

De kleuren van bloemen en insecten doorgronden

Interview met Casper van der Kooi

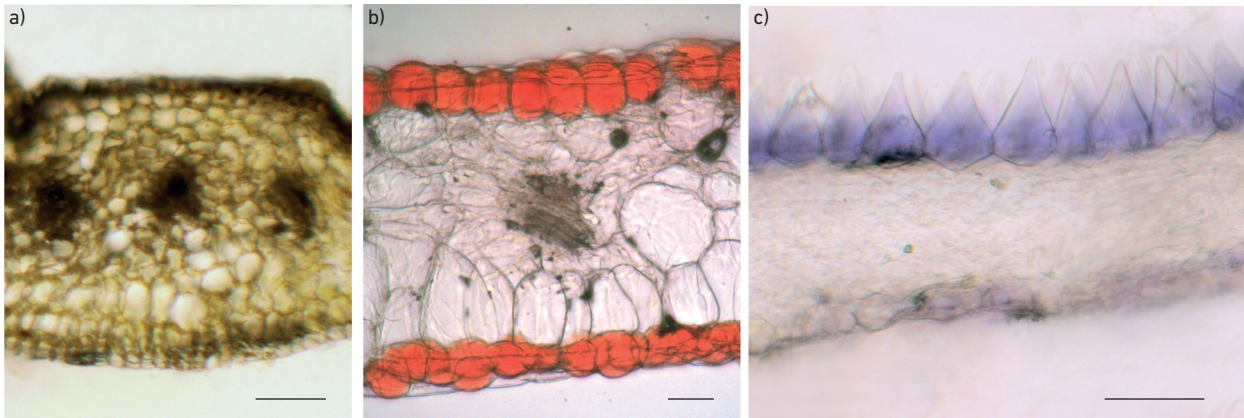
Casper van der Kooi, universitair docent aan de Rijksuniversiteit Groningen, ontving op 27 september de Heineken Young Scientists Award in het domein Natural Sciences. In een interview vertelt hij over zijn onderzoek naar onder andere bloemkleuren dat ligt op het snijvlak van biologie en natuurkunde.

Casper van der Kooi (1990) was altijd erg geïnteresseerd in dieren en ging daarom biologie studeren in Groningen. Tijdens zijn master kwam hij in aanraking met het onderzoek van hoogleraar natuurkunde Doekele Stavenga en hoogleraar ecofysiologie van planten Theo Elzenga. Stavenga keek met optische technieken (spectroscopie, microscopie, fotografie en optische modellen) naar de kleuren van insecten (zoals vlindervleugels) en samen met Elzenga kwam hij op het idee om met die technieken ook naar de kleuren van bloemen te kijken. Van der Kooi: “Biologen kijken meer naar de pigmenten van bloemen en hoe die gemaakt worden. Er zijn weinig mensen die op een natuurkundige manier naar bloemkleur kijken.” Zo ging Van der Kooi onderzoek doen naar bloemen, iets wat uiteindelijk ook resulteerde in een promotie. Met behulp van de apparatuur van Stavenga bestudeerde hij de structuur van bloemen die naast de pigmenten voor een groot deel verantwoordelijk is voor hoe insecten een bloem zien. De interne structuur van de plant bepaalt namelijk hoe het licht dat op de bloem valt weerkaatst wordt. “Tot dan toe keek men vooral naar de filtering van pigmenten. Ook heel belangrijk, maar we wilden ook weten hoeveel licht een bloem weerkaatst. En welk onderdeel van de bloem is daarvoor verantwoordelijk? In een figuur uit een artikel uit 2016 [1] zijn drie doorsnedes van bloemblaadjes te zien (zie figuur 1). Die laten mooi zien hoe wij in ons onderzoek naar bloemen kijken. Hoe dik is de bloem? Wat voor cellen zitten erin? Waar zit het pigment? Wat zijn de oppervlaktestructuren? Zit er zetmeel in en zo ja, waar zit het? We kijken naar bloemen als een stapeling van lagen met elk hun optische eigenschappen. Dat tezamen maakt het visuele signaal.” Van der Kooi bekijkt dat vanuit de bloembestuiers: hoe zien zij de kleuren? De uiteindelijke vraag is hoe de bloemkleuren geëvolueerd zijn zodat de bestuiers ze goed kunnen zien.

Zo zie je bijvoorbeeld bij de pronkboon (figuur 1b) dat het rode pigment in de buitenste cellen zit. Het licht gaat daar doorheen en wordt bij iedere overgang van celstructuur voor een deel weerkaatst. “Daardoor krijg je een sterkere kleur. Dat weten schilders ook. Zij gebruiken een grondlaag die goed reflecteert en daar bovenop een kleur.” Bij de teunisbloem in figuur 1a zie je dat het pigment juist weer door de hele bloem zit. Verder variëren ook de dikte van de bloemblaadjes en de vorm van de cellen. Veel bloemen hebben kegelvormige pigmentcellen zoals het blauwklokje in figuur 1c. Die werken als een soort Lambertiaanse reflector en verstrooien het door de cellen eronder weerkaatste licht perfect alle kanten op.

