

1. Kenmerken en genetische eigenschappen bepalen verwantschap van (onder)soorten

Tekst Henk van der Scheer en Tjeerd Blacquièrè

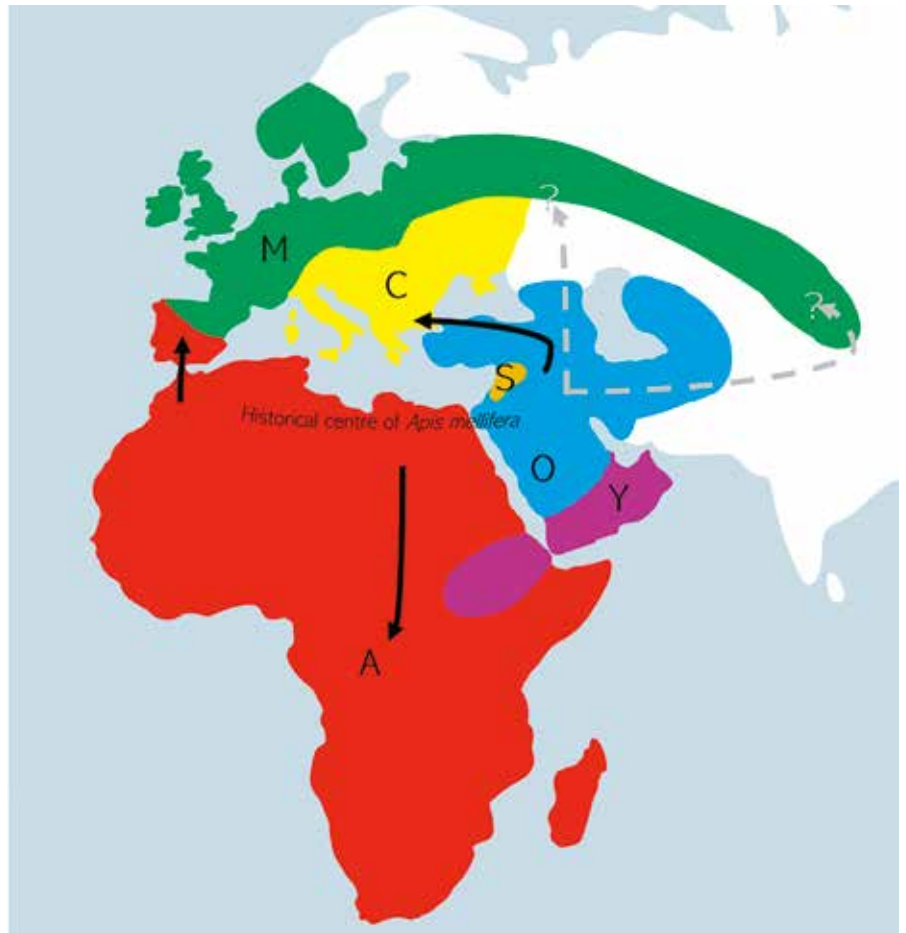
Bijen zijn ontstaan uit de wespenfamilie en bij die stap zijn volwassen bijen en hun larven overgegaan op een herbivorendieet van stuifmeel en nectar. De werksters van wespen daarentegen jagen op insecten. Die worden fijngekauwd en aan de wespenlarven gevoerd; dat zijn dus vleeseters, carnivoren. Die scheiden op hun beurt een zoete druppel uit en dat is voer voor de werksters! De suiker in het goedje geeft ze energie om te kunnen werken (Elshout, 2005).

Hierboven is beschreven hoe het werkt in de huidige sociale wespen. We weten echter niet hoe het in het verleden gegaan is. Zijn solitaire wespen vegetarische bijen geworden en is daarna een sociale organisatie opgetreden of is de lijn directer van sociale wespen naar sociale bijen? Wij, Henk en Tjeerd, denken het eerste. Ook weten we niet hoe het met die 'suikeroogst' zit bij solitaire wespen; die krijgen misschien wel niks van hun larven.

Evolutie van honingbijen

De geschiedenis van onze honingbijen is uitgemond in een groot aantal ondersoorten en diverse ecotypen en lokale populaties honingbijen, aangepast aan de lokale omstandigheden en dracht. De Westerse honingbij is tegenwoordig de natuurlijke honingbijensoort in een enorm areaal dat Afrika, het Midden-Oosten, Europa en een deel van midden Azië omvat. De soort omvat dan ook een zeer grote diversiteit. Voorts is de soort vanuit Europa door de mens versleept naar het verre oosten van Siberië en naar Amerika, Australië, Nieuw Zeeland en Oceanië.

