

Insecten in het veranderende klimaat

door Peter de Jong

Insecten zijn koudbloedig. Dat is een wat misleidende term, want het wil niet zeggen dat hun bloed letterlijk koud is. Het betekent wèl dat deze dieren niet of nauwelijks in staat zijn om hun lichaamstemperatuur door verbranding van voedingsstoffen constant te houden, zoals zoogdieren en vogels dat doen. Toch is die lichaamstemperatuur voor koudbloedige dieren als insecten belangrijk, want veel processen in het lichaam zijn afhankelijk van de temperatuur.

Insecten zijn voor hun lichaamstemperatuur vooral afhankelijk van hun omgeving. Bijvoorbeeld de snelheid waarmee spiervezels zich kunnen samentrekken neemt toe bij hogere omgevingstemperaturen. Voor een insect betekent dit dat het zich bij een hogere temperatuur sneller zal kunnen voortbewegen. Bij warm weer is het dus moeilijker vliegen vangen. Sneller voortbewegen kan ook betekenen dat het insect eerder een partner vindt om mee te paren, en zich daardoor sneller voortplant. Deze snellere voortplanting kan op zijn beurt allerlei gevolgen hebben voor het insect en zijn omgeving.

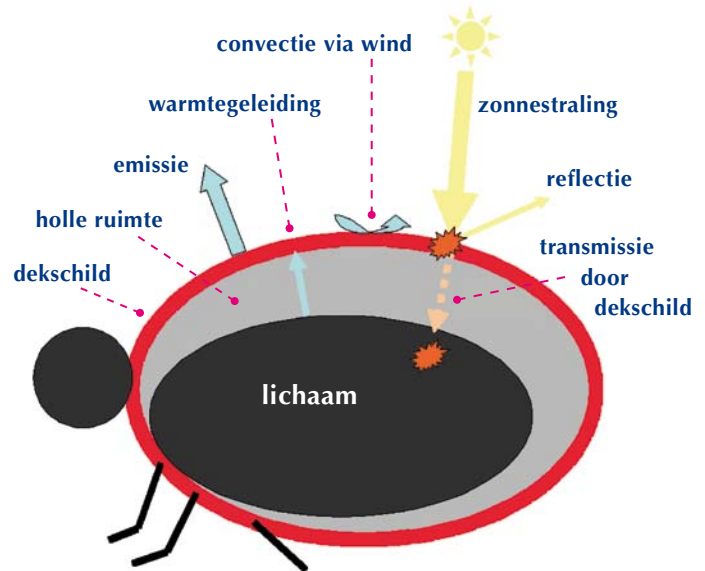
De positieve relatie tussen temperatuur en insectenactiviteit kent zijn grenzen. Er zijn minimum- en maximumtemperaturen waarbuiten de biologische processen in het lichaam niet meer mogelijk zijn. Bij die te hoge en te lage temperaturen kan het

figuur 1 Schema van een lieveheersbeestje met de processen die de warmtehuishouding beïnvloeden. De rode sterren geven locaties aan waar warmte geproduceerd wordt door absorptie van straling. Tussen het lichaam en de dekschilden bevindt zich een holle ruimte waarin de vliegvlugels in rust worden opgevouwen. Dit werkt als een isolerende laag die de warmte die dieper in het lichaam geproduceerd wordt, vasthoudt. Uiteindelijk ontstaat er een evenwicht, waarbij er een bepaalde buitentemperatuur is, een bepaalde temperatuur aan de oppervlakte van de dekschilden, en een bepaalde temperatuur in het lichaam.

Dr. Peter de Jong is insectendeskundige bij Wageningen Universiteit

insect dus niet leven. De tolerantie voor dit soort extremen verschilt van soort tot soort.

Het succes van insecten is dus rechtstreeks afhankelijk van het klimaat. Daarom mag je verwachten dat klimaatsverandering een heel directe invloed heeft op insecten en andere koudbloedigen. Als je weet hoe belangrijk insecten zijn in ecosystemen – driekwart van alle beschreven diersoorten zijn insecten, en deze hebben allemaal hun eigen functie in ecosystemen – dan kun je wel nagaan wat de impact zal zijn van klimaatsverandering op het leven op aarde.



De warmtebalans van een kever

Neem een kever als voorbeeld (figuur 1). Dit insect zit ergens waar een bepaalde temperatuur heerst, de zon schijnt op zijn schild en er waait een beetje wind. Hoe kunnen we nu bepalen hoe warm dit dier zal worden? Dit vereist de toepassing van enige natuurkunde.

