

De Middellandse Zeevlieg ofwel mediterrane boorvlieg (*Ceratitis capitata*) is een klein vliegje uit Oost-Afrika dat zich heeft ontpopt tot de nachtmerrie van fruittelers over de hele wereld. Biologen proberen milieuvriendelijke manieren te vinden om iets aan dit probleem te doen. Hierbij maken ze gebruik van de chemische wapenwedloop die zich voortdurend voltrekt tussen mannelijke en vrouwelijke boorvliegen.

Over vliegenliefde en hoofdpijn voor fruittelers

DE KOLONISTEN

In 1947 arriveerde een lading sinaasappelen uit Cuba in de Joegoslavische havenstad Split. Cuba en Joegoslavië waren actieve handelspartners tijdens het bewind van Tito. Echter, aan deze zending sinaasappels mankeerde iets en de Joegoslavische autoriteiten gooiden de hele handel op de vuilnisbelt, zich niet bewust van de ellende die ze zich hiermee op de hals haalden. De Cubaanse sinaasappelen zaten vol met wormpjes, larven van de gevreesde Mediterrane boorvlieg. Na zich een week lang vol gegeten te hebben in de sinaasappels, kropen de larven naar buiten en verpopten zich tot vliegen. Het Middellandse Zeeklimaat beviel ze wel en binnen enkele jaren veroverden de vliegen fruitboomgaarden door het hele land. Aangezien appels met wormen niet verkoopbaar zijn en ook nog eens te vroeg van de boom vallen, was enorme economische schade het gevolg.

MEDVLIEG

De Middellandse Zeevlieg, door Engelstalige ingewijden meestal 'medfly' (oftewel medvlieg) genoemd, is een vlieg van de familie Tephritidae. Deze familie bestaat uit een verzameling bontgekleurde vliegen waarvan de larven zich allemaal specialiseren in het eten van fruit of andere plantendelen. Een aantal soorten, waaronder de Meloenvlieg (*Bactrocera cucurbitae*) en de Appelvlieg (*Rhagoletis pomonella*), doen zich tegoed aan 'ons' fruit, maar geen enkele bezorgt de fruittelers zoveel kopzorgen als de 'medvlieg'. De naam is misleidend, want de soort komt niet uit het Middellandse Zeegebied, maar uit Oost-Afrika. Vandaar uit hebben ze zich verspreid over grote delen van Afrika, het Midden-Oosten en delen van het Middellandse Zeegebied. Maar de soort profiteert ook van de globali-

sering van de menselijke voedselvoorziening. Meeliftend op fruittransporten bereiken de 'medvliegen' alle warme hoeken van de aardbol, inclusief Australië, Hawaï, Zuid- en Midden-Amerika, en van daaruit dankzij de Joegoslavische blunder weer terug naar de Middellandse Zee. En overal waar ze arriveerden, bezorgden ze de fruittelers ellende. Want 'medvliegen' zijn niet alleen succesvolle kolonisten, ze zijn ook niet bepaald kieskeurig wat hun eten aangaat. Behalve een groot aantal Oost-Afrikaanse fruitsoorten lusten ze zo ongeveer alle soorten fruit die wij ook lekker vinden: appel, peer, druif, sinaasappel, citroen, zelfs koffiebonen en chilipepers ontsnappen niet aan de gulzige larven. De enige fruitsoorten waar ze niet zo erg van lijken te houden, zijn slappe, natte vruchten, zoals papaja (maar dat is bij mensen ook een beetje een 'acquired taste'). Kortom, de 'medfly' is slecht nieuws voor fruitboeren. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er alles aan wordt gedaan om verdere verspreiding te voorkomen. Landen waar de 'medfly' zich nog niet heeft gevestigd, importeren alleen nog maar fruit uit 'boorvliegvrije' gebieden, een status die de fruittelers goud waard is. Maar met strenge quarantaine los je bestaande problemen niet op. Daar moeten drastischere maatregelen aan te pas komen.

