

Onderzoek aan Insecten

ENTOMOLOGIE 80 ENTOMOLOGY



1

Ontelbaar, onmisbaar en toch ongeliefd

Door Joop van Lenteren en Marcel Dicke

De drie miljoen koeien in Nederland kakken elk een kleine 60 liter per dag. Samen dus dagelijks 180 miljoen liter. Toch lopen we niet tot onze nek in de koeienkak. En dat hebben we te danken aan insecten die koeienkak eten en omzetten in droger materiaal (figuur 1). Waarom hebben de meeste mensen dan toch zo'n hekel aan insecten? Als je iemand vraagt om een aantal insecten te noemen, krijg je meestal iets te horen als: wespen, vliegen, muggen, mieren, en daarna pas vlinders. Waarom altijd de lastposten voorop?

Het ligt voor de hand dat we de vervelende insecten goed kennen want daar moeten we ons tegen verdedigen. Gelukkig vormen de nare soorten maar een fractie van het totaal aantal soorten, om precies te zijn 0,5 % (5000 plaagsoorten van de in totaal 1 miljoen bekende soorten insecten).

Huisvliegen vinden we vervelend, maar de vliegen die allerlei soorten uitwerpselen van dieren opruimen zijn dus heel nuttig. En maden van weer andere vliegen worden tegenwoordig gebruikt om wonden te genezen (I&M 11). Kort geleden had iemand met suikerziekte (diabetes) een voetwond die maar niet wilde genezen. Alle moderne medische behandelingen faalden totdat een arts voorstelde om madentherapie te proberen. Maden van de bromvlieg *Lucilia sericata* leven van dood weefsel en verwijderen de bacteriën die een wond infecteren door de productie van antibiotica (figuur 2). Bovendien versnellen de maden het sluiten van de wond. In een tijd waarin hitech floreert en we denken alle moderne problemen op te kunnen lossen met complexe technologieën, redden insecten mensenlevens waar de moderne technologische hoogstandjes geen oplossing meer kunnen bieden. Madentherapie was in de vergetelheid geraakt na de opkomst van antibiotica rondom 1930. Vertrouwen op een beperkt aantal antibiotica heeft onderzoek naar nieuwe antibiotica gestopt. En nu bacteriën in hoog tempo resistent worden tegen antibiotica staat ons leven op het spel. Vliegenmaden zijn niet de enige insecten die antibiotica produceren. Insecten leven al meer dan driehonderd miljoen jaren samen met microben - wij pas een half miljoen jaar - en hebben hun eigen mechanismen ontwikkeld om te kunnen overleven. We kunnen daarom waarschijnlijk nog wel meer nieuwe antibiotica vinden in insecten.

In dit boek vertellen we over de enorme diversiteit van insecten. Dat doen we niet door lange lijsten af te drukken. Overzichten van honderdduizenden soorten insecten zijn eenvoudig op internet te vinden. Wij illustreren die diversiteit door te vertellen over insecten die wij goed kennen. Zo laten we u meeproeven van het spannende, soms frustrerende, maar vaak ook ontzettend bevredigende onderzoek dat wij in Wageningen verrichten.

Titelfoto
Punky rups van de mot *Hyalophora cecropia*.

Figuur 1
Mestkevers en hun voedsel – olifantenpoep – worden beschermd in Zuid-Afrika.

Figuur 2
Maden die een menselijke wond schoonmaken.



Het insectenrijk

Insecten komen op de meest onverwachte plaatsen voor (figuur 3). Ze leven in hete geisers en koude gletsjers, ze vreten kurk van wijnflessen, en ze kunnen overleven onder omstandigheden waar mensen dood gaan. Er is een mug die als larve in uitgedroogde toestand bij – 270 °C kan overleven en er is een vliegsoort die 1 minuut bij 102 °C kan overleven. Insecten hebben zintuigen die zeer gevoelig zijn. De reukorganen van insecten zijn veel gevoeliger dan het beste instrument dat mensen kunnen maken. Insecten kunnen dus worden ingezet als een gevoelige sensor om geurstoffen te detecteren, bijvoorbeeld om ziekten of springstoffen op te sporen. Insecten gebruiken die gevoelige zintuigen om in de grote wereld



Figuur 3
Trichogramma brassicae sluipwesp lift mee met een vrouwtje van het grote koolwitje.

om hen heen hun weg te vinden. Als kleine dieren zijn ze afhankelijk van goede zintuigen om hun voedsel te vinden, of een partner, en om hun vijanden te ontlopen (zie hoofdstukken 6 en 12). Hoe goed insecten een delicatete weten te vinden is duidelijk als je in hoge nood in het bos je behoefte doet: nog voor je verder loopt zijn de eerste vliegen al gearriveerd om hun eieren te leggen in de verse voedselbron. Dat goede zoekvermogen van insecten wordt nuttig gebruikt door detectives en politie. Aan de hand van de insecten die op of in een slachtoffer voorkomen bepalen ze waar en wanneer iemand om het leven is gebracht (I&M 7).

