

Werkverdeling in een bijenvolk, een platte organisatie (2)

Romé van der Zee

In deel 1 van deze serie heb ik beschreven hoe een bijenvolk zich zeer snel aan veranderende omstandigheden aan kan passen omdat het decentraal georganiseerd is. In een dergelijk decentraal georganiseerd systeem kunnen drachtbronnen of specifieke behoeften binnen een bijenvolk in korte tijd favoriet worden.

In dit tweede en laatste deel van deze serie ga ik wat dieper in op de genetische en neurofysiologische aspecten van het bijengedrag.

306

De verschillende taken in een bijennest zijn ruimtelijk verdeeld. Met als middelpunt het broednest kun je je een aantal concentrische taakcirkels voorstellen. Bij het overgaan naar een volgende ontwikkelingsfase verwijderen bijen zich verder van het broednest en oefenen nieuwe taken uit. Taakverdeling per ruimte is logistiek gezien voordelig. Er wordt geen tijd verspild in het zoeken naar werk over een grote afstand. Binnen hun eigen sector zijn de werksters optimaal geïnformeerd. Door afname vanuit de buitenste cirkel, omdat de oudste haalbijen afsterven, ontstaat een aanvullingsvraag naar de binnen gelegen cirkels. Vanuit de binnenste cirkel dient zich een aanbod van jonge bijen aan die nieuwe taken in een volgende cirkel kunnen vervullen. Maar welk mechanisme brengt bijen ertoe die nieuwe taak op zich te nemen? Is dat het eenvoudigweg ruimtelijk doorstromen van werkzoekende bijen als gevolg van vraag en aanbod? Of spelen daarbij andere factoren een rol? Is er ook een genetische en hormonale aansturing die bijen geschikt maakt voor een volgende taak?

Sociale genen

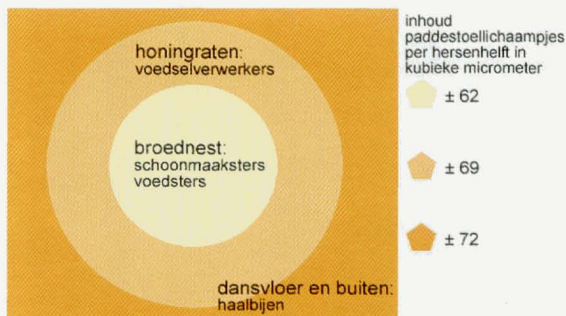
Het genetisch onderzoek staat nog in de kinderschoenen. Het valt niet mee om vast te stellen welke genen betrokken zijn bij sociaal gedrag. De aandacht concentreert zich nu op het zogenaamde per-gen. Bij verschillende insecten is vastgesteld, dat dit per-gen gerelateerd is aan de tijdscyclus waarin werkzaamheden worden verricht. Er blijken verschillen te zijn in de snelheid van die tijdscyclus tussen genetisch verschillende bijenvolken. De snelle types bewegen sneller en in kortere perioden. Onderzocht wordt of het per-gen daarbij een rol speelt.

Daarnaast wordt onderzocht welke genen verantwoor-

delijk zijn voor de moleculaire opbouw en uitgroei van de mushroom bodies in de hersenen van de bijen. Gehoopt wordt zo meer inzicht te krijgen in de samenhang tussen de expressie van genen in de vorm van moleculaire structuren en het sociaal gedrag dat daaruit volgt. Zie voor een beschrijving van de mushroom bodies het maartnummer van BIJEN 13(3): 67-69 (2004).

Neurofysiologisch systeem

Een belangrijk bijenhormoon, het juvenielhormoon wordt geproduceerd door klierweefsel, de corpora allata, die tegen de hersenen aanliggen. (afbeelding 1). Nadat bijen hun broedcel verlaten hebben vinden er nog voortdurend lichamelijke veranderingen plaats. Het gehalte juvenielhormoon blijkt in iedere opvolgende arbeidsfase toe te nemen. Aangenomen wordt dat het aangaan van nieuwe taken mede het gevolg is van hormonale ontwikkelingen. Maar die hormonale ontwikkelingen kunnen op hun beurt weer beïnvloed worden door invloeden van buiten. Denk daarbij aan voedsterbijen, die als gevolg van bijdansen en los van hun leeftijd, overschakelen op nectarverwerking of het binnenhalen van een plotselinge dracht. Deze voedsterbijen zochten niet naar werk en ondergaan een versnelde hormonale ontwikkeling. Omgekeerd kunnen bijen door hun gedrag het gehalte aan juvenielhormoon bij jongere bijen afremmen, als daar een noodzaak toe bestaat. Vermoedelijk wordt deze remming uitgevoerd door feromonen in de kaakklieren, die via direct contact worden overgebracht. Net zoals de afgifte van gelijksoortige feromonen uit de kaakklieren van de moeder de fysieke ontwikkeling van werksters remt.



