



Het verhaal van de zusters en de halfzusters

Meer vitaliteit als de moer met veel darren van andere volken heeft gepaard

Tekst Kees van Heemert. Foto Arie Groenendijk, Reeuwijk

Bekend is dat een bijenkoningin met wel twintig darren kan paren. Het gevolg hiervan is dat het bijenvolk naast volle zusters uit veel halfzusters bestaat. De halfzusters zijn veel minder verwant met elkaar dan de volle zusters die van één vader afkomstig zijn. Mede door het grotere aantal vaders (polyandrie) is er meer genetische verscheidenheid in het volk. Betere volksontwikkeling, foeragering, ziektecontrole, minder inteelt en grotere volken zijn het gevolg.

Het bijenvolk: een groot gezin

Een bijenvolk is eigenlijk een heel groot gezin bestaande uit een moeder met heel veel kinderen. Haar kinderen zijn vooral meisjes en maar weinig jongetjes. De moeder is heel vruchtbaar en 'heeft het gedaan met veel mannen'.

Deze mannen hebben de amoureuze ontmoeting niet overleefd zodat de moeder als weduwe achterblijft. In het bijengezin ontbreekt dan de vaderfiguur zodat de opvoeding door de moeder alleen gedaan moet worden en dat lukt natuurlijk nooit met zoveel kinderen.

Maar de bijen hebben daar iets op gevonden. De moeder, die heel druk is met het produceren van kroost, heeft letterlijk de opvoeding overgelaten aan de oudere dochters die haar al het werk uit handen hebben genomen. Het is net als bij de grotere mensengezinnen



waarin doorlopend kinderen worden geboren. Hulp in de huishouding is er niet, dus moesten de oudere zusjes voor het jonge kroost zorgen. Elke bijenhouder weet hoe de taken in een volk (gezin) verdeeld zijn. De eerste drie weken zijn de jonge bijen als werkster druk in de kast en daarna gaan ze als haalbijen voedsel verzamelen. Net als bij de mens mogen de bijen pas de deur uit als ze wat ouder zijn. Wat de bijenhouder ook weet is dat de communicatie in het bijengezin met behulp van feromonen, geurstoffen, plaatsvindt. De koninginnenstof zorgt er voor dat alle individuen van het bijengezin door het proeven en ruiken van feromonen 'weten' dat er ouderlijk gezag of hiërarchie is. Bij mensen daarentegen gaat het gezag van de moeder daarentegen vooral via het gesproken woord. Tot zover de overeenkomst. Er is echter een belangrijk verschil.

Zusters en halfzusters

In tegenstelling tot de mens, waarbij de zusters in een gezin meestal volle zusters zijn is het bijzondere bij de honingbij dat werksters maar voor een klein deel volle zusters van elkaar zijn. Bijenhouders zien dat werksters allemaal op elkaar lijken en denken daarom dat de werksters allemaal hetzelfde zijn. Doordat de koningin met meerdere vaders heeft gepaard (polyandrie), zijn de meeste werksters echter halfzusters en geen volle zusters van elkaar. Halfzusters hebben dezelfde moeder maar verschillende vaders en zijn daarom erfelijk meer verschillend van elkaar dan de zusters die wel dezelfde vader hebben. Het volk is daardoor genetisch meer divers en inteelt wordt aldus geminimaliseerd (Cushman, 2005). Om het wat te verduidelijken bekijken we twee situaties. In het geval dat de koningin met één dar paart, hetgeen in de natuur nauwelijks zal gebeuren, zijn alle werksters volle zusters van elkaar. Ze zijn meer verwant met elkaar dan bijvoorbeeld de zussen in een mensengezin. Dat komt doordat de vader haploïd is, dat wil zeggen dat die slechts één enkele set chromosomen heeft in plaats van twee sets. De dochters krijgen daardoor steeds dezelfde set chromosomen van die ene haploïde vader en hun onderlinge verwantschap kan wel 75% zijn, en dat is hoog. Bij de mens daarentegen zijn de volle zusters voor 50% verwant met elkaar. Anders dus dan bij de bijen aangezien de vader diploïd is en twee sets chromosomen

heeft en die verdeelt over zijn dochters. De verwantschap van een volle zuster met de moeder is gemiddeld 50% omdat de moeder twee sets chromosomen heeft en die verdeelt ze over haar nakomelingen. De volle zusters zijn daarom meer met elkaar verwant dan met hun moeder.

