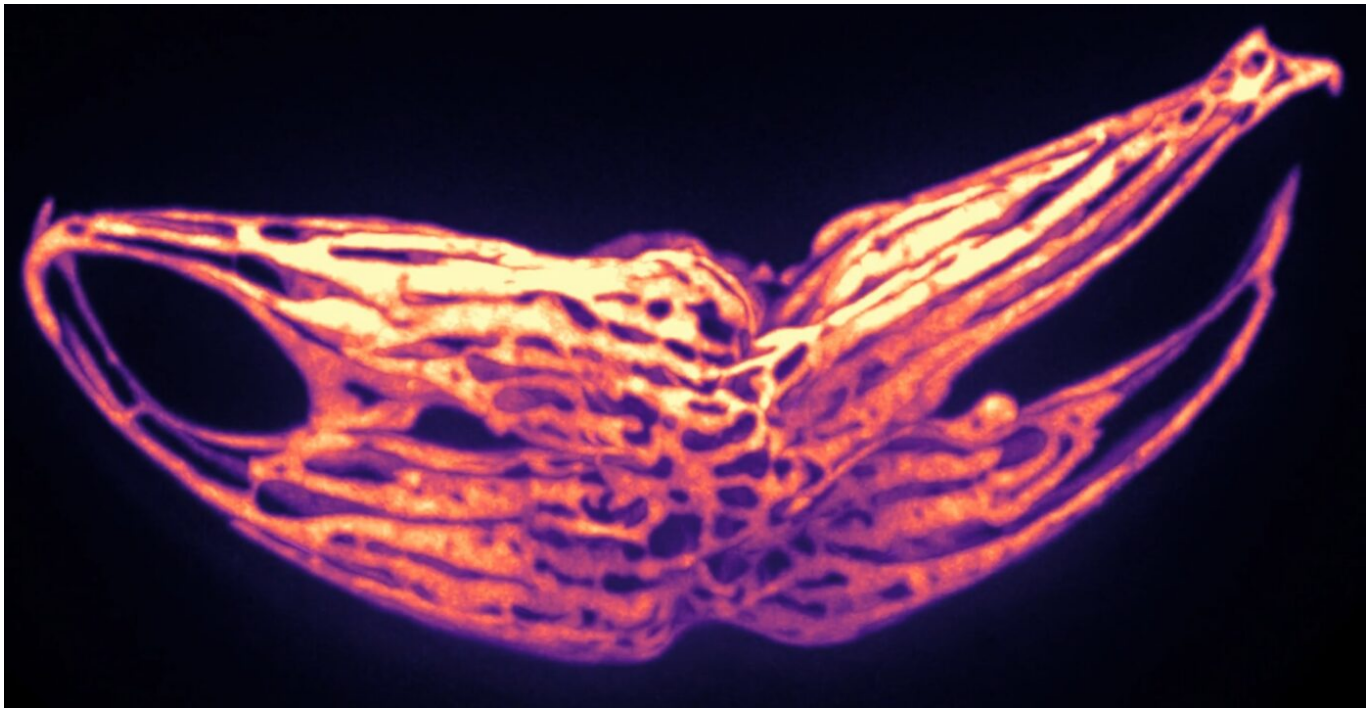
De siësta van de solo-cel

Te veel van het goede is helemaal niet goed. Levende organismen houden van zonlicht – ze hebben het zelfs nodig om in leven te blijven – maar ze vermijden licht dat té fel is. Dieren gaan naar hun schuilplaats, mensen houden een siësta, zelfs planten hebben mechanismen om een overdosis licht te vermijden. Maar hoe gaan niet-bewegende eencellige organismen om met te intens licht? Onderzoekers van de Universiteit van Amsterdam hebben het verrassende antwoord ontdekt.



Het chloroplastnetwerk van Pyrocystis lunula in uitgerekte vorm, zoals vastgelegd door de onderzoekers.

