

# Genetische diversiteit belangrijk voor stabiele temperatuur van broednest

Julia C. Jones e.a., *Science* juli 2004\*

Vertaald en bewerkt door Ad Vermaas.

Het feit dat, onder natuurlijke omstandigheden, de koningin wordt bevrucht door vele (20 à 30) darren, heeft voordelen voor het volk. Zo wordt o.a. inteelt voorkomen. Maar daarnaast zijn er nog meer voordelen. Een daarvan wordt in onderstaand artikel beschreven. Uit dit Australische onderzoek blijkt namelijk dat in een volk waarin de werksters afstammen van verschillende vaders, de temperatuur van het broednest veel constanter kan worden gehouden dan in een volk waarin alle werksters dezelfde vader hebben.

276

Bij allerlei menselijke organisaties worden de taken in veel gevallen centraal geregeld. Het management bekijkt wat er gedaan moet worden. Die kennis wordt gecombineerd met wat elk van de medewerkers kan en welke materialen en apparatuur er beschikbaar zijn. Op basis daarvan worden de taken op zo'n manier verdeeld dat het maximale rendement behaald kan worden.

Bij sociale insecten gaat het heel anders toe. Daar is geen hiërarchisch systeem van taaktoewijzing: in een bijenvolk worden er geen taken van bovenaf opgelegd. Welke taken een werkster doet, hangt af van de werkster zelf (leeftijd e.d.) en van de situatie ter plaatse. Ondanks deze versnipperde organisatievorm blijkt dat in bijenvolken de werksters heel goed in staat zijn van taak te wisselen als dat nodig is.

## De prikkel ten opzichte van de drempel

Wat bepaalt nu of een werkster zal gaan deelnemen aan een bepaalde taak? Twee elementen blijken van belang:

1. de sterkte van de prikkel uit de omgeving, en
2. de mate waarin een bepaalde werkster moet worden geprikkeld om daadwerkelijk te gaan meedoen.

Dat laatste blijkt lang niet voor iedere werkster hetzelfde te zijn. Bij de ene werkster moet de prikkel veel sterker zijn dan bij een andere. Of, in andere woorden: de ene werkster heeft een veel hogere drempel voor de prikkel dan de andere. In de biologie noemt men dit het zogenaamde prikkel-drempel-model. Via dat model blijkt het goed mogelijk om inzichtelijk te maken hoe het mogelijk is dat, zonder dat er een

centrale leiding is, de werksters toch als 'vanzelf' lijken te 'weten' wat er op dat moment van hen wordt verwacht. Dat maakt dat het volk toch een geordend geheel, een organisme vormt.

## Leeftijd en afstamming bepalen de drempel

Zoals bekend heeft een werkster niet haar hele leven eenzelfde taak. Dit, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de mieren, waarbij dat wel het geval is. Bij de honingbijen echter varieert de taak met de leeftijd. De jonge bijen voeren vooral taken uit in de kast (ze hebben daarvoor een lage drempel; een geringe prikkel is voor hen voldoende om de taak uit te voeren). De oudere bijen voeren vooral taken uit aan de rand van of buiten de kast (wachtbij, haalbij). Deze leeftijdsafhankelijke arbeidsverdeling wordt grotendeels door hormonen bepaald. Maar leeftijd zegt ook niet alles. In noodgevallen kunnen jonge bijen versneld haalbij worden of kunnen oudere bijen weer broed gaan verzorgen. De noodzaak (prikkel) is dan zo groot dat deze toch boven de (hoge) drempel uitkomt. Naast leeftijd is ook de genetische oorsprong van belang. Zo was in het verleden al eens uit onderzoek gebleken dat werksters die afstammen van de ene vader, op een andere manier deelnemen aan de haalactiviteiten dan de werksters die afstammen van een andere vader. En hetzelfde gold voor de functie van wachtbij. In dit onderzoek blijkt dat dit ook betrekking heeft op een activiteit binnen de kast, namelijk het op temperatuur houden van het broednest.

## 35°C is optimaal

In het bijenvolk moet ervoor gezorgd worden dat de broednesttemperatuur binnen nauwe grenzen blijft. In ieder geval tussen 32 en 36°C, terwijl 35°C de optimale temperatuur is voor de ontwikkeling van het broed. De werksters regelen de temperatuur door te koelen wanneer het te warm wordt (wegventileren van warme lucht en het verdampen van water) en door te verwarmen wanneer het te koud wordt (door tegen elkaar aan te kruipen en activiteit van de vleugelspijeren). Maar, daarbij is het van belang dat niet alle werksters tegelijk beginnen te koelen of te verwarmen. Dat zou een overreactie zijn en dan zou de temperatuur telkens heen en weer schieten tussen te warm en te koud (jo-jo-effect). Nu blijkt het juist de

genetische diversiteit van de werksters te zijn die er voor zorgt dat dit gespreid gebeurt. Dat is althans de conclusie uit drie verschillende experimenten die voor dit onderzoek werden uitgevoerd.

