

Superverzuring niet in blauwe petunia

■ PLANTFYSIOLOGIE

Door Jeroen Scharroo

De blauwe kleur van sommige petuniamutanten is te verklaren doordat de vacuoles in de bloembladeren minder zuur zijn dan normaal. In *Cell Reports* van 16 januari beschrijven Nederlandse en Italiaanse onderzoekers een nieuw ontdekte protonenpomp, die in blauwe petunia's niet meer functioneert. Vacuoles nemen het grootste deel van het volume van plantencellen in, licht onderzoeksleider Francesca Quattrocchio van de Vrije Universiteit toe. Kleine pH-verschillen tussen deze met vocht gevulde blaasjes en de rest van de cel zijn normaal. Soms zijn de verschillen echter groter. Quattrocchio: 'Citroenen zijn daar een bekend voorbeeld van.' Maar ook bij bloembladeren komt het verschijnsel voor, vervolgt ze. 'De pH is

dan 5 in plaats van 6. dat noemen we superverzuring. Het is heel interessant om te kijken naar de protonenpomp die daarvoor zorgen, want dat is een proces dat veel energie kost.'

Ze vergelijkt het volpompen van een vacuole met positieve waterstofionen – verantwoordelijk voor de verzuring van de inhoud – met het opladen van een batterij. 'In het begin gaat dat heel makkelijk, maar als de batterij bijna vol is gaat het veel langzamer doordat er veel meer energie voor nodig is.

'Vijf jaar geleden hebben we in een *Nature Cell Biology*-publicatie een enkel-eiwitprotonenpomp beschreven die betrokken is bij verzuring van de vacuoles. Deze pomp hebben we PH5 genoemd, het was de eerste pomp van deze soort op een vacuole. Maar als we die pomp in zijn eentje actief maakten in andere weefsels van de

plant, blad bijvoorbeeld, bleef superverzuring uit. Er miste dus nog wat.' Dat missende onderdeel bleek een tweede pomp gecodeerd door het gen *PH1*. Deze pomp was tot dusverre alleen bekend uit bacteriën en is nu dus voor het eerst aangetoond in een eukaryoot. PH1 zelf pompt geen pro-

'Het opstapelen van tannines in druiven is alleen mogelijk in vacuoles met een hele lage pH'

tonen, ontdekten de onderzoekers, maar versterkt de werking van de eerder ontdekte PH5-pomp, waardoor uiteindelijk superverzuring kan plaatsvinden. In bloembladen van petuniamutanten waarbij deze verzuring niet plaatsvindt, kleuren de aanwezige pH-gevoelige anthocy-

anen blauw in plaats van rood of paars.

Wetenschappers hebben deze protonenpomp lange tijd over het hoofd gezien doordat ze niet voorkomen in modelplant *Arabidopsis*, vertelt Quattrocchio. 'Maar we hebben ze nu ook aangetoond in andere gewassen, bijvoorbeeld druiven, die zijn ook vreselijk zuur.' De vinding is daardoor ook economisch interessant, vervolgt ze. 'Tannine is een belangrijke smaakstof in wijn, en het opstapelen van tannines in druiven is alleen mogelijk in vacuoles met een hele lage pH.' Ook siergewassenveredelaars hebben interesse getoond in het werk. 'Blauwe bloemen zijn zeldzaam, de blauwe roos is een soort heilige graal. Veredelaars zijn bezig met kruisen voor blauwere bloemen; nu we dit mechanisme kennen weten we ook precies wat ze daarbij in de gaten moeten houden.'

Vezelrijk dieet tegen astma

Een vezelrijk dieet vermindert de ernst van allergische luchtwegaandoeningen, inclusief die van astma. Dat tonen Zwitserse onderzoekers aan in muizen (*Nature Medicine*, 5 januari).

De laatste decennia is het aantal nieuwe gevallen van astma toegenomen, terwijl de inname van voedingsvezels is afgenomen. Muizen met een laagvezelig dieet ontwikkelden meer longinflammatie als reactie op allergenen dan muizen met een dieet rijk aan vezels en pectine. De vezels veranderen de samenstelling van de darmflora. Bacteriën verwerken de vezels en scheiden een metabool uit in het bloed die de ontwikkeling van immuuncellen elders in het lichaam beïnvloedt. Hierdoor blijft de ontstekingsreactie die normaal gesproken bij een allergische reactie ontstaat uit.

Tweede betekenis dna ontdekt

Genomen bevatten naast een code voor aminozuren ook een regulerende code voor eiwitten die binden aan het dna om transcriptie te reguleren. Dat schrijven Amerikaanse onderzoekers op 13 december in *Science*.

De Amerikanen brachten in 81 celtypes met behulp van desoxyribonuclease-I-footprinting de binding van transcriptiefactoren op het hele menselijke genoom in kaart. Daaruit volgde dat ongeveer 15 procent van de codons ook als transcriptiefactor fungeert; de Amerikanen dopen deze *dual-use codons* ofwel duonen. Ze stellen dat de vondst van duonen geheel nieuwe inzichten kan bieden in de interpretatie van dna, bijvoorbeeld in de zoektocht naar het ontstaan van erfelijke ziekten.

