

Een bijenvolk wordt geregeerd door geuren

Theo Elzenga

In een bijenkast is het donker. Bijen gebruiken hun ogen wanneer ze een taak als haalbij of als wachter hebben, maar in de kast gaat alles op de tast....en op de geur! Dat geur zo'n belangrijke rol heeft realiseren we ons niet altijd.

Vorig jaar stond in NRC-Handelsblad een berichtje dat de aandacht van imkers onmiddellijk zou moeten trekken. Daarin werd een mogelijk verband gelegd tussen geurstoffen en wintersterfte. Volgens dit artikel worden honingbijen die blootgesteld worden aan geurstoffen die worden afgegeven door bijenlarven slechts drie tot zes weken oud. Bijen die niet in contact komen met deze geurstoffen kunnen een half jaar oud worden en dat is nodig om de winter te kunnen overleven. Bijen die aan broedzorg doen, en dus de geur van de larven waarnemen, blijken geen vitellogenine aan te maken en op te slaan. Vitellogenine is een speciaal eiwit dat als reservevoedsel dienst doet tijdens de winter (zie Bijhouden oktober en november 2009, Red.). Zeer waarschijnlijk zijn de bijen met veel vitellogenine beter bestand tegen infecties en stress. En ook dit zijn belangrijke eigenschappen om de lange winterperiode te doorstaan. Deze functies van vitellogenine waren al langer bekend. Men ging er tot nu toe van uit, dat werksters die zich met de broedzorg bezig hielden geen vitellogeninevoorraad aanleggen omdat ze na het voeren van de larven onvoldoende eigen reserve overhouden. Nu is gebleken dat ook werksters die geen larven voeren, maar kunstmatig wel aan de geurstoffen van de larven worden blootgesteld, geen vitellogeninevoorraad aanleggen.

Feromonen

Bovenbeschreven studie past in een lange traditie van onderzoek naar geurstoffen in de ontwikkeling en het gedrag van vele diersoorten, maar in het bijzonder van insecten. Geurstoffen die als signaal worden gebruikt staan bekend als feromonen.

Het reukvermogen van insecten is fameus. De mannetjes van de zijdevlinder (*Bombyx mori*), een mot waarvan de rupsen worden gebruikt voor de zijdeproductie, kunnen via geurstoffen (bombykol) een vrouwtje vinden op kilometers afstand. Mannelijke motten kunnen reageren op 1 molecuul bombykol per 10 miljoen moleculen lucht.

In bijen is een bijzonder uitgebreid communicatiesysteem

gebaseerd op geurstoffen ontwikkeld. Hieronder een beknopt overzicht van de meest bekende en onderzochte geurstoffen (ik laat de rol van geur bij bloemherkenning buiten beschouwing, maar ook daar is een interessant artikel aan te wijden).

Bijengeurstoffen

Alarmferomoon Dit wordt geproduceerd door de Koschevnikov-klier, vlak bij de de angel. Het bestaat uit een mix van meer dan 40 chemische stoffen, waarvan de meeste vluchtig zijn. Dit geur-signaal is van alle feromonen het minst specifiek. Het komt vrij wanneer een steek wordt gegeven en trekt andere werksters aan om hetzelfde te doen. Het effect van dit feromoon heeft waarschijnlijk elke imker wel eens aan den lijve ondervonden.

Darrenferomoon Darren produceren geurstoffen die andere darren aantrekken. Dit feromoon speelt daarmee een belangrijke rol bij vorming van de 'darrenwolken' waarin de paringen met de maagdelijke koninginnen plaatsvinden.

Dufourklierferomoon / Eimeringsferomoon Deze klier bevindt zich in de vagina van de koningin en scheidt stoffen af die het voor de werksters mogelijk maken om door de koningin gelegde eieren te onderscheiden van de eieren afkomstig van werksters. Op grond van dit onderscheid worden de meeste eieren die zijn gelegd door werksters uit de raten verwijderd. Opmerkelijk is dat in moerlose volken de Dufourklier van werksters geurstoffen gaat maken die veel meer lijken op de geurstoffen van een gezonde koningin. Mede hierdoor worden in moerlose volken de door werksters gelegde eieren niet langer opgeruimd.