Er zijn veel meer soorten insecten dan soorten van enige andere diergroep. Het aantal insectensoorten maakt driekwart uit van alle diersoorten. Er zijn waarschijnlijk ongeveer tien miljoen soorten insecten, waarvan we er pas één miljoen kennen. Insecten zien er totaal anders uit dan mensen en hun biologie is ook anders dan die van ons. En toch kunnen we veel leren over mensen door insecten te onderzoeken. De hersenen van insecten zijn vele malen kleiner dan onze hersenen en vele malen minder complex. Toch zijn de basale hersenfuncties bij mens en mug vergelijkbaar. Zó vergelijkbaar dat hersenonderzoek in toenemende mate plaatsvindt aan insecten in plaats van ratten. Vliegen kweek je nog makkelijker dan ratten en hun hersenen zijn onder een moderne microscoop goed te onderzoeken zonder dat je ze in plakjes hoeft te snijden, zoals met rattenhersen gebeurt. Over onderzoek aan insectenhersenen vertellen we in hoofd-

stuk 4 en dat insecten kunnen leren laten we in hoofdstukken 4 en 5 zien. Voorbeelden uit de insectenwereld worden ook nogal eens gebruikt om te vergelijken met het gedrag van mensen. Met bewondering en afgunst kijken we vaak naar de ijver en discipline van mieren en bijen. Ze kunnen enorme kolonies vormen, die ogenschijnlijk als geoliede machines functioneren. Maar werkt het bij insecten nu echt allemaal zoveel beter dan bij de mens? Helaas niet, ook insectenmaatschappijen hebben zo hun problemen die in hoofdstuk 15 besproken worden. Ze kunnen lijden onder ziekten en plagen en bovendien breekt er soms anarchie uit. Net mensen dus.

De soortenrijkdom bij insecten is voor een deel het gevolg van hun kleine afmetingen, want daardoor kunnen ze hun levenscyclus voltooien op een klein plekje. En omdat er heel veel verschillende kleine plekjes zijn, kunnen soorten zich aanpassen aan die plekjes. Zo vind je verschillende soorten in de bast en het hout van een struik, in dikke en dunne takken, in grote of kleine bladeren, op of in de bladeren, weer andere soorten in de buiten- of binnenkant van vruchten, en nog weer andere soorten in de wortels. Dan heb je op die struik ook nog allerlei insecten die in andere insecten leven (insectenparasieten, hoofdstuk 12 en I&M 10) of die insecten vreten (rovers of predatoren). Een struik levert ruim voldoende voedsel voor honderden insecten, maar niet genoeg voor één hert. Ook de ouderdom van het insectenrijk verklaart de diversiteit aan soorten. Ze komen veel langer op aarde voor dan gewervelde dieren. Tenslotte verklaart ook hun korte generatieduur de diversiteit. Door de snelle opvolging van generaties is de invloed van natuurlijke selectie groot. De soorten passen zich in korte tijd aan een nieuwe of veranderende omgeving aan (I&M 5).

Orde aanbrengen

Hoe kunnen we in dat enorme aantal insectensoorten enige orde aanbrengen? Gelukkig is daar al lang aan gewerkt en nu bestaan er mooie overzichten waarbij het insectenrijk in 29 orden is verdeeld (figuur 4). Niet alle orden komen in Nederland voor, want Nederland is een klein land, waar slechts 20.000 soorten insecten te vinden zijn. Toch worden zelfs in Nederland, waar al honderden jaren aan insecten wordt gewerkt, nog steeds nieuwe insecten ontdekt. Een voorbeeld van zo'n ontdekking staat in hoofdstuk 16.