Fel licht vermijden

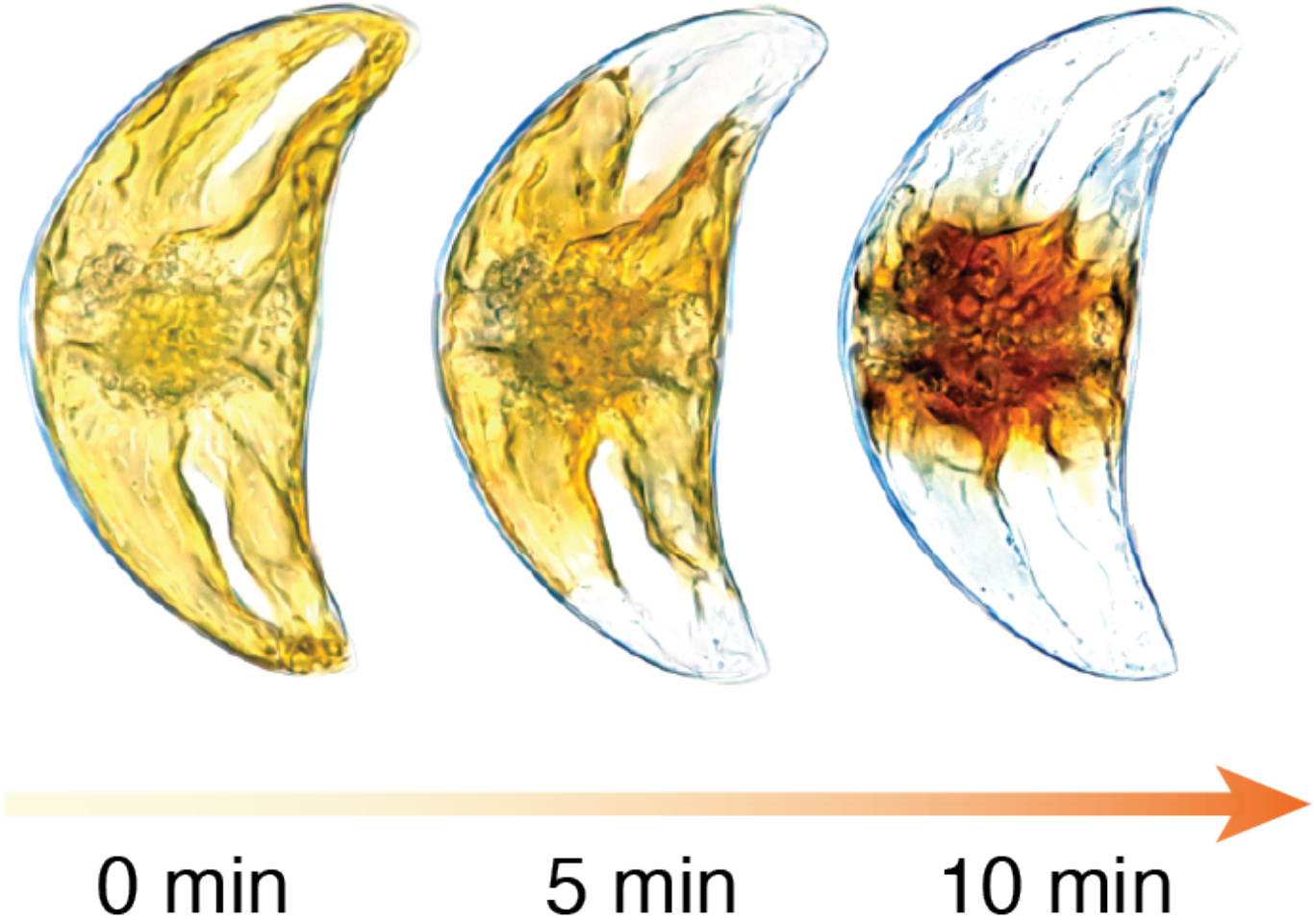
De volledige wetenschappelijke naam: *Pyrocystis lunula*. Velen hebben waarschijnlijk nog nooit van deze eencellige alg gehoord, maar zeelieden en vissers kennen het effect ervan maar al te goed: de *P. lunula*-alg is het organisme dat de zee van tijd tot tijd blauw doet oplichten. *P. lunula* is een voorbeeld van een dinoflagellaat – een eencellig organisme dat

niet zelfstandig kan bewegen. De belangrijkste energiebron van de alg is zonlicht: net als planten gebruikt de eencellige een structuur die bekendstaat als chloroplast om energie uit zonlicht om te zetten in bruikbare, chemische energie.

