

# Bestuiving



Figuur 1. Boterbloem. Pijlen geven de lichtreflectie aan via de kroonbladeren naar de voortplantingsorganen. Achtergrondfoto JetKat, inzetfoto Casper van der Kooi

## 2. Insectenbestuiving en bloemkleuren

Tekst Kees van Heemert

**Insectenbestuiving is een boeiend samenspel tussen bloemen en insecten, waarbij insecten van bloem tot bloem vliegen en stuifmeel overbrengen. Hoe is dit samenspel ooit ontstaan? De bioloog Casper van der Kooi, werkzaam bij de Rijksuniversiteit Groningen, publiceerde afgelopen jaar samen met een collega het artikel 'The origins of flowering plants and pollinators' (Van der Kooi en Ollerton, 2020).**

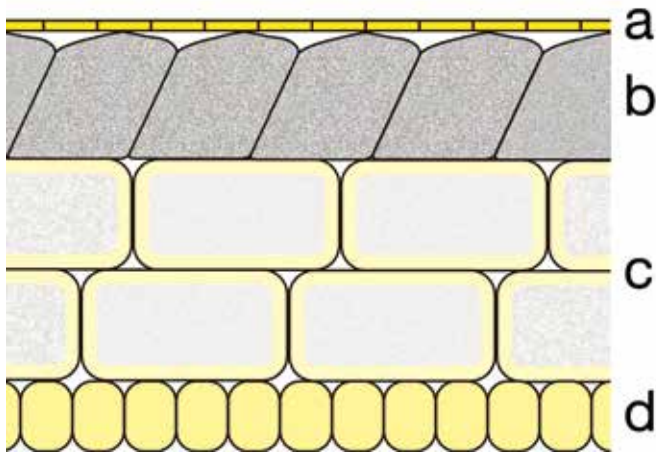
De Duitse bioloog Sprengel was een van de eerste onderzoekers die over symbiose tussen bloemen en insecten schreef. Hij ontdekte dat planten zich met behulp van bloemen en insecten geslachtelijk voortplanten en schreef over de betekenis van de honingmerken als uithangborden om bestuivende insecten de weg te wijzen naar de nectar in de bloemen. Vorig jaar verscheen een biografie (Schoonhoven, 2020), besproken in *Bijenhouden 2020-5* (van Heemert, 2020). Darwin noemde de enorme diversiteit aan bloemplanten een 'afschuwelijk mysterie', omdat hij niet begreep hoe de meer dan 300.000 soorten bloeiende planten zo snel konden evolueren. Een Zwitsers experiment toonde aan dat planten zich al na negen generaties aanpassen aan hun bestuivers (van der Scheer, 2018). De vraag houdt biologen nog steeds bezig: wanneer ontstonden de eerste bloemen en wat is hun rol bij de voortplanting van de planten? Hoe moeten we het belang van bloemkleuren en -geuren zien in relatie tot de bestuivende insecten? Waren er eerst kleurige bloemen en ontwikkelden insecten daarna kleurenzicht, of andersom? Co-evolutie in optima forma: plant en dier passen zich aan elkaar aan.

### Hoe ontstaan bloemkleuren?

Bloemkleuren manifesteren zich op twee manieren: de bloemstructuur weerkaatst en verstrooit het licht en de bloempigmenten absorberen specifieke golflengtes (selectieve absorptie) en weerkaatsen de rest (van der Kooi e.a., 2016, 2019). De verstrooiing gebeurt als het licht door de bloembladeren wordt teruggekaatst en is te verklaren door de verschillende brekingsindices van de pigmenten, luchtholten en cellen met zetmeel in de verschillende cellagen (van der Kooi e.a., 2017). De bloemkleur is zo geëvolueerd dat die kleur optimaal zichtbaar is voor de bestuiver van de bloem. Zo zijn bijenbloemen zelden helemaal rood, want bijen zien geen golflengten boven de 650 nm (rood). Ultraviolet met een golflengte kleiner dan 380 nm zien ze wel. Ook de kleuren geel en blauw vallen voor het bijenoog in het zichtbare spectrum.

### Kleur van de boterbloem als visueel signaal voor het insectenoog

De scherpe boterbloem (*Ranunculus acris*), ook een drachtplant voor honingbijen, heeft een felle, glanzend gele kleur en schittert als de zon erop schijnt (figuur 1). Het gele pigment zit in de epidermis, de buitenste cellaag van het bloemblad. Onder de epidermis ligt een luchtlaag en daaronder een zetmeellaag (figuur 2). Het licht valt door de pigmentlaag heen, wordt teruggekaatst door de onderliggende luchtlaag en gaat vervolgens weer terug door de pigmentlaag. Dat geeft de bloem een verzadigde, gele kleur. De gladde bovenlaag in combinatie met de luchtlaag geeft