### Experiment 1

Één vader ten opzichte van veel vaders. In het eerste experiment vergeleek men een groep van vier volken die alle een kunstmatig geïnsemineerde koningin hadden (waarvoor telkens slechts het sperma van één dar was gebruikt) met vier andere volken waarvan de koningin normaal op bruidsvlucht was geweest. Beide groepen volken werden even groot gemaakt wat betreft het aantal werksters en de hoeveelheid broed. Vervolgens werd gedurende vier weken de temperatuur in het midden van het broednest gemeten. Dit werd gedaan tijdens de (Australische) nawinter en het begin van het voorjaar: eind augustus/september 2003.

Al meteen was er een opmerkelijk verschil te zien tussen de twee groepen volken. Niet wat betreft de gemiddelde temperatuur (die was bij beide 35°C), maar wel wat betreft de grootte van de fluctuaties: in de k.i. volken (alle werkster hadden dezelfde vader; de genetische diversiteit was gering) waren de fluctuaties drie keer zo groot als in de andere volken (met veel verschillende vaders en dus een grote genetische diversiteit). In de k.i. volken varieerde de temperatuur tussen 33,8 en 36,2°C, in de normaal bevruchte volken tussen 34,6 en 35,4°C.

Voor de volgende twee experimenten gebruikte men volken die in een ruimte stonden waar de temperatuur rond de kast regelbaar was, terwijl de bijen wel gewoon een uitgang naar buiten hadden.

### Experiment 2

Omgevingstemperatuur loopt op tot 40°C. Nadat de volken eerst een week waren geacclimatiseerd in de ruimte, werd de temperatuur in de ruimte rond de kast gedurende een uur verhoogd tot 40°C. Weer werd de temperatuur in het broednest gemeten. En weer bleek dat de volken die slechts één dar als vader hadden, veel slechter presteerden dan de andere volken: de fluctuaties in de genetisch uniforme groep waren (onder deze vrij extreme omstandigheid) bijna vier keer zo groot als die van de genetisch diverse volken.

De resultaten van deze eerste twee experimenten zijn vanuit het prikkel-drempel-model goed te verklaren. Bij de volken waarvan de werksters allemaal een zelfde vader hebben, is er weinig verschil tussen de werksters wat betreft hun drempelwaarde. De werksters beginnen alle tegelijk te ventileren, of te verwarmen. Daar-

door schiet de temperatuur even later weer door naar de andere kant. In de andere volken gaat dit gefaseerd, omdat de werksters genetisch veel meer verschillen en daardoor een verschillende drempel hebben.

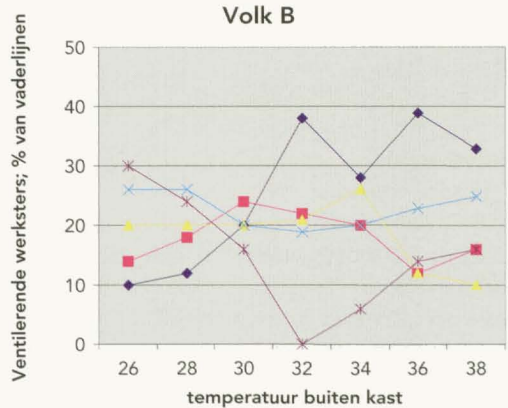
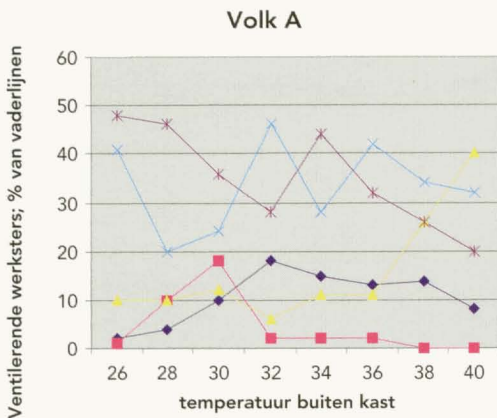
### Experiment 3