Afbeelding 1: In de periode tussen uitlopen en vliegrij, neemt de omvang van de paddestoellichaampjes, als gevolg van leerprocessen, met ongeveer 20 % toe.

Hormoonproducerende klieren worden aangestuurd door het zenuwstelsel, dat allerlei prikkels uit de buitenwereld verwerkt. Voedsterbijen reageren eerder op prikkels die gericht zijn op broedverzorging, haalbijen op prikkels die gericht zijn op foerageren. Daarbij zijn chemische prikkels waarschijnlijk van overwegend belang. Immers, de bijenverblijfplaats is meestal donker, er is maar een geringe gehoorsontwikkeling bij bijen, terwijl ze wel beschikken over zeer ontwikkelde zintuigen voor chemische prikkels. In de voelsprietten worden in hoofdzaak de geursignalen verwerkt. Daar vinden de eerste leer- en geheugenprocessen plaats. Naast geur zijn er nog andere mogelijkheden om chemische prikkels over te dragen, b.v. door het doorgeven van chemische stoffen tussen bijen onderling (trofallaxis).

De chemische stofjes, aminen, die een grote rol spelen bij het veroorzaken van specifiek gedrag, zijn dezelfde als die bij mensen in de zenuwoverdracht een rol spelen: dopamine, serotonine en octopamine. Oudere bijen hebben deze drie stofjes in een grotere hoeveelheid in hun hersenen dan jonge bijen. Vooral octopamine, in een hoog gehalte aanwezig in haalbijen, lijkt een hoofdrol te spelen in de aan leeftijd gerelateerde werkverdeling in een bijenvolk. Onder laboratoriumomstandigheden kan octopamine de aanmaak van juvenielhormoon stimuleren. En omgekeerd leidt toediening van juvenielhormoon tot een verhoging van het octopaminegehalte.

Het hormoonsysteem en het zenuwstelsel worden geïntegreerd in het schakelsysteem van de bijenhersenen, de *mushroom bodies*, afbeelding 2 (paddestoelvormige lichaampjes, BIJEN 13(3): 67-69 (2004)).

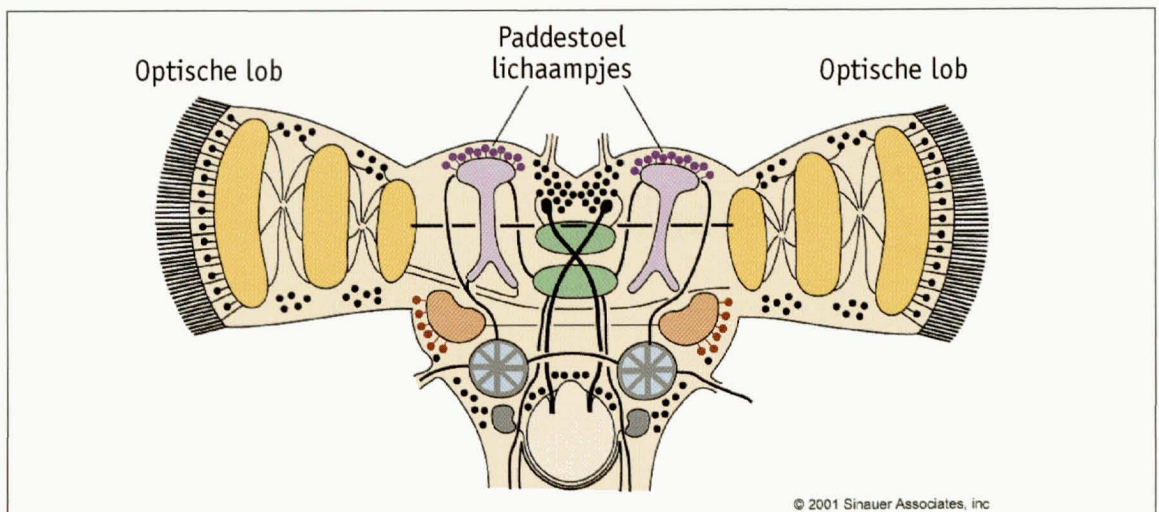
Bij oudere bijen neemt het volume van deze hersenstructuur toe. Er is blijkbaar een samenhang tussen deze uitgroei van hersencellen en het leren en verwerken van kennis.

Gedragsontwikkeling bij werksters veronderstelt vaardigheid in leren en de mogelijkheid informatie te onthouden. Voor het efficiënt binnenhalen van een dracht moet een haalbij leren welke route gevolgd moet worden, hoe de nectar uit uiteenlopende bloemen gewonnen kan worden, en hoe zij dit door middel van bijendansen kan overbrengen. De *mushroom bodies* zijn het leercentrum waar deze informatie verwerkt wordt en de lichaamsfuncties zo worden aangestuurd, dat het gedrag optimaal uitgeoefend kan worden. Het overstappen van werksters op nieuwe taken, is een samenspel van vraag en aanbod in het volk, hormonale ontwikkeling en informatieoverdracht van chemische prikkels.