Over de verwantschap van honingbijen is al veel gefilosofeerd en geschreven door wetenschappers, onder anderen door Friedrich Ruttner (1988). Hij was Oostenrijker van geboorte en opgeleid als zoöloog (dierkundige) aan de Universiteit van Wenen. Eerst na de Tweede Wereldoorlog ontwikkelde hij zich tot bijenteeltdeskundige en pas in 1965 werd hij benoemd tot hoogleraar dierkunde aan de Johann-Wolfgang-Goethe-Universiteit van Frankfurt am Main en leider van het Instituut voor Bijenkunde te Oberursel. Daar hield hij



Verspreidingsgebied van ondersoorten van *Apis mellifera* en oorsprongsgebied van de Westerse honingbij volgens Tihelka et al., 2020. Het groene gebied geeft de verspreiding weer van onze zwarte bij, *Apis mellifera mellifera*. Zwarte pijlen geven verspreidingsroutes aan gebaseerd op onderzoek aan mRNA; grijze stippellijnen geven hypothetische verspreidingsroutes weer.

zich onder andere bezig met het kwantificeren van meetbare vormen en kwam zo tot een indeling van (onder) soorten van honingbijen gebaseerd op diverse kenmerken, met name die van de vleugeladers. Uiteindelijk heeft hij 33 eigenschappen in 404 individuele honingbijen geanalyseerd om tot zijn indeling en herkomst van (onder) soorten honingbijen te komen. Ruttner

meende dat de Westerse honingbij, *Apis mellifera*, uit Azië kwam, omdat alle andere nog levende *Apis*-soorten daar inheems zijn. Kortom: Azië zou een genencentrum zijn voor honingbijsoorten. Op zich correct, maar een weinig wetenschappelijk argument dat vaker door onderzoekers is gebruikt om Azië aan te wijzen als gebied van herkomst.

Na de ontrafeling van het genoom van *Apis mellifera* door het Honeybee Genome Sequencing Consortium (2006) kon een indeling van onder-soorten worden gemaakt op basis van genetische eigenschappen. Die ontra-feling maakte fundamenteel onderzoek mogelijk in de biologie van honingbijen zoals de vraag naar de evolutionaire herkomst, naar het gedrag en naar gezondheidsaspecten, aldus Toth en Zayed (2021). Volgens het Consortium suggereert het genoom een Afrikaanse herkomst voor de soort. Toch blijkt die vraag naar de evolutionaire oorsprong op basis van genomica, oftewel het genenonderzoek, lastig te beantwoor-den, omdat het genoom van honing-bijen betrekking heeft op de huidige honingbijensoorten en niet op fossiele soorten. Met genomica zijn onderlinge verbanden te ontrafelen, dat wil zeggen we krijgen beter zicht op de verwantschap van de soorten, maar niet per se op hun herkomst. Wat later kwamen er meer genetische gegevens over de Westerse honingbij beschikbaar, zoals in ‘*Thrice out of Africa: Ancient and recent expansions of the honey bee, Apis mellifera*’ (Whit-field et al., 2006) en recent in ‘*Mitochondrial genomes illuminate the evolutionary history of the Western honey bee (Apis mellifera)*’ (Tihelka et al., 2020). Whitfield et al. baseerden zich op vergelijkingen van het DNA in de celkernen. Tihelka et al. daarente-

Ontstaan van (honing)bijen

Over het ontstaan van (honing)bijen zijn in de loop der tijd verschillende ideeën opgekomen:

- *Generatio spontanea* is de oude ‘wetenschappelijke’ gedachte van onder anderen de Griekse wijsgeer Aristoteles (384–322 v.Chr.) dat de natuur vanzelf kan ontstaan. Een mooi voorbeeld van die gedachte onder gelovigen is te vinden in het Bijbelboek Richteren dat verhaalt van Simson die met zijn blote handen een leeuw doodt en later in het kadaver honingbijen aantreft. Waarschijnlijker is dat een zwerm honingbijen in dat kadaver trok.
- Omstreeks 2500 jaar v.Chr. dachten de oude Egyptenaren aan de tranen van de zonnegod Re. Als die op aarde vielen dan ontstonden daaruit honingbijen. Een mooie romantische gedachte.
- Tegenwoordig denken we dat bijen zijn ontstaan uit de superfamilie Apoidea, waartoe ook de graafwespen behoren, en dat ze zijn ‘bekeerd’ tot een herbivoor bestaan. Wat minder romantisch, maar wel beter wetenschappelijk onderbouwd.

gen vergeleken onderdelen van het messengerRNA (mRNA) dat het DNA in de mitochondriën (mtDNA) ‘vertaalt’. Mitochondriën zijn ovaalvormige orga-nellen, die in elke cel vooral dienstdoen als energiecentrales. Mitochondriën worden via de eicel, dus door de moeder, doorgegeven aan de nakome-lingen. Tihelka et al. onderzochten 18 ondersoorten van *Apis mellifera* uit Afrika, Europa en het Midden-Oosten en bemonsterden de genen van het mitochondriaal RNA en lieten daar modellen op los. De analyses van die modellen gaven iedere keer een ‘her-komst’ aan van *Apis mellifera* uit Noord-Afrika of het Midden-Oosten.