DE TEGENAANVAL

Een oud Cessna-vliegtuigje pruttelt over de zonovergoten wijngaarden van de Hex River Vallei in de Zuid-Afrikaanse Kaapstreek. De Kaap beroemt zich op smakelijke wijnen en lekker fruit. Wat dat betreft zijn de 'medvliegen' het volledig met de lokale bevolking eens, want de soort tiert hier welig. De fruitteelt is hier een belangrijke bron van inkomsten en de overheid

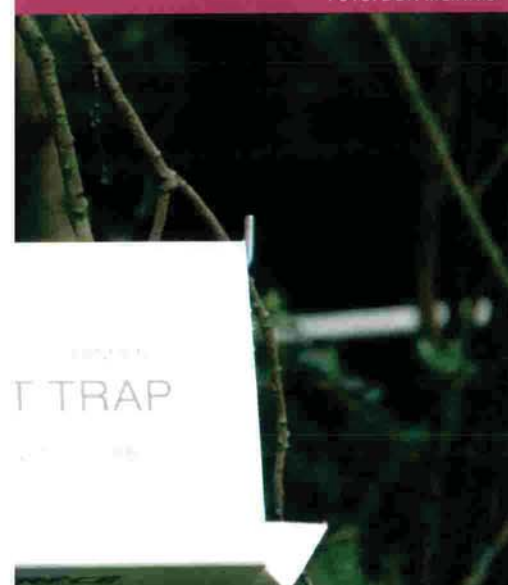
Plantenziektkundigen doen monitoringsonderzoek met behulp van lokstoffen in lijmvallen.
FOTO'S UIT CALIFORNIË: HENK STIGTER



heeft besloten een gooi te doen naar de felbegeerde 'boorvliegvrije' status. Het ietwat gammel ogend vliegtuigje speelt hierin een centrale rol. Het verspreidt echter geen insecticiden zoals we misschien zouden verwachten, maar miljoenen 'medvliegen'! Voor een verklaring voor deze wonderlijke tactiek moeten we drie weken terug in de tijd. In een klein gebouw in het naburige



Inzet rechtsonder: het mannetje van de
Mediterrane boorvlieg
FOTO: DON MCINNIS



Stellenbosch worden 'medvliegen' gehouden in manshoge kooien van fijn gaas. De vliegen leggen hun eieren door dit gaas, zodat ze in een goot onderaan de kooi vallen. De eieren worden op voedsel gelegd (geen fruit, maar een soort halfverteerde haverhout), waar ze uitkomen. De larven eten zich een week vol en springen dan uit het voedsel om zich te verpoppen.

Het betreft hier een 'medfly'-lijn waarin mannelijke poppen aan hun kleur van vrouwelijke kunnen worden onderscheiden. Op deze manier worden de mannelijke vliegen eruit gehaald en in papieren zakken gestopt. Twee dagen voordat ze uitkomen, worden de zakken blootgesteld aan radioactiviteit. De dosis (15 krad) is genoeg om een mens om zeep te helpen, maar bij de vliegen vernielt het alleen de reproductieve organen. Ze worden dus steriel. En dat is dus wat het vliegtuigje over de wijngaarden uitstrooit: steriele mannelijke 'medvliegen'. Het idee is simpel. Als een wild vrouwtje paart met een steriel mannetje, krijgt ze alleen steriel sperma en zullen de eieren die ze in de druiven legt, niet uitkomen. Door de hele 'medfly'-populatie in de vallei te overspoelen met steriele mannetjes, is de kans dat een vrouwtje nog een normaal mannetje tegenkomt klein en zullen de meeste vrouwtjes dus alleen maar onbevuchte eieren leggen. Op het eerste gezicht lijkt deze 'Steriele Insecten Techniek' een elegant, milieuvriendelijke systeem om van het 'medvliegenprobleem' af te komen.