De omgevingstemperatuur beïnvloedt voor een deel de lichaamstemperatuur van het insect. En er gebeurt meer. Een deel van de zonnestraling zal door het oppervlak van het insect worden teruggekaatst, een ander deel wordt geabsorbeerd. Het is ook mogelijk dat een deel van de zonnestraling dieper in het kevertje doordringt, bijvoorbeeld als hij dekschilden heeft die enigszins doorschijnend zijn. De geabsorbeerde zonnestraling wordt omgezet in warmte. Een deel van de warmte wordt aan het oppervlak weer afgevoerd door de wind, door een proces dat 'convectie' heet. Dieper in het insect, onder de dekschilden, staat geen wind. De warmte die hier ontstaat kan slechts worden afgevoerd door warmtegeleiding. Wanneer het insect warm wordt, gaat het zelf lang-golvige straling uitzenden. Bovendien wordt in het lichaam van de kever een klein beetje extra warmte geproduceerd door de stofwisseling, al is deze bij koudbloedige dieren van ondergeschikt belang.

Het kevertje vangt dus straling op, waardoor het warmer wordt en het raakt straling kwijt, waardoor het afkoelt. Volgens de wetten van de natuurkunde treedt er een evenwicht op waarbij de straling die binnenkomt gelijk is aan de straling die afgevoerd wordt. Bij

dit evenwicht past een bepaalde lichaamstemperatuur. Wanneer we dus een aantal klimaatsfactoren kunnen meten, en een paar eigenschappen van de kever kennen, zoals grootte en de mate van reflectie van hun dekschilden, kunnen we door het invullen van een natuurkundige formule de lichaamstemperatuur van de kever voorspellen. Als we dan bovendien de relatie weten tussen de lichaamstemperatuur en de activiteit van het insect, kunnen we voorspellen hoe verschillende klimaatsfactoren de activiteit van een insect beïnvloeden.

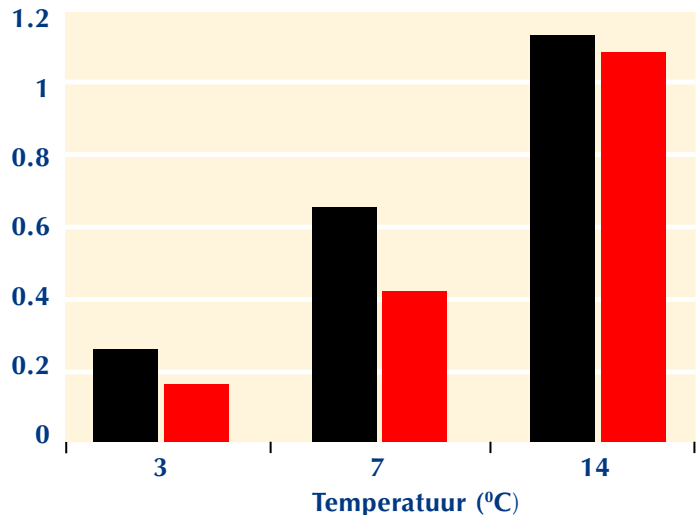
Dit natuurkundige model werd door onderzoekers toegepast op het tweestippelig lieveheersbeestje, een 'economisch belangrijk beestje' omdat hij bladluizen eet. Lieveheersbeestjes worden ingezet om op een natuurlijke manier bladluisplagen te bestrijden. Het tweestippelig lieveheersbeestje is bijzonder, omdat er twee kleurvormen bestaan: ze kunnen zwart zijn met rode stippen, of juist andersom: rood met zwarte stippen. Deze eigenschap biedt een mooie mogelijkheid om het effect van klimaat op de activiteit te onderzoeken: is er een verschil tussen de kleurvormen wat betreft hun warmtehuishouding?

Zwarte kevers werken harder

Een zwart voorwerp dat in de zon wordt gelegd absorbeert veel meer zonnestraling dan een lichter gekleurd voorwerp. Het zal daardoor warmer worden. Is dit ook zo bij de lieveheersbeestjes? De onderzoekers deden een aantal metingen aan lieveheersbeestjes, zoals aan de reflectie van de rode en zwarte dekschilden, de

Loopsnelheid (lijnen/seconde)

figuur 2 De loopsnelheid van rode en zwarte lieveheersbeestjes, gemeten als het aantal lijnen op ruitjespapier dat per seconde gepasseerd wordt. Het experiment is herhaald bij drie verschillende omgevingstemperaturen (drie, zeven en veertien graden Celsius), steeds met dezelfde lichtbron boven de lieveheersbeestjes. Vooral bij de lagere temperaturen lopen de zwarte lieveheersbeestjes (zwarte balkjes in de grafiek) sneller dan de rode (rode balkjes).