Figuur 2. Doorsnede bloemblad boterbloem: a. bovenepidermis, b. zetmeellaag, c. mesofyl, d. onderepidermis. Illustratie Casper van der Kooi

het teruggekaatste licht van de boterbloem een glanzend effect. Als de bloem bij opkomende zon opengaat, wordt de felle reflectie de omgeving ingestuurd. Rondvliegende insecten zien dat waarschijnlijk als een lichtflits. Dit is aantrekkelijk omdat bijen voor grotere afstanden contrastvisie gebruiken en pas vanaf dichterbij kleurenvisie (Chittka en Raine, 2006). Als hij halfopen staat (figuur 1), heeft de bloem de vorm van een kelk of beker (een elliptische paraboloïde), waardoor het licht dat de bloembladeren raakt vooral naar het hart van de bloem – en niet naar de buitenwereld – wordt weerkaatst. Het licht komt met name op de voortplantingsorganen – de meeldraden en stamper – terecht. Bijkomend voordeel van deze bloemvorm is de verhoging van de temperatuur in de bloem; goed voor de ontwikkeling van het zaad en een beloning in de vorm van warmte aan insecten die in de bloem zitten. Bij planten in bergweiden en in koudere gebieden kan de temperatuur 2–5 °C oplopen. Door de temperatuurverhoging zou de nectar ook vloeibaarder kunnen zijn, zodat insecten die sneller kunnen opnemen en weer weg kunnen vliegen voordat ze door een predator worden opgegeten.

### Planten passen hun bloemkleur aan hun bestuiver aan

De klaproos (*Papaver rhoeas*) komt uit het Midden-Oosten (figuur 3) en wordt daar door kevers bestoven. Vrouwtjeskevers kunnen 's nachts in de bloemen van de klaproos overnachten. Veel klaproosbloemen hebben zwarte pigmentvlekjes aan de basis van hun bloembladeren, waarmee ze mannetjeskevers lokken die denken dat er vrouwtjes in de bloemen zitten. Dit noemen we seksuele mimicry (nabootsing). Bloemen met vlekjes worden beter door de mannetjes bestoven dan bloemen zonder vlekjes, blijkt uit onderzoek. Toen de Romeinen destijds dit type oosterse klaprozen meenamen naar Europa, namen ze niet de kevers mee. Daardoor werden de rode bloemen in eerste instantie minder goed bevrogen. Honingbijen die geen rood maar wel ultraviolet kunnen zien vlogen er wel op, waarna de klaproosbloemen hun rode kleur behielden, maar na vele generaties ook meer UV aan de bestuivende bijen toonden. Een mooi voorbeeld van evolutie. Specialistische bloemplanten zijn afhankelijk van één insectensoort voor hun bestuiving. Daarom verschillen deze soorten meer van kleur om verzekerd te zijn van bloembezoek door



Figuur 3. Klaproos. Foto Casper van der Kooi

het juiste insect en daarmee instandhouding van de soort. Maar ook honingmerken, seksuele mimicry en de holle bloemvorm zijn lokmiddelen. De nectar als beloning maakt het plaatje compleet. Bij deze een-op-eenrelatie tussen bloemplant en insect is duidelijk sprake van symbiose. Bij de generalisten onder de planten maakt het minder uit, omdat er altijd wel een insect met het geschikte stuifmeel langs komt. Het zijn allemansvrienden, zoals de schermbloemigen die grote opvallende bloeiwijzen hebben (Meeuse en Morris, 1984). De schermbloemen trekken vele soorten vliegen, kevers, bijen, wespen en vlinders, omdat ze zo makkelijk te bevrogen zijn.

### Wat was er eerst: kleurige bloemen of insecten met kleurenzicht?

De ouderdom van bloemplanten kan vastgesteld worden door te kijken naar spontane mutaties in de genen, die optreden met een min of meer vaste frequentie als een soort evolutionaire klok. Hoe meer mutaties, hoe ouder de soort. De methode moet geijkt worden aan fossiele data en is helaas niet zo betrouwbaar. Een andere methode maakt gebruik van stuifmeelkorrels die op fossiele insecten werden gevonden. Bijen zijn echter ontstaan uit de wespenfamilie en wespen zijn vleeseters.

De eerste insecten stammen uit het Perm, een geologisch tijdperk van 250-300 miljoen jaar geleden. Dat is voordat er bloemplanten ontstonden, ruim 200 miljoen jaar geleden in het late Trias of ongeveer 130 miljoen jaar geleden (vroeg Krijt). De eerste stuifmeelende insecten haalden stuifmeel van naaktzadigen, zoals de den. Die vroege insecten konden de kleuren blauw, groen en ultraviolet al zien voordat kleurige bloemplanten ontstonden, want die waren van belang voor het herkennen van hun vijanden en soortgenoten. Planten speelden hierop in. Gedurende de evolutie ontstonden ook andere kleuren, vormveranderingen van de bloem, honingmerken en later ook geuren voor een nog betere insectenbestuiving. ●

Literatuurlijst zie site NBV [www.bijenhouders.nl/media-en-promotie/acuteel-en-media/media/aanvullingen-op-bijenhouden](http://www.bijenhouders.nl/media-en-promotie/acuteel-en-media/media/aanvullingen-op-bijenhouden).