Als de koningin met 20 darren (allemaal haploïd) heeft gepaard, en dat is geen uitzondering, zijn er 20 zuster groepen die elk uit volle zusters bestaan, maar tussen die groepen spreken we van halfzusters. De verwantschap tussen de halfzusters is ongeveer 25%. De verwantschap tussen halfzusters gaat volgens een glijdende schaal: van 1 vader naar 20 vaders neemt de verwantschap af van 75% naar 25%. Overigens zijn met het blote oog de volle zusters en halfzusters niet altijd te onderscheiden, behalve in het geval dat de bijen verschillend van grootte zijn, hetgeen wel eens voorkomt. Onderling kunnen de werksters elkaar wel herkennen door onder andere verschillen in lichaamsgeur van de verschillende zuster groepen (Getz en anderen, 1986). We weten dat deze specifieke geurstoffen in het volk belangrijk zijn bij de herkenning en de communicatie als de werksters terugkeren in de kast en bij allerlei taken in het volk. Bijen hebben een uitstekend vermogen om op molecuul-niveau geuren te ruiken en stoffen als suiker in de omgeving van de kast te vinden. Denk maar aan het moment dat bijen gaan roven en zeer snel de suikerbron vinden.

-
- Risico's van 'veelmannerij'**
- Honingbijen hebben een ingebouwd veiligheidssysteem om paring met eigen broers in of bij de kast te voorkomen (Connor, 2014). Om inteelt te voorkomen paart de maagdelijke koningin dus ver van huis met hopelijk veel 'vreemde' mannen. In zeer korte tijd moeten alle paringen zijn gebeurd. Daarbij loopt de koningin echter risico's:
- Ze moet een grote afstand naar de darrenverzamelplaats afleggen om veel darren van ander volken te ontmoeten en dat kost veel energie.
 - Onderweg kan de koningin opgegeten worden.
 - De koningin en daardoor het volk lopen het risico ziekten afkomstig van andere volken op te lopen.
 - Ze gaat zonder hofstaat op bruidsvlucht, dus mist ze die bescherming.
 - De grote hoeveelheid sperma moet enkele jaren in de spermatheca gezond gehouden worden.
-



Figuur 1. Schematisch overzicht van een bijenvolk afkomstig van 1 of 10 vaders, waarbij de kleuren aangeven welke dochters van welke vaders komen. De broers van de zusters en de koningin zijn weggelaten.

Foerageergedrag optimaal door polyandrie

Vermeld moet worden dat genoemde verwantschapspercentages gemiddelden zijn. Dat wil zeggen dat verwante werksters niet voor elk kenmerk identiek zijn. Het gaat om een mix van kenmerken. Stel: we nemen het kenmerk foerageergedrag. Als uitzondering op de regel kan het zo zijn dat voor dit kenmerk twee volle zusters verschillend foerageergedrag hebben en twee halfzusters hetzelfde foerageergedrag hebben. Dit heeft te maken met het gebruikelijke uitmendelen (splitsen) van kenmerken zoals dat bij de voortplanting plaatsvindt. Maar natuurlijk speelt het toeval hier ook een rol, met andere woorden: pas bij grote aantallen individuen zie je de expressie van het kenmerk in de populatie goed terug. Simpel gezegd komt het er op neer dat op volksniveau groepen van werksters met goed foerageergedrag samenwerken en dat die groep voor een deel uit volle zusters en voor een deel uit halfzusters kan bestaan. Maar wat misschien nog wel het meest belangrijk is, dat er bij polyandrie risicospreiding is doordat met veel vaders de kans om gewenste genen door te geven groter is.