Ook Cridland et al. (2017) kwamen tot dezelfde conclusie als Tihelka et al. (2020) op basis van populatiegenetica van de huidige ondersoorten van *Apis mellifera* in Europa, Afrika en Azië. Een andere studie naar het genoom van *Apis mellifera* wijst niet op een afstam-ming uit Afrika of het Midden-Oosten, maar eerder op een afstamming uit het gebied waar de andere *Apis*-soorten zich bevinden (Wallberg et al., 2014; Van Heemert, 2015). De onduidelijkheid zou volgens Walberg et al. (2014) wel eens verband kunnen houden met het ontbreken van kennis over de oor-spronkelijke voorouder van de *Apis*-soorten. Die heeft misschien wel in Azië heeft geleefd, maar is daar nu niet meer aanwezig. Ook kan de onduide-lijkheid te maken hebben met het gegeven dat het genoom van alle *Apis*-(onder)soorten daar nog niet is onderzocht. Zo is van *Apis mellifera* het genoom van ongeveer de helft van alle ondersoorten onderzocht. Overigens is het de vraag of het zoeken naar meer ondersoorten nog wel zin heeft, omdat er veel hybride ondersoorten zijn ont-staan door menselijk handelen, zoals Van Heemert (2021) vermeldt. Zeer recent verscheen er een publicatie over de geografische herkomst en ver-wantschap van honingbijen (Ji, 2021). In zijn publicatie bespreekt Ji vooral ver-spreidingspatronen van de verschil-lende soorten en het modelleren van leefgebieden, waarbij ook klimaatin-vloeden worden betrokken, met name die van ijstijden in het late Mioceen. Onderzoeker Ji komt uiteindelijk tot de

conclusie dat de oorsprong van de honingbijen gezocht moet worden in Zuidoost-Azië, met name Maleisië en de Indonesische eilanden Sumatra, Borneo en Java. In het Mioceen (23-5,3 miljoen jaar geleden) was dat één aan-eengesloten gebied met een duidelijk lagere zeespiegel dan tegenwoordig; het kreeg de naam Sundaland. Vanuit die oorsprong is het noorden van China gekoloniseerd. Die redenatie volgend zou het fossiel *Apis miocenica*, dat in de provincie Shandong in het noorden van China is gevonden (Hong, 1983), een nakomeling zijn van de honingbijenpo-pulatie in Sundaland en niet een voor-ouder van die populatie volgens Ji. Ook meent hij dat elders in de wereld ver-spreiding plaatsvond vanuit warmere gebieden naar koudere, zoals in Europa. In al zijn modelleringen heeft Ji het fossiel *Apis miocenica* echter niet mee-genomen. Toch zegt hij verderop in zijn publicatie dat *Apis miocenica* wel een zijdelingse voorouder van de honing-bijen zou kunnen zijn en dat het voor een robuuste herkomst-hypothese in feite noodzakelijk is dat wereldwijd fos-siele honingbijen samen onderzocht zouden worden. Dat is een juiste con-clusie, want met alle genetica komen we niet veel verder dan het aantonen van een meer of minder sterke ver-wantschap. Wat afstamming (herkomst) betreft leverden de genetische onder-zoeken slechts een veelheid aan ver-schillende meningen op, variërend van Azië tot Afrika. Een volgende keer (in deel 2) zullen we het dan ook hebben over onderzoek aan fossiele (honing-) bijen. 🍯

Aanvullingen op Bijenhouden op de NBV-site: bit.do/aanvullingen-bijenhouden



Era	Periode	Tijdvak	Miljoen jaar geleden	Fauna en Flora
Kenozoïcum	Kwartair	Holoceen	0,01 - heden	moderne mens
		Pleistoceen	2,6 - 0,01	mensachtigen
	Neogeen	Pliocene	5,3 - 2,6	mammoet, wolharige neushoorn
		Mioceen	23 - 5,3	sabeltandtijger
	Paleogeen	Oligoceen	34 - 23	eerste bijen
		Eocene	56 - 34	apen, half-apen
		Paleoceen	66 - 56	eerste vogels
Mesozoïcum	Krijt		145 - 66	eerste bloemplanten
	Jura		201 - 145	eerste dinosauriërs
	Trias		252 - 201	coniferen, eerste zoogdieren
Paleozoïcum	Perm		299 - 252	eerste insecten
	Carboon		359 - 299	varens, reptielen
	Devoon		419 - 359	amfibieën
	Siluur		443 - 419	schelpdieren
	Ordovicium		485 - 443	eerste landplanten
	Cambrium		541 - 485	eerste vissen, trilobieten

Geologische tijdschaal van het Eon (tijdvak) Fanerozoïcum