Wolvengeur verandert gedrag edelhert

De geur van verse wolvenkeutels is genoeg om in het bos levende edelherten hun gedrag drastisch te laten aanpassen. Als ze deze geur opvangen vermindert hun foerageergedrag met een kwart en verdubbelt hun alertheid. Wilde zwijnen, die geen belangrijke prooi zijn voor wolven, laten deze gedragsveranderingen niet zien. Dit blijkt uit onderzoek met camera's die Poolse en Nederlandse onderzoekers deden in het Białowieża-oerbos (*Plos One*, 3 januari online). Dat edelherten reageren op predatorgeuren was reeds bekend, maar dat het effect zo groot is niet.

Veel kennis over wolf-hert-interacties komt uit het Amerikaanse Yellowstonepark met een tamelijk open landschap. In gesloten bossystemen creëren vooral geuren, en niet zicht, de angst voor predatoren, menen de onderzoekers.

Micro-organismen op biomarkt

■ GEDRAGSBIOLOGIE

Door Jeroen Scharroo

Micro-organismen die mutualistische relaties aangaan, passen vaak slimme economische marktstrategieën toe. Dat betoogt een internationale groep wetenschappers in een perspectief in *PNAS* (13 januari online).

Markttheorie is niet nieuw binnen de biologie, licht eerste auteur Gijbert Werner van de Vrije Universiteit toe, al was het onderzoek hierin aanvankelijk vooral gericht op samenwerking binnen soorten. Daarna breidde het zich uit tot andere samenwerkingen, en ruim twee jaar geleden liet Werners begeleider en laatste auteur van het *PNAS*-artikel Toby Kiers als eerste zien dat mutualistische relaties tussen plantenwortels en mycorrhizale schimmels in economische termen geanalyseerd kan worden. Op een workshop in Leiden, twee jaar geleden, boog een aantal wetenschappers zich verder over het thema en besloot voorbeelden te gaan inventariseren. In hun nu verschenen perspectief presenteren ze vijf kenmerken waaraan volgens hen biologische markten moeten voldoen, van uitruil van goederen tot keuzemogelijkheid in handelspartners, prijsverschillen en variatie in vraag en aanbod. De grote vraag is in hoeverre allerlei mutualistische relaties van micro-organismen daaraan voldoen, erkent Werner. 'Dat zal moeten blijken. Ons doel is nu vooral mensen door deze bril naar mutualisme te laten kijken.' Daarvoor stelden Werner en collega's alvast zes microbiële marktstrategieën op (zie kader). Als voorbeeld haalt hij de keuze tussen diversificatie en specialisatie aan. 'Vergelijk het met winkels die maar één product verkopen, en winkels met een heel divers aanbod. Dat laatste zie je bij microben die leven op bladsnijdermieren met schimmeltuintjes. Ze



De erwtenluis is afhankelijk geworden van zijn symbiont, een *Buchnera*-bacterie, die de cysteïnegenen heeft overgenomen.

krijgen voedingsstoffen en onderdak, en in ruil produceren ze antibiotica die de tuintjes schoonhouden. Maar recent is gebleken dat de antibiotica ook schimmels op de mieren zelf tegenhouden.' Deze dubbele dienst, beschrijven de onderzoekers, kan de mieren aanzetten de bacteriegemeenschappen ook te onderhouden in afwezigheid van specifieke

parasitaire dreiging of directe immuunuitdagingen. De marktbenadering kan een belangrijke bijdrage leveren aan het opstellen van nieuwe experimentele vragen en hypothesen, concluderen de *PNAS*-auteurs. Werner zelf meldt al experimenten ingericht te hebben met de benadering. 'We zijn bezig met het manipuleren van omge-

Zes microbiële marktstrategieën

1. Vermijd slechte handelspartners: ook micro-organismen krijgen te maken met valsspelers
2. Smeed lokale zakelijke banden: met name belangrijk voor wie zich moeilijk kan verplaatsen
3. Diversificeer of specialiseer: spreid de risico's, of ga voor de laagste kostprijs
4. Word onmisbaar: vraag de hoogste prijs voor het product
5. Spaar voor magere tijden: de prijs voor de goederen kan nog stijgen
6. Elimineer de concurrentie: vergroot grip op de markt

vingsomstandigheden in de samenwerking tussen mycorrhizale schimmels en planten. Die wisselen fosfor en koolstof uit; wij kijken wat er gebeurt als we bijvoorbeeld meer fosfor in de bodem brengen, of meer CO₂ in de lucht.' In dat laatste geval, legt hij uit, wordt koolstof relatief goedkoop voor de plant. 'We gaan testen of hij dan bijvoorbeeld minder kieskeurig zijn partners uitzoekt, omdat hij toch voldoende resources heeft.' In de publicatie benadrukken de auteurs dat de deelname van micro-organismen aan mutualistische relaties nogmaals laat zien dat daar niet altijd cognitieve voor nodig is. Werner: 'Dat idee is zeker niet nieuw, maar mensen vergeten nogal eens dat alleen op basis van fysiologische processen ook marktdynamiek kan ontstaan. We hebben het hier over ruilmarkten, dus je kan lang niet met alle economische processen parallelen trekken. Maar in de economische literatuur is ook debat over de rol van de rationele mens. Dit soort studies kan wellicht ook verklaringen bieden voor dat veld.'