Nasonovferomoon Dit wordt door werksters geproduceerd, met name bij het stertselen, en dient ter oriëntatie van andere bijen. Het is een van de eerst ontdekte feromonen en iedere imker kent de wat bloemige geur die wordt geproduceerd door een klier op de rug in het achterlijf van werksters (zie foto's). Al in 1901 veronderstelde de Engelsman Frederic Sladen dat de Nasonovklier een rol speelde bij het terugvinden van de korf door gedesoriëteerde bijen.

Voetafdrukferomoon Bij werksters heeft deze geurstof een rol bij de zoektocht naar nectargevende bloemen. Het voetafdrukferomoon versterkt het effect van het Nasonovferomoon.

Het voetafdrukferomoon, dat door de koningin op de raten waarop ze loopt wordt achtergelaten, bestaat uit een olieachtige substantie die door de tarsiaklieren (de tarsus is de 'voet' van de bij) wordt geproduceerd. Het onderdrukt de aanmaak van koninginnendoppen en daarmee de vorming van zwermen. Hoe ouder de koningin wordt hoe minder van dit feromoon wordt aangemaakt en dus hoe groter de kans op zwermgedrag in de kast.

Fourageerferomoon Dit feromoon, ethylolfaat, wordt door de haalbijen uitgescheiden en stelt in werksterbijen de overgang van broedzorg- naar haalbij uit. Hierdoor wordt de verhouding tussen aanmaak en verzorging van broed en de toevoer van nectar en pollen automatisch in balans gehouden.

Koninginmandibulair (=monddeel) feromoon Dit feromoon, alleen uitgescheiden door de koningin, heeft een enorm effect op het functioneren van het volk. a) Het onderdrukt de ontwikke-

foto Bram Cornelissen



Feromoon uit speekselklier van larven heeft groot effect



Vanuit een klier in het achterlijf verspreidt de werkster het Nasonovferomoon...

ling van het ovarium van werksters, b) trekt darren aan tijdens de bruidsvlucht, c) houdt de zwermtros bij elkaar en d) houdt (samen met vier additionele geurstoffen afkomstig van, opmerkelijk, verschillende klieren) werksters bijeen in de 'hofhouding'.

Broed (herkennings) **feromoon** Dit feromoon, bestaande uit tien verschillende vetzuuresters en geproduceerd in de speekselklieren van de larven, heeft een groot aantal effecten. Naast het in het NRC-artikel beschreven effect, onderdrukt het de ontwikkeling van ovaria in werksters, wordt het gebruikt om werksterlarven van darrenlarven te onderscheiden, heeft het effect op de taakverdeling tussen de werksters etc. Werksters die aan dit feromoon worden blootgesteld worden eigenlijk geheel andere bijen. Het gedrag verandert en de werking van de klieren waarmee het voedsel voor de larven verandert. Deze veranderingen berusten op veranderingen in de hersenen. Afhankelijk van de leeftijd van werkster wordt in de hersenen de broedzorgfunctie (in jonge bijen) of die van haalbij (bij oudere bijen) extra 'aangezet'.

Balans

Samen met het fourageerferomoon lijkt het broedherkenningsferomoon de samenstelling van het volk en de balans tussen inkomsten (halen van nectar en pollen) en uitgaven (voeren van larven) te bepalen. Om dat te bereiken moeten de verschillende taken in een volk op elkaar zijn afgestemd. Het aantal haalbijen, maar ook de snelheid en intensiteit waarmee bloemen worden bezocht, bepalen hoeveel wordt binnengebracht. Het haalgedrag van een volk wordt beïnvloed door verschillende factoren. De belangrijkste zijn de genetische aanleg, de kwaliteit van het drachtgebied, de aanwezigheid van een pollenvoorraad, de ruimte voor verdere uitbouw van de voorraden en de opbouw van het volk, ofwel de relatieve aantallen haalbijen en broedzorgbijen.