Mattila en Seeley (2014) onderzochten wat het effect is van polyandrie op het foerageergedrag van de speurbijen. Het bleek dat als de moeder met meer darren gepaard heeft, er significant meer speurbijen op zoek gaan naar voedsel

vergeleken met volken waarvan de moeder sperma van één dar via kunstmatige inseminatie kreeg. Er is een betere werkverdeling waarbij de verkenners van een klein aantal zuster groepen, met elk genetisch verwante zusterbijen, zich als specialisten zeer actief op voedselbronnen richten. Bij proeven bleek dat als het voedsel op is en vervolgens de bron weer aangevuld is, ze opnieuw verhoogde activiteit vertonen door meer kwispeldansen uit te voeren. Ook Oldroyd en anderen (1991) stelden in het geval van polyandrie vast dat er een tendens is van de rekruten van de eigen subfamilie om het kwispeldansen van de speurbijen te volgen.

Een factor van belang bij bovenstaande is de waarneming dat spermacellen van sommige darren sneller naar de eicel zwemmen en daarmee een selectief voordeel voor de betreffende vader inhouden. Seeley (2010) toonde dit aan bij het zwermen van een volk dat via kunstmatige inseminatie sperma van 3 genetisch verschillende vaders kreeg. In één zwerm bleek 60% van de speurbijen van één bepaalde vader afkomstig te zijn, terwijl hij maar 20% van de totale werksterpopulatie voortbracht.

Sterkere volken en minder ziekten

Ook voor andere eigenschappen is vastgesteld dat een genetisch meer divers bijenvolk beter in staat is zich in een veranderende omgeving snel aan te passen. Bijvoorbeeld bij het

onderdrukken van ziekten. Uit proeven met Amerikaans vuilbroed (Seeley en Tapy, 2006) bleek heel duidelijk het nut van vele vaders. In kruisingen van een koningin met één dar is er een zwakke genetische basis van het volk waardoor in het geval van vatbaarheid voor vuilbroed het volk snel verdwenen kan zijn. Voor de onderdrukking van varroa werd vastgesteld dat bij meer vaders er bij de nakomelingen meer hygiënisch gedrag is d.m.v. 'vlooiën', ook een sociaal proces (Arathi en Spivak, 2001). Andere waarnemingen die bij polyandrie optraden waren een snellere groei, een betere overleving en grotere volken (Mattila en Seeley, 2014). Wat dit laatste betreft vonden Smith en anderen (2014) dat grotere volken, vanaf een aantal van 4000 bijen, zich meer op de voortplanting gaan richten. Ook uit andere literatuur blijkt het een voordeel op te leveren als de 'drempel' van 4000 werksters eerder bereikt wordt. Jeanson en anderen (2007) concludeerden dat toename van groeps-grootte een toename in de taakverdeling tot gevolg heeft. Het grote aantal individuen in een volk vereist een niveau van productiviteit dat het beste gerealiseerd wordt door niet alleen de juiste taakverdeling en specialisatie, maar ook doordat ze informatie over de werkzaamheden kunnen uitwisselen wat betreft de behoeften van het volk en de beschikbare voedselbronnen. Het voordeel van deze twee sociale eigenschappen, taakverdeling en communicatie, manifesteert zich het beste tijdens de uitwisseling van stoffen na het foerageren (Moritz en Heisler, 1992), de trophallaxis. Concluderend betekent dit alles voor de gewone bijenhouder dat er tijdens de bruidsvlucht voldoende volken in de buurt moeten zijn of dat er op de eigen stand voldoende genetische variatie moet zijn. De maagdelijke koningin kan dan veel niet-verwante darren ontmoeten, met als gevolg maximale kans op taakverdeling onder de nakomelingen en minder kans op inteelt. ●

Dank aan Hayo Velthuis voor commentaar. Literatuur zie www.bijenhouders.nl > actueel en media > tijdschrift Bijenhouders > aanvulling maart 2015.

Familierelaties liggen ingewikkeld bij de honingbij