Glimmende bloemen

Na zijn promotie in Groningen volgde een onderzoekperiode in Lausanne waar Van der Kooi onderzoek deed naar de evolutie van insecten. Vervolgens kwam hij in 2018 terug naar Nederland met een Veni-subsidie en in 2022 ging hij voor anderhalf jaar naar Würzburg als Humboldt Fellow waar hij veel gedragsexperimenten deed met hommels. Dit was om te testen wat hommels zien van bloemen en waar ze op af komen. Hiervoor gebuikte hij platte schijfjes in verschillende kleuren die bloemblaadjes nabootsen. “Een van de dingen waar we naar hebben gekeken was wat er gebeurt als een bloem glimt. Wat doet dat met de zichtbaarheid? Sommige bloemen glimmen heel erg, zoals een boterbloem. Voor ons mensen trekt iets dat glimt heel erg de aandacht, net als een sierraad. Maar geldt dat ook voor hommels?” Het lijkt erop dat de hommels de glimmende bloemschijven van een afstandje beter zien. Maar op korte afstand is het voor hen moeilijker om kleuren te onderscheiden als ze glimmen. “Bijen zien minder scherp dan wij. Dus de glans kan de zichtbaarheid dan belemmeren.



Figuur 1. Locatie van pigmenten in bloemblaadjes. Microscoopnamen van: a) *Oenothera biennis*, teunisbloem b) *Phaseolus coccineus*, pronkboon c) *Browallia americana*, blauwklokje. Schaalbalk: 50 micrometer. Figuur uit [1].

De vraag is dus waarom er bloemen zijn die door hommels bestoven worden die wel glimmend zijn? Waarschijnlijk biedt dat de bloem weer een ander voordeel, bijvoorbeeld bij de temperatuurhuishouding.”

Bloemen glimmen trouwens doordat de bovenste cellaag werkt als een optische dunne film [2]. De buitenste laag van een boterbloem is heel vlak en glad waardoor die een beetje spiegelt. Onder de eerste zeer dunne laag cellen zit een luchtlag, waardoor je optische interferentie krijgt, net als bij een zeepbel of een laagje olie op water.

Orchideeën en vlinders

Sinds eind vorig jaar werkt Van der Kooi weer in Groningen waar hij zijn eigen groep heeft. Een groot deel van het onderzoek gaat over de kleuren van bloemen. Zo kijken ze bijvoorbeeld naar ophrys-orchideeën die insecten lokken doordat hun bloemen lijken op vrouwtjesinsecten. Dit heet seksuele mimicry. Er zijn ophrys-soorten die lijken op bijen en andere die lijken op wespen. “Daar zitten allerlei verschillende structuren in. Een deel is harig en mat en het deel dat op de vleugels lijkt is juist weer heel glimmend. Wij onderzoeken hoe ze kleuren en structuren maken die zo veel op zo’n insect lijken.”

Ook is er een promovendus in Van der Kooi’s groep die kijkt naar de kleuren van morpho-vlinders. Deze vlinders hebben geen pigment, de kleur die je waarneemt wordt volledig veroorzaakt door de structuur. “De vleugels bestaan uit schubjes die als minidakpannetjes over elkaar liggen. Die schubjes bestaan weer uit allerlei optische multilagen die ook weer deels over elkaar liggen. Sommige zijn gekromd en sommige hebben ribbels. We onderzoeken hoe al die optische effecten bijdragen aan de flitsende kleuren die ze gebruiken om partners aan te trekken.”

Verder doet de groep van Van der Kooi ook onderzoek naar landbouwgewassen. Wat gebeurt er bijvoorbeeld met bloemen als de plant tijdens de ontwikkeling niet genoeg voedingsstoffen en/of water krijgt.

Heineken Young Scientists Award

Van der Kooi is erg blij met de Heineken Young Scientists Award. Met het bijbehorende prijzengeld van 15.000 euro dat hij vrij mag besteden wil hij onder andere exploratief onderzoek doen. Zo doen ze binnen zijn groep onderzoek aan kevers in het Middellandse Zeegebied die rode bloemen bezoeken en deze ook echt kunnen zien. “Dat is vrij bijzonder, want de meeste insecten kunnen rood niet zien. Met het geld kunnen we daar heen en ze observeren. We willen daar de komende jaren onderzoek aan doen en voor het schrijven van een goede subsidieaanvraag is het handig om al wat ervaring te hebben.”

Naast zijn onderzoek is Van der Kooi ook nog bezig met een kinderboek over plantenevolutie, samen met zijn broer die kunstenaar is en de illustraties maakt. “Er zijn heel veel kinderboeken over aaibare dieren, maar er is over planten ook zo veel moois te vertellen.”

REFERENTIES

- 1 Casper J. van der Kooi, J. Theo M. Elzenga, Marten Staal en Doekele G. Stavenga, *How to colour a flower: on the optical principles of flower coloration*, *Proceedings of the Royal Society B* **283**, 20160429 (2016).
- 2 Casper J van der Kooi, J Theo M Elzenga, Jan Dijksterhuis en Doekele G Stavenga, *Functional optics of glossy buttercup flowers*, *Journal of the Royal Society Interface* **14**, 27 (2017).

HEINEKEN YOUNG SCIENTISTS AWARDS

Om jong wetenschappelijk talent te eren voor hun uitstekende prestaties, heeft Charlene de Carvalho-Heineken in 2010 de Heineken Young Scientists Awards in het leven geroepen. Sindsdien wordt de prijs elke twee jaar toegekend aan vier veelbelovende jonge onderzoekers, verbonden aan een Nederlandse universiteit of onderzoeksinstituut en werkzaam binnen een van de volgende domeinen: Medical/ Biomedical Sciences, Humanities, Natural Sciences en Social Sciences. Als beloning ontvangt elke laureaat een vrij besteedbaar geldbedrag van €15.000.