Permanente en tijdelijke specialisatie

Het ligt voor de hand dat natuurlijke selectie kan leiden tot permanente verschillen tussen de groepsleden, zodat ze optimaal geschikt zijn om hun gespecialiseerde taken te vervullen. Werksters hebben maar een beperkt ontwikkelde mogelijkheid om eitjes te leggen. De moeder, die groter van stuk is, produceert voortdurend nageslacht. Een ander voorbeeld is de soldatenkaste in een mierenvolk met sterk ontwikkelde kaken om effectief te kunnen vechten.

Anders dan in een mierenkolonie zijn in een bijenvolk de permanente specialisaties echter maar beperkt aanwezig. Kenmerkend is het tijdelijk karakter van de uitgevoerde werkzaamheden. De arbeidsverdeling in een bijenvolk verloopt volgens een standaard ontwik-



© 2001 Sinauer Associates, inc

Afbeelding 2: Paddestoellichaampjes als onderdeel van het centraal zenuwstelsel van honingbijen.

kelingspatroon. Van eerst voedsterbij, in het broednest, tot uiteindelijk haalbij, om water, nectar, pollen en propolis te verzamelen. De tijd die aan de diverse activiteiten wordt besteed is uitermate flexibel. Afhankelijk van de omstandigheden kunnen sommige fases eerder worden ingegaan dan gebruikelijk, of kan worden teruggevallen op eerdere activiteiten. Juist die flexibiliteit is een groot voordeel van tijdelijke specialisatie. Er kan veel sneller gereageerd worden op veranderende omstandigheden. Als in een bijenvolk de arbeidsverdeling permanent georganiseerd was, dan zou alleen door verwijdering of dood van overbodige werksters en het selectief reproduceren van aangepaste nieuwe werksters een antwoord gevonden kunnen worden. Veel te traag in een omgeving die van minuut tot minuut verandert.

308

Conclusie

In een bijenvolk kunnen de behoeften in snel tempo veranderen net als drachtbronnen slechts een korte tijd aantrekkelijk zijn. Een bijenvolk dat decentraal georganiseerd is kan op deze snelle veranderingen snel inspelen. Als het bijenvolk georganiseerd zou zijn op een centrale planning dan zou een beperkte groep super-kennisbijen voortdurend geïnformeerd moeten

worden over alle informatie van belang in de omgeving. Zij zouden die kennis moeten kunnen integreren en omzetten in zinvolle beslissingen, die weer doorgegeven moeten worden aan iedere afzonderlijke bij. Het verwerken van tekens uit de omgeving en actieve informatieoverdracht met behulp van signalen door iedere bij afzonderlijk is veel effectiever. Het neurofysiologische systeem van de individuele bij is afgestemd op de flexibele verwerking en aansturing van snel veranderende behoeftes.

Als een imker in zo'n organisatie ingrijpt, is dat dan het beste van twee werelden, of een conflict tussen twee organisatievormen?

Literatuur

- Seeley, Thomas D., The wisdom of the hive.
 Robinson, Gene E., From society to genes with the honey bee. American Scientist, vol. 86, nummer 5 pag. 456
 Schneider, Stanley E. and Lewis, Lee A., The vibration signal, modulatory communication and the organization of labor in honey bees, Apis mellifera. Apidologie 35 (2004) pag. 117-131.

advertentie

Voor een geneesmiddelenonderzoek (afkorting: PVB/0011) zijn we op zoek naar

Mannen en vrouwen (18 jaar of ouder) die allergisch zijn voor bijensteken

Dit onderzoek betreft een nieuw geneesmiddel dat ontwikkeld is voor de behandeling van allergische reacties bij bijensteken.

Het onderzoek wordt uitgevoerd door Dr. Roovers, Tilburg, Dr. Oude Elberink, Ac. Ziekenhuis, Groningen.

Voorafgaand aan het onderzoek vindt een medische keuring plaats. Tijdens het onderzoek wordt u of met een al bestaand middel ofwel met het nieuwe geneesmiddel tegen uw allergie behandeld. Het lot bepaalt welke behandeling u zult ondergaan.

De behandeling duurt tot en met de zomer 2006. Aan het eind wordt naar de effectiviteit van de behandeling gekeken door middel van een opzettelijke bijensteek, in een veilige omgeving (op de dagbehandeling van een ziekenhuis).

Als de behandeling effectief blijkt te zijn, betekent dit dat u bij een toekomstige bijensteek veel minder kans op een algemene allergische reactie heeft.

Voor dit onderzoek komt u in het begin wekelijks, daarna één keer per maand naar uw allergoloog. Er zijn minimaal 14 bezoeken noodzakelijk.

Per bezoek aan de arts wordt € 25,- vergoed ter dekking van de (reis)kosten. Bij grote afstanden wordt dit bedrag aangepast.

Het ondergaan van de bijensteek wordt vergoed met € 100,-.

De reiskosten worden eveneens vergoed.

Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met: *Bureau Special Secretary Service, tel.: 0297 – 231249.*