Bij het ordenen van insecten heeft men in eerste instantie gewoon gekeken naar uitwendige kenmerken van insecten. Leken die insecten op elkaar, dan kwamen ze in dezelfde orde. Dat zou je zelf waarschijnlijk ook doen nadat je een flinke hoeveelheid insecten had verzameld. Alle vliegen zou je bij elkaar zetten omdat ze twee vleugels hebben (Diptera = Tweevleugeligen), terwijl de meeste insecten vier vleugels hebben. Mieren, bijen, en wespen zou je ook bij elkaar zetten omdat ze doorzichtige, vliesachtige vleugels hebben (Hymenoptera = Vliesvleugeligen). Alle kevers komen bij elkaar te staan omdat ze twee dekschilden hebben met twee 'uitklapbare' vleugels (Coleoptera = Schildvleugeligen). Vlinders zet je bij elkaar omdat ze allemaal schubben op hun vleugels hebben (Lepidoptera = Schubvleugeligen). En met deze vier orden hebben we het grootste deel van de insecten al een plek gegeven. Helaas zijn niet alle soorten zo gemakkelijk te groeperen. Tegenwoordig gebruiken we naast opvallende uiterlijke kenmerken ook DNA-profielen om soorten een plek te geven.

Het belang van insecten

Insecten voorkómen in ieder geval dat we elke dag door een brei van koeienkak moeten lopen. Insecten ruimen ook heel veel andere zaken op.

Ze zorgen er voor dat veel dood materiaal wordt omgezet in stoffen die weer kunnen worden gebruikt voor opbouw van planten en dieren. Deze insecten die 'rommel opruimen' noemen we afvalruimers of sapro-fagen. Andere insecten zijn vleeseters of carnivoren: rovers zoals lieveheersbeestjes en sluipwespen. Ook die groep van insecten is voorname-lijk nuttig voor de mens want ze vallen plaaginsecten aan en zorgen voor gratis plaagbestrijding (hoofdstuk 17). Dan is er een derde groep, de plan-teneters of fytofagen. De planteneters vormen soms een probleem voor de mens, omdat ze planten eten die wij ook graag als voedsel gebruiken. Toch is dit maar een klein deel van de soorten. De meeste soorten insecten eten van planten die wij niet eten, of ze eten zo weinig dat we er geen last van hebben.

Het is niet eenvoudig, maar wel erg belangrijk om de nuttige rol van de insecten uit te drukken in geld. Veel mensen raken pas overtuigd van het belang van insecten als ze dat in een geldbedrag uitgedrukt zien. Entomologen zijn een paar jaar geleden voor één groep nuttige insecten, de natuurlijke vijanden van plagen, nagegaan wat hun werk in de natuur voor ons betekent. Ze kwamen op een bedrag van 360.000.000.000 euro per jaar (360 miljard euro per jaar!!). Als we daar ook de andere nuttige functies bijtellen, zoals die van rommel opruimen en bestuiven, komen we op een nog veel hoger bedrag uit. En dan hebben we nog niets eens berekend wat al die insecten waard zijn die dagelijks door mensen worden gegeten (I&M 6). Kortom, het is in ons eigen belang om heel voorzichtig met onze insecten om te gaan. Voor je het weet roei je ze uit met bestrij-dingsmiddelen, en moet je betalen voor alle nuttige functies die insecten nu gratis voor ons uitvoeren.

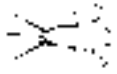

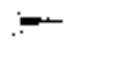





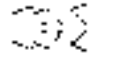

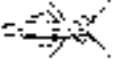





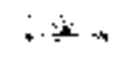


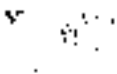






Mooie insecten

Tot nu toe hebben we het over nuttige en schadelijke insecten gehad. We weten dat de meeste insectensoorten van levensbelang zijn voor de mens. Insecten kunnen ook gewoon plezier opleveren. Over die prettige aspecten van insecten vertellen we vooral in de sectie over Insecten en Maatschappij. Insecten zie je regelmatig op schilderijen, soms omdat ze gewoon mooi zijn, vaak omdat ze een speciale betekenis hebben binnen zo'n schilderij (I&M 1). Er bestaat een groot aantal bijzonder mooie ge-dichten over insecten. Die gedichten kunnen over de prachtige kleuren of het drukke gedrag gaan, en in weer andere gedichten worden insecten als metafoor gebruikt. Ook in de spreektaal worden insecten ge-bruikt om iets prettigs uit te drukken (het gevoel van 'vlinders in je buik'). En regelmatig staan er boeiende stukken over insecten in de krant (I&M 4). Dan zijn er nog spannende films met insecten (I&M 2), boeken over de rol van insecten in een bepaalde cultuur (I&M 8), en verhalen die vertellen hoe insecten de loop van de menselijke geschiedenis hebben bepaald (I&M 3). In vrijwel elke roman tref je insecten aan en we vragen ons af of er eigen-lijk wel boeken zijn zonder insecten.