De planten om ons heen gebruiken een slimme strategie wanneer ze worden blootgesteld aan te fel licht: hun chloroplasten herschikken zich binnen hun cellen en bedekken elkaar collectief, op zo'n manier dat alleen de benodigde hoeveelheid licht wordt geabsorbeerd en schade aan de cellen wordt voorkomen. *P. lunula* kan diezelfde strategie niet gebruiken: de chloroplasten vormen een complex netwerk, en dus is een andere vorm van beweging nodig om fel licht te vermijden. Bovendien kan de alg niet gemakkelijk uit het licht weg bewegen, zoals dieren en mensen dat kunnen. Hoe deze organismen er toch in slagen om met overmatige hoeveelheden licht om te gaan, was een wetenschappelijk mysterie. Een mysterie dat nu is opgelost.

Een flexibele chloroplast

Biofysici Nico Schramma, Gloria Casas Canales en Maziyar Jalaal bedachten een slimme manier om te bestuderen wat er precies gebeurt met de chloroplast van *P. lunula* wanneer die wordt blootgesteld aan licht. Door de microscoop maakten ze filmpjes van de cel en zijn chloroplast, en fitten vervolgens met behulp van computeralgoritmen een netwerk van knooppunten en lijnen aan de complexe vorm. Door dit te doen onder omstandigheden van veranderende lichtkleur en -intensiteit, konden ze precies volgen wat de chloroplast van de cel deed.



Wanneer de cel aan fel licht wordt blootgesteld, krimpt de chloroplast snel en in alle richtingen.

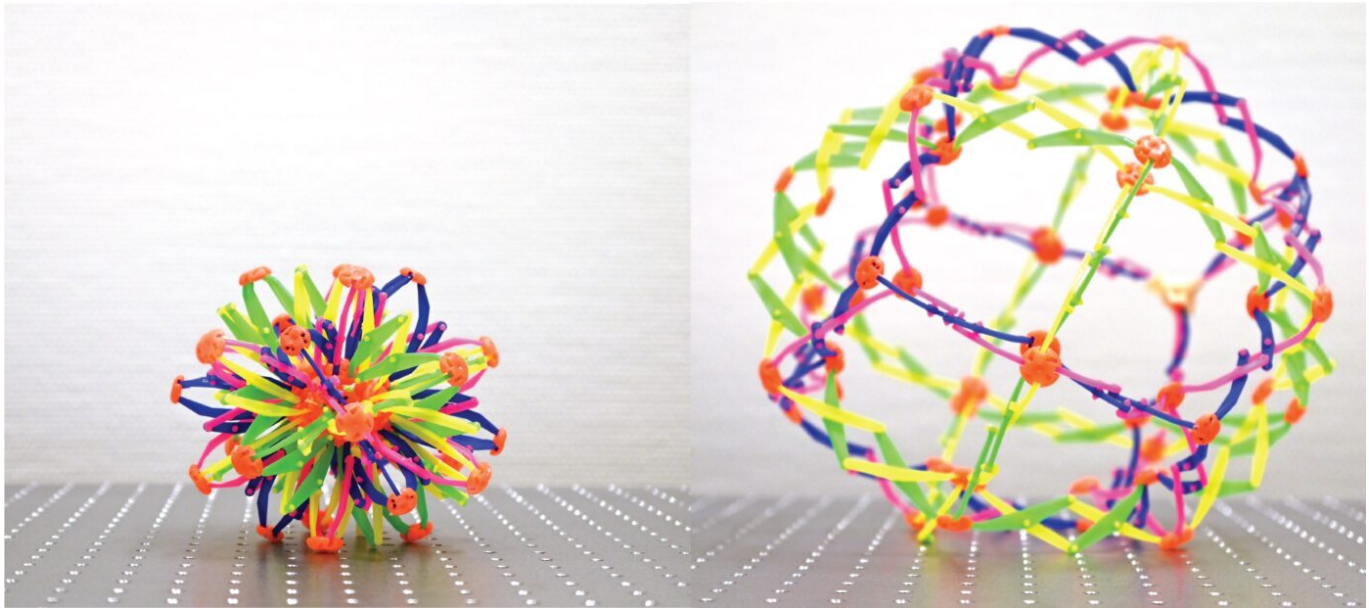
Wat de onderzoekers ontdekten was dat de chloroplast, hoewel die niet kan ontsnappen aan intens licht, het effect ervan kan minimaliseren door te krimpen. Na blootstelling aan fel wit licht – in feite het licht van een zonnige middag – kromp de chloroplast van de cel ineen tot een balletje, waardoor de grootte binnen vijf minuten met ongeveer 40% afnam. Nadat de lichtomstandigheden waren aangepast naar zwak rood licht, keerde de chloroplast binnen een half uur terug naar zijn oorspronkelijke grootte en vorm.