Welke werksters nemen deel aan het ventileren? Om meer inzicht te verwerven over hoe de verschillende groepen halfzussen deelnemen aan de temperatuurregeling, werd nog een derde experiment uitgevoerd. Daarbij werd gebruik gemaakt van twee volken, waarvan de moeder in beide gevallen was geïnsemineerd met het sperma van vijf darren. De beide kasten stonden weer in de ruimte waarvan men de temperatuur kon regelen. Men liet de temperatuur oplopen van 25 tot 40°C, in stapjes van één graad. Om de twee graden werd een monster genomen van de bijen die bezig waren om bij het vlieggat te ventileren. Met behulp van DNA-technieken kon men achterhalen tot welke vaderlijn deze ventilerende bijen behoorden. In de getoonde figuur is te zien dat er aanmerkelijke verschillen waren tussen de verschillende groepen halfzussen. Bij volk A namen de werksters van twee vaderlijnen slechts in heel geringe mate deel, terwijl twee andere groepen juist heel actief aan het ventileren waren. Bij volk B was de verdeling gelijkmatiger, maar ook hier waren er verschillen. Let wel: in de figuur worden percentages getoond, geen absolute aantallen. Uiteraard zullen er bij een hogere temperatuur meer bijen aan het ventileren zijn. Wat de figuur (pagina 278.) laat zien is dat deze ventilerende werksters niet gelijkmatig over alle vaderlijnen verdeeld zijn.

Overigens wil dat nog niet zeggen dat de werksters die laag scoren in de figuur, helemaal niet zouden deelnemen aan de koeling. Misschien zijn die werksters juist wel binnen in de kast bezig met ventileren, of zijn ze bezig om water te verdampen. Als dat zo is, dan ligt hun drempel voor die activiteiten lager dan de drempel voor het ventileren bij het vlieggat.

### Noot van de vertaler, evaluatie:

Betekent meer diversiteit een grotere harmonie? Hoewel dit onderzoek zich heeft beperkt tot het, overigens zeer belangrijke, element van de temperatuurregeling, is het zeker niet ondenkbaar dat er ook voor andere taken in het volk een zelfde soort mechanisme zou bestaan. Dus, dat ook daarbij geldt dat werksters van verschillende vaders een verschillende drempel hebben voor het doen van die taken. In een genetisch divers volk zullen die verschillende eigenschappen elkaar mooi aanvullen, zodat het volk



Figuur 1. Ventilerende werkers bij het vlieggaat. Percentages van een bepaalde vaderlijn, uitgezet tegen de omgevingstemperatuur. Zowel volk A als volk B.

278

als geheel als een harmonisch organisme kan functioneren. Bij een volk met weinig genetische variatie zou dat veel minder het geval zijn. Dat zou een belangrijk gezichtspunt zijn voor zowel koninginnentelers als voor 'gewone' imkers.

Vooral ten aanzien van selectie en koninginnenteelt dringen zich dan een aantal vragen op. Wat voor consequenties heeft het als we aan het selecteren zijn? In de vele duizenden eeuwen voor ons heeft de natuur die selectie gedaan en toen heeft de soort zich voortdurend kunnen aanpassen en kunnen standhouden. En het heeft een populatie opgeleverd met een grote genetische diversiteit. Nu hebben we zelf de selectie ter hand genomen. Kan het zijn dat onze criteria kortzichtig zijn, omdat we de bij willen

aanpassen aan onze wensen, in plaats van wat goed is voor de bij? Zouden we op den duur kunnen vastlopen, omdat we de genetische basis te zeer versmallen? Zouden we, door het wegselecteren van eigenschappen die ons niet bevallen, misschien tegelijk een stuk diversiteit 'weggooien' dat voor de populatie als geheel wel degelijk waardevol is? Allemaal vragen die we ons als imkersgemeenschap moeten stellen ten behoeve van een duurzame bijenteelt.

\*) Oorspronkelijk artikel: Julia C. Jones, Mary R. Myerscough, Sonia Graham and Benjamin P. Oldroyd, Science 305 (5682): 402-404, Honey Bee Nest Thermoregulation: Diversity Promotes Stability.

advertentie



Vakhandel voor de imker

## De Immenhof

Kijk op [www.immenhof.nl](http://www.immenhof.nl)  
voor prijscourant, aanbiedingen, markten enz.

Geopend: Zaterdag van 8.00 - 12.00 en na telefonische afspraak.  
Haremaatweg 36, 3781 NJ Vooorthuizen, 0342-47 28 37/06-53 18 20 06  
E-mail: [info@immenhof.nl](mailto:info@immenhof.nl) / [www.immenhof.nl](http://www.immenhof.nl)

## Lezingencyclus

In februari 2006 start er een lezingencyclus. De cyclus duurt tien weken op de maandagavond. Vooral belangstellenden uit Brummen, Velp en Doetinchem tot Doesburg worden uitgenodigd deel te nemen. Vanaf april zal het praktische deel van bijen houden aan bod komen. Bij minimaal twintig deelnemers gaat de cyclus van start. Tijdens de lezingen krijgen de deelnemers een tekstenbundel in bruikleen.  
Inl.: Bert Polman, 0313-47 29 97,  
E: [zoemzoem@freemail.nl](mailto:zoemzoem@freemail.nl)