Insecten in dit boek

Het Wageningse onderzoek richt zich op het begrijpen van de biologie van insecten. Als we de biologie kennen, kunnen we insecten inzetten om mensen te helpen en ook een bijdrage leveren aan het oplossen van pro-blemen die insecten veroorzaken. Maar het bestuderen van die biologie is ook verschrikkelijk spannend zonder dat je direct naar een toepassing zoekt. Een voorbeeld: vliesvleugelige insecten zoals sluipwespen hebben invloed op het geslacht van hun kinderen. Als ze een ei leggen in een gast-heer, een ander insect, dan kunnen ze kiezen of ze een zoon of een doch-ter krijgen. Voor een zoon wordt hun ei niet bevrucht en hij krijgt alleen een

Figuur 4 (zie p. 18 en 19)
Overzicht van het insectenrijk
(gebaseerd op diverse bronnen en met hulp van Yde Jongema, Wageningen Univer-siteit).
Voor een regelmatig bijgehouden lijst van insectensoorten, zie www.nederlandsesoorten.nl en www.naturalis.nl en vervolgens naar 'Biodiversiteit in Nederland', onder 'Zoölogische Diversiteit in Nederland' vind je dan aantallen.
* vertegenwoordigers van deze orde komen niet voor in Nederland

		schatting aantal beschreven soorten wereldwijd	aantal soorten in Nederland	komt voor in hoofdstuk		schatting aantal beschreven soorten wereldwijd	aantal soorten in Nederland	komt voor in hoofdstuk	
Franjestaarten (Thysanura)		370	150		Luizen (Phthiraptera)		> 3.000	145	11, 20, I&M3, I&M4
Haften (Ephemeroptera)		2.000	57		Kevers (Coleoptera)		> 150.000	4035	1, 2, 6, 8, 11, 16, 17, 18, 19, I&M1, I&M2, I&M3, I&M4, I&M5, I&M6, I&M7, I&M8, I&M10
Libellen (Odonata)		5.000	64	2, 20, I&M1, I&M4	Elzenvliegen (Megaloptera)			3	
Sprinkhanen en krekels (Orthoptera)		> 20.000	46	2, 16, 18, I&M2, I&M4, I&M5, I&M8, I&M9	Kameelhalsvliegen (Raphidioptera)		5.500	5	
Wandelende takken (Phasmatodea)*		> 2.500			Gaasvliegen (Neuroptera)			51	
Oorwormen (Dermaptera)		1.800	5	2	Bijen, wespen en mieren (Hymenoptera)		115.000	4437	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, I&M1, I&M2, I&M3, I&M4, I&M6, I&M8, I&M9, I&M10
Steenvliegen (Plecoptera)		2.000	29		Kokerjuffers (Trichoptera)		> 7.000	180	
Termieten (Isoptera)*		> 2.300		6, 16, I&M6, I&M8	Vlinders (Lepidoptera)		150.000	2244	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 19, 20, I&M1, I&M2, I&M3, I&M6, I&M7, I&M8, I&M10
Bidsprinkhanen (Mantodea)*		1.800		11, 20, I&M2, I&M8	Vlooien (Siphonoptera)		2.380	49	13, I&M2, I&M3, I&M4
Kakkerlakken (Blattodea)		< 4.000	8	2, 20, I&M2, I&M4	Schorpioenvliegen (Mecoptera)		500	6	
Webspinners (Embioptera)		< 200	1		Waaiervleugeligen (Strepsiptera)		550	4	
Snavelinsecten (Hemiptera)		35.000	1.078	1, 2, 6, 7, 10, 11, 16, 17, 19, I&M3, I&M4, I&M6, I&M8, I&M9, I&M10	Vliegen en muggen (Diptera)		> 150.000	4984	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 18, 20, I&M1, I&M2, I&M3, I&M4, I&M6, I&M7, I&M8, I&M10, I&M11
Thripsen (Thysanoptera)		4.500	150						
Hout- en stofluizen (Psocoptera)		> 3.000	56						

set genen van zijn moeder. Voor het produceren van een dochter moet het ei bevrucht worden. Het sperma dat de sluipwesp daarvoor nodig heeft, heeft ze zorgvuldig opgeslagen in een opslagblaasje waarvan ze het klepje even opendoet als het ei passeert op weg naar de gastheer. Het ei wordt bevrucht en heeft een set genen van de moeder én een set van de vader (hoofdstukken 2 en 3). Sluipwespen kunnen tijdens het leggen van een ei nog veel meer ingenieuze beslissingen nemen, die allemaal bijdragen aan het verkrijgen van zoveel mogelijk nageslacht. Immers, hoe meer nageslacht een individu krijgt, hoe succesvoller dit dier is in de evolutionaire concurrentieslag met haar soortgenoten. Bij sommige insectengroepen is maagdelijke voortplanting zelfs aan de orde van de dag. Bladluizen bijvoorbeeld krijgen dochters zonder dat er een vader aan te pas komt, en die dochters krijgen weer kleindochters zonder tussenkomst van een man. Het is zelfs zo dat je in een bladluismoeder de kleindochters-in-wording kunt zien in de nog ongeboorte dochters (figuur 5). Geen wonder dat bladluispopulaties zo snel kunnen groeien!