grootte en de transparantie van de dekschilden. Uit de berekeningen bleek dat de zwarte lieveheersbeestjes onder de meeste omstandigheden warmer zouden moeten worden dan de rode. Van de theorie naar de praktijk: levende zwarte en rode lieveheersbeestjes werden in een goed gecontroleerde ruimte blootgesteld aan verschillende combinaties van klimaatsfactoren. Hun lichaamstemperatuur werd met een minuscule thermometer geregistreerd. De metingen bevestigden de voorspellingen: de zwarte individuen werden meestal warmer. Ook de activiteit van de lieveheersbeestjes werd geregistreerd. Geheel volgens verwachting waren de zwarte exemplaren actiever (figuur 2). De onderzoekers zagen dat de verschillen tussen zwarte en rode lieveheersbeestjes kleiner werden naarmate de omgevingstemperatuur hoger werd. Dat is logisch: als de omgevingstemperatuur maar hoog genoeg is, kunnen zowel rode als zwarte lieveheersbeestjes actief zijn en is er geen extra absorptie van zonnestraling nodig om actief te worden. Het belang van de verschillende kleuren dekschilden verdwijnt dus bij hogere temperaturen.

Steeds meer rode

Wat betekent dit allemaal voor de aantallen en de verspreiding van de verschillende kleurvormen van dit lieveheersbeestje in relatie tot de klimaatverandering. In de afgelopen decennia is regelmatig door heel Nederland de verhouding tussen het aantal rode en zwarte lieveheersbeestjes geteld. Daaruit bleek dat er zo'n dertig jaar geleden grote verschillen waren tussen verschillende plaatsen in het aandeel van de twee kleurvormen. In het zuidoosten van Nederland was meer dan zestig procent zwart, in het noordwesten minder dan tien procent. Eén van de mogelijke verklaringen was dat de klimaatsomstandigheden verschilden, waardoor de zwarte exemplaren in het zuidoosten actiever konden zijn dan de rode, en daardoor algemener werden. Sinds die eerste tellingen zijn de verhoudingen dramatisch veranderd. Vooral het aandeel zwarte beesten in het zuidoosten nam af. Kunnen we dit rijmen met de klimaatsveranderingen die in die tijd zijn opgetreden? In de afgelopen dertig jaar is de gemiddelde maximumtemperatuur op veel plaatsen in Nederland met bijna 1°C toegenomen. Dit betekent dat het relatieve belang van absorptie van zonnestraling voor de activiteit – en dus het succes – van de lieveheersbeestjes is afgenomen. Beide kleurvormen kunnen actief zijn als de temperatuur maar hoog genoeg is.



figuur 3 Zwarte, melanistische tweestips lieveheersbeestjes, en de meer algemene, 'typica' kleurvorm (rood met twee zwarte stippen), temidden van een aantal grotere zevenstippelige lieveheersbeestjes. Bron: Paul Brakefield

Klimaat verandert het voedselweb

Dit voorbeeld illustreert een aantal gevolgen van de klimaatverandering. Als er door de opwarming steeds meer ruimte komt voor (rode) lieveheersbeestjes, zullen die meer bladluizen gaan eten. Maar de vijanden van de lieveheersbeestjes krijgen ook meer te eten. Een veranderend klimaat en het effect op één van de leden van een voedselweb zal uiteindelijk dus consequenties hebben voor andere dieren en planten. Dat heeft ook economische gevolgen. Zo heeft klimaatverandering dus zelfs gevolgen voor het succes van bladluizenbestrijding.

Een ander gevolg is het vóórkomen. Wanneer de verspreiding van insecten, direct of indirect, wordt beïnvloed door het klimaat, dan zal klimaatverandering dus gevolgen hebben voor de plaatsen waar deze dieren kunnen leven. Dit kan ver gaande consequenties hebben. Denk bijvoorbeeld aan de verspreiding van insecten die ziekten kunnen overbrengen. Het is moeilijk in te schatten hoe groot de consequenties van een veranderend klimaat zullen zijn voor insecten en uiteindelijk voor de mens en zijn omgeving. Maar als je weet dat insecten direct worden beïnvloed door klimaatsverandering, en dat zij bovendien een zeer grote rol spelen in onze ecosystemen, dan kun je op je klompen aanvoelen dat de gevolgen meer dan marginaal zullen zijn.