De structuur die de chloroplast in staat stelt om deze noodzakelijke veranderingen te maken, bleek een netwerk van dunne filamenten. Samen vormen deze filamenten een materiaal dat gemakkelijk in alle richtingen kan samentrekken en uitzetten. Het belangrijkste daarbij is ‘in alle richtingen’: de meeste structuren die we in de natuur vinden, hebben die eigenschap niet. Stap op een citroen, en hoewel de hoogte ervan dramatisch afneemt, zal de grootte in

de andere richtingen toenemen, waardoor de vrucht verandert in een platte schijf die nog steeds een aanzienlijk oppervlak heeft. *P. lunula* weet dit natuurlijke gedrag te vermijden.

Een Hoberman-bal in de natuur

De structuur die het mogelijk maakt dat de chloroplast in alle richtingen kleiner wordt, lijkt enigszins op die van een Hoberman-bal – een ontwerp dat in 1988 door Chuck Hoberman werd gepatenteerd en die wordt gebruikt in populair kinderspeelgoed. De gelijkenis verbindt het onderzoek van de natuurkundigen niet alleen met de biologie, maar ook met de wiskunde – preciezer gezegd, de tak van de wiskunde die bekendstaat als topologie – en met materiaalontwerp: in het lab gemaakte materialen die precies de verrassende eigenschappen hebben die de Hoberman-bal en de chloroplast van *P. lunula* vertonen, zijn de laatste tijd intensief bestudeerd met allerlei toepassingen in gedachten – bijvoorbeeld als ‘slimme materialen’ die hun eigenschappen aanzienlijk veranderen als ze externe stimuli ervaren. Verrassend genoeg blijken de slimme oplossingen die ingenieurs en natuurkundigen in het lab bedenken, ook in de levende natuur te bestaan.



Een Hoberman-bal in compacte en in uitgerekte vorm. Afbeelding: Nico Schramma.

Wanneer één wetenschappelijke vraag wordt beantwoord, volgen er soms vele andere antwoorden en ontdekkingen. Dit kan heel goed het geval zijn voor de vraag hoe *P. lunula* en andere dinoflagellaten erin slagen om fel licht te vermijden. Het antwoord vertelt ons niet alleen meer over dit kleine eencellige organisme dat de zee af en toe blauw doet oplichten, het leert ons ook iets over structuren in de natuur, over hoe ze ingewikkelde wiskunde

toepassen, en het leert ons waardevolle lessen die we kunnen gebruiken bij het ontwerpen van onze eigen nieuwe materialen.

Publicatie

Light-regulated chloroplast morphodynamics in a single-celled dinoflagellate, Nico Schramma, Gloria Casas Canales en Maziyar Jalaal. Proceedings of the National Academy of Sciences **121** (47) e2411725121, 2024. DOI: pnas.2411725121.

Aanvullend videomateriaal is te vinden op de fluidlab.nl-website.