Tibor Bukovinsky

Figuur 5
Perzikluizenvrouwtjes met jonge nymf.

Nog een voorbeeld van onderzoek waar we uit pure nieuwsgierigheid aan zijn begonnen, maar dat nieuwe ideeën voor bestrijding van plagen oplevert. Veel plantenetende insecten zijn ware veelvraters die planten helemaal kaal kunnen eten (I&M 9). Door te onderzoeken wat voor signalen die plantenetters gebruiken om hun voedsel te vinden kun je hun gedrag in de war brengen. Zo zorg je ervoor dat ze de plant niet vinden of er niet meer van willen vreten (hoofdstukken 9 en 10). Voor een plant die wordt aangevallen door insecten is het erop of eronder. Planten hebben een heel scala aan verdedigingsstrategieën. Sommige daarvan bestaan uit het vergiften van de plantenetters, bijvoorbeeld met nicotine. Er zijn echter altijd insectensoorten die door die verdediging heen breken (hoofdstuk 8). Maar gelukkig kunnen planten ook de vijanden van plantenetters, zoals sluipwespen en rovers, oproepen als lijfwachten (hoofdstuk 7). Dat doen ze door geurstoffen aan te maken na aantasting door plantenetters (figuur 6). Deze geurstoffen worden niet gemaakt als de plant met een schaar wordt verwond, maar specifiek in reactie op schade door plantenetters. Het kan nog spectaculairder. Sommige natuurlijke vijanden van plaaginsecten worden niet door de plant aangetrokken, maar liften



Hans Smid

gewoon mee op het lichaam van het plaaginsect om toe te slaan als dat plaaginsect haar eieren legt (hoofdstuk 11).

Naast onderzoek naar plaaginsecten in de landbouw onderzoeken we ook hoe we insecten kunnen bestrijden die de mens aanvallen, zoals de malariamug (figuur 7; hoofdstukken 13 en 14). Malaria is een van de belangrijkste ziekten, met 500 miljoen besmettingen en meer dan 1 miljoen doden per jaar. Het meeste malaria-onderzoek richt zich op de parasiet die overgedragen wordt door de Afrikaanse malariamug. Maar als je de biologie van de malariamug kent en de vijanden van de malariamug, dan kun je ook bestrijdingsmethoden ontwikkelen die de mug doden. Samen met onderzoekers in Tanzania vonden we dat een schimmel (*Metarhizium anisopliae*) zeer geschikt is om volwassen muggen ziek te maken en te doden. In plaats van hele dorpen met gif te moeten bespuiten kunnen we nu een voor mens en milieu veel betere bestrijdingsmethode toepassen.

Wageningse entomologen kom je over de hele wereld tegen. Ze werken in allerlei landen mee aan duurzame en schone bestrijdingsmethoden van belangrijke plagen, zoals sprinkhanen (hoofdstuk 18). Bij dat werk in de tropen werd pas na verloop van tijd duidelijk dat we op een heel verkeerde manier bezig waren. We vertelden als een echte Nederlandse schoolmeester aan boeren en boerinnen hoe ze hun insecten het best konden bestrijden. Maar dat werkte niet. We zijn toen als onderzoekers gaan samenwerken met de boeren en boerinnen in zogenaamde boerenveldscholen (farmer field schools). In die veldscholen, waar heel praktische proeven worden uitgevoerd die berusten op vragen en problemen van de boeren, bleek dat de boeren hun eigen problemen heel snel oplossen (hoofdstuk 19).

Ten slotte

We kunnen in dit boek onmogelijk een volledig overzicht van het onderzoek aan insecten schetsen. Wel hopen we dat de voorbeelden van ons eigen onderzoek interesse opwekken voor de wereld van Muggenzifters en Mierenneukers. Er zijn gelukkig genoeg mogelijkheden om ook zelf iets met insecten te gaan doen. Dat kan onder andere bij de Nederlandsche Entomologische Vereniging, waarin professionele en amateur-entomologen al meer dan 150 jaar samenwerken (zie www.nev.nl). En iedereen die op de hoogte wil blijven van ons onderzoek raden we aan onze website regelmatig te bezoeken (www.insect-wur.nl).

Figuur 6
Planten roepen om hulp.

Figuur 7
Malariamug die zich juist heeft gevolgd met menselijk bloed.