijkaardig fenomeen speelt zich ondergronds af. Wortelschade door larven van de beruchte maïswortelkever (*Diabrotica virgifera*) activeert een enzym dat zorgt voor de aanmaak van terpenen die nematoden aantrekken. Ook deze gedragen zich als fatale parasieten, waarbij de keverlarven van binnenuit worden gedood (Degenhardt 2009).

Ondergronds internet van zwamdraden

De wortels van de meeste landplanten hebben contact met zwamdraden (*mycelia*) van fungi, die de plant mineralen, water en bescherming tegen pathogenen bezorgen in ruil voor suikers. Een verschijnsel dat bekend is als *mycorrhiza*. Suikers stellen fungi in staat tot het uitbouwen van soms gigantische netwerken van *mycelia*, die instaan voor een transport van water en voedsel. Recent werd aangetoond dat deze ondergrondse structuren ook kunnen dienen als kanalen voor uitwisseling van informatie tussen "aangekoppelde" planten. Ook wanneer deze tot verschillende soorten behoren (Simard & Dural 2004). Daardoor kunnen bomen en andere planten elkaar relatief snel waarschuwen, zoals in het geval van een aanval door bladluizen. Zo'n bedreiging veroorzaakt de productie van VOC's zoals methylsalicylzuur, waardoor planten bladluizen kunnen afweren en hun parasitoïde vijanden (= dodelijke parasieten) aantrekken. Bij niet door bladluizen aangetaste planten kunnen dergelijke effecten enkel optreden wanneer ze door zwamdraden verbonden zijn met de wel aangetaste. Dit ondergrondse netwerk stelt naburige planten in staat om verdedigingsmechanismen te ontplooiën vooraleer er een aanval plaatsvindt. Netwerken van zwamdraden kunnen bijgevolg fungeren als een soort internet dat zowel het gedrag van planteneters als hun vijanden kan beïnvloeden door middel van een snelle en efficiënte communicatie (Babikova et al. 2013). Dezelfde netwerken kunnen ook de vestiging van zaailingen vergemakkelijken (Van Der Heijden 2004) en de samenstelling van plantengemeenschappen beïnvloeden (Van Der Heijden & Horton 2009).

Magnetische velden

Planten blijken ook in staat om magnetische velden aan te voelen. Het geomagnetische veld (GMV), dat het gevolg is van turbulentie in de vloeibare metalen in de buitenste kern van de aarde, is daarom een onvermijdbare milieufactor voor planten. Het GMV beschermt de aarde tegen schadelijke *solar winds*, maar beïnvloedt tevens biologische processen zoals kieming, bloei, fotosynthese en de migratie van vogels. Het GMV verandert in de loop van de evolutie en zorgt daarbij voor stressfactoren die bijgedragen tot soortvorming en uitsterving. De toename van hoge-energie-deeltjes tijdens het omkeren van de polen kan mogelijk zelfs bijdragen tot massaal uitsterven. Aan de andere kant is recent aangetoond dat perioden van normale polariteit – zoals de huidige – overlappen met het verschijnen van de meeste families van bedektzadigen, waartoe de loofbomen behoren. Om onweerlegbaar te bewijzen dat het aanvoelen van magnetische velden een drijvende kracht is voor de evolutie zijn evenwel meer experimenten nodig. Zoals onderzoek naar het effect van "omkeringen" op bepaalde genen van planten. Dergelijk labo-onderzoek is momenteel *cutting edge science*. Het verband tussen magnetische velden en talrijke invloeden daarvan op planten staat evenwel buiten kijf (Occhipinti et al. 2014).

Doorgeven van levenservaring

Genetici hebben dikwijls tot hun verbazing vastgesteld dat planten meer genen bezitten dan dieren. In het licht van het voorgaande is dat niet verwonderlijk. Het leven en overleven van planten hangt in belangrijke mate af van talrijke, soms complexe signaalmoleculen en giftige stoffen, die ook wel secundaire metabolieten worden genoemd (in tegenstelling tot de "primaire" vetten, suikers en eiwitten). Het vermogen van planten om signaal- en afweerstoffen te produceren is ten dele erfelijk. Maar er is meer aan de hand. In 1999 deed een team van biologen onder leiding van Ralph Tollrian een opmerkelijke ontdekking. In *Nature* wordt beschreven hoe radijsplanten worden blootgesteld aan hun natuurlijke vijanden. Zoals verwacht, reageren de radijsjes door grotere hoeveelheden van de gifstof glucosinolaat aan te maken. Maar daarbij blijft het niet. Nakomelingen van gestresseerde planten produceren eveneens grotere hoeveelheden gif. Ook zonder belagers in de buurt (Anurag et al. 1999). Dat is voor de meeste evolutiebiologen even slikken. Tijdens het leven aangeleerde eigenschappen via de voortplanting doorgeven aan het nageslacht is volgens het klassieke darwinisme immers onmogelijk. Zoals een violiste wiens kindje als violist ter wereld komt. Dit doet denken aan de ideeën van Jean-Baptiste Lamarck en aan giraffen die een lange nek hebben omdat ze die generatie na generatie verder hebben uitgerekt om bij de hoogste blaadjes van een boom te kunnen komen. Vooral inzichten in de moleculaire genetica en de conclusie dat evolutie het gevolg is van toevallige veranderingen in het DNA, die soms een voordeel

kunnen opleveren maar niet worden beïnvloed door de omgeving, betekenden de doodsteek voor het lamarckisme. Maar hoe zit het dan met de radijzen van Tollrian? Ondertussen is duidelijk geworden dat het aan- of uitschakelen van de activiteit van genen kan worden doorgegeven aan het nageslacht zonder dat daarbij de DNA-code verandert. De overerfbare positie van bepaalde moleculen rondom het DNA (methylgroepen, nucleosomen) bepalen welke delen actief zijn. Dit heet epigenetische informatie. Deze evolueert sneller dan het meer stabiele DNA en kan worden beïnvloed door de omgeving waarin een plant of dier opgroeit. Op die manier kan overerfbare informatie veranderen in een reactie op de omgeving en de heersende selectieve druk. Zo kunnen genen die verantwoordelijk

zijn voor de productie van glucosinolaat in radijsjes worden aangezet en doorgegeven aan een volgende generatie. (Verstrepen 2008). Lamarck gniffelt ongetwijfeld vanuit zijn graf. Vanwege het beknopte karakter van elke Vanonder het Mos zijn, in weerwil van het voorgaande, niet alle eigenschappen van slimme en gevoelige planten, waaronder hun reactie op muziek, in deze bijdrage aan bod gekomen. Maar wat niet is, kan nog komen.

Meer info: hans@miradal.com

Referenties

www.bosplus.be > Kenniscentrum > Publicaties > Bosrevue