De grootte van de voorraden en het aantal in een volk aanwezige larven beïnvloeden elkaar: veel larven zorgen voor afname van de voorraad, terwijl veel voorraad leidt tot stimuleren van de koningin om meer eieren te leggen. Maar naast deze indirecte manier van beïnvloeding, zorgen de larven door het afscheiden van het broedherkenningsferomoon voor een directe sturing van de 'haal'inspanning. In volken waar het broedherkenningsferomoon bij wijze van experiment eenmalig van buitenaf was ingespoten, was het aantal haalbijen 150% groter. Ook de inspanning van elke individuele haalbij nam sterk toe. Haalbijen kwamen met 30% grotere pollenvruchten terug bij de kast. Bijen die gespecialiseerd waren op nectar begonnen grotere hoeveelheden pollen binnen te brengen. De verscheidenheid aan pollen die werd binnengebracht werd kleiner, wat mogelijk betekent dat



...en wijst zo haar zusters de weg

speurbijen die een goede dracht hebben gevonden, andere haalbijen veel sterker gaan beïnvloeden om op dezelfde dracht te vliegen.

En de gemiddelde vlucht van een haalbij werd spectaculair korter. Een onbehandelde haalbij deed gemiddeld 20 minuten over een drachtvlucht. Bijen die extra feromoon kregen volbrachten een fourageerbeurt in slechts vijf minuten!

Samenvattend: een volk met veel larven probeert de pollenopbrengst, en daarmee de toegang tot meer eiwit als voer voor de larven, op alle mogelijke manieren te verhogen. Tegelijkertijd wordt de koningin aangezet tot het leggen van meer eieren, de werksters besteden meer tijd aan de voeding van de koningin en zijn langer bezig met de zorg voor het broed. De combinatie van al deze veranderingen is dat na negen dagen het onbehandelde volk een raatoppervlak van 1250 cm² had gevuld met broed, terwijl dit in de behandelde volken meer dan 1750 cm² was.

Beïnvloeding

Het is niet verwonderlijk dat men, gezien de diepgaande effecten van broedherkenningshormoon op het functioneren van een volk, al heeft geprobeerd om de ontwikkeling van bijenvolken te beïnvloeden. Momenteel wordt onderzoek gedaan of het mogelijk is om de ontwikkeling in een volk gedurende een winterperiode (in een klimaat waar de temperatuur relatief hoog blijft) gaande te houden met behulp van broedherkenningsferomoon en een eiwit-supplement. Een ontwikkeling waar we in ons klimaat niet over hoeven te denken, mochten we dat al willen.

Maar dit overzicht maakt wel duidelijk dat de invloed van broed in het volk veel complexer is dan ik in ieder geval me bewust was.

Literatuur

1. Lamprecht, E. Schmolz & B. Schrickler (2008) Pheromones in the life of insects. Eur. Biophys. J. 37:1253-1260
2. Pankiw (2007) Brood Pheromone Modulation of Pollen Forager Turnaround Time in the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) J. Insect Behav. 20: 173-180
3. Smedal, M. Brynem, C. D. Kreibich & G. V. Amdam (2009) Brood pheromone suppresses physiology of extreme longevity in honeybees (*Apis mellifera*). J. Exp. Biol. 212: 3795-3801
4. R. Sagili & T. Pankiw (2009) Effects of Brood Pheromone Modulated Brood Rearing Behaviors on Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Colony Growth. J. Insect. Behav. 22:339-349
5. Pankiw, R.R. Sagili & B. N. Metz (2009) Brood Pheromone Effects on Colony Protein Supplement Consumption and Growth in the Honey Bee (*Hymenoptera: Apidae*) in a Subtropical Winter Climate. J. Econ. Entom. 121: 1749-1755
6. Alaux, Y. Le Conte, H. A. Adams, S. Rodriguez-Zas, C. M. Grozinger, S. Sinha & G. E. Robinson (2009) Regulation of brain gene expression in honey bees by brood pheromone. Genes, Brain and Behavior 8: 309-319