ECHTELIJKE CONFLICTEN IN HUIZE 'MEDFLY'

Net als Korhoenders en Kemphanen paren 'medvliegen' op speciale baltsplaatsen. Een mannetje zoekt een mooi blad in een fruitboom, installeert zich op de onderkant en wacht tot hij bezoek van een vrouwtje krijgt. Uiteraard is het belangrijk om de vrouwen van zijn aanwezigheid op de hoogte te stellen. Dit doet hij op een typische insectenmanier: met geuren. Hij perst een druppel vocht vol met vluchtige geurstoffen (feromonen) uit zijn achterwerk en begint driftig met zijn vleugels te wapperen. De vrouwen zoeken een lekker ruikende man op, paren met hem, en vliegen weg om hun eieren in sinaasappels van de onfortuinlijke boer te leggen. Daarmee is de kous af. Of toch niet? Het probleem voor de man die net met haar gepaard heeft, is dat de vrouw nu vrij is om met allerlei andere mannen te paren. Daar is hij natuurlijk niet blij mee. Er is hem alles aan gelegen dat de vrouw zijn sperma gebruikt om haar eieren te bevruchten. Hij zou haar natuurlijk achterna kunnen vliegen en haar de echtelijke trouw op te leggen. Of hij zou zijn vriendinnen op het fruit kunnen versieren en er dan op blijven zitten tot ze haar eieren heeft gelegd (strontvliegen op een koeienvlaai gebruiken deze techniek). In beide gevallen zou de man al zijn aandacht aan één vrouw kwijt zijn en geen tijd hebben andere te verleiden. Niet ideaal. Mannelijke hommels en veel andere insecten

John Smit

VONDSTEN VAN DE MEDITERRANE BOORVLIEG IN NEDERLAND

Van een verspreiding in Nederland kan niet echt gesproken worden. De waarnemingen hebben veelal betrekking op incidentele vondsten waarvan het merendeel binnenshuis is gedaan. De allereerste waarneming in Nederland in 1931, had betrekking op enkele exemplaren die gekweekt zijn uit geïmporteerde vijgen. In het daaropvolgende paar decennia is de soort, onder andere door de Keuringsdienst van Waren, enkele keren gekweekt uit onderschepte zendingen fruit. Er zijn een paar meldingen bekend van waarnemingen binnenshuis door particulieren, wederom van dieren die zich tegoed hebben gedaan aan het duur betaalde fruit in de fruitschaal, geïmporteerd uit (verre) streken.

Slechts enkele keren is het diertje buitenshuis waargenomen. Ook hier zal het vrijwel uitsluitend gaan om exemplaren die door middel van hun waardplant geïmporteerd zijn en pas in Nederland zijn uitgekomen. Er zijn echter twee uitzonderingen; in de jaren vijftig heeft er zich tot twee keer toe kortstondig een populatie kunnen ontwikkelen in fruitboomgaarden met perzik. In 1955 was een boer met een boomgaard in Tegelen de pineut en in 1959 één in de omgeving van Brunssum [ROSSEM, 1956 en ROSSEM *et al.*, 1960]. Deze populaties waren kortstondig omdat het klimaat van Nederland in de winter te ongunstig is voor deze soort om zich te kunnen handhaven.

De laatste paar jaar zorgt dit dier in Nederland voor behoorlijk wat opschudding. In de afgelopen twee jaar zijn er tweemaal enkele exemplaren waargenomen in de vrije natuur. Beide keren in het Westland, waar zich de groente- en fruitteelt van Nederland heeft geconcentreerd. Deze waarnemingen zijn gedaan met behulp van lijmvallen en stoffen die de mannetjes lokken. Deze lokvallen maken deel uit van het continue onderzoek dat de kwaliteit van onze exportproducten moet waarborgen. De beide waarnemingen hebben er dan ook voor gezorgd dat de export naar Japan tijdelijk stil kwam te liggen, wat een enorme economische schade tot gevolg had voor de telers.

John Smit is als insectendeskundige werkzaam bij EIS Nederland.

VAN ROSSEM, G. (1956). Verslag over het optreden van enige schadelijke insecten in het jaar 1955. *Entomologische Berichten*, 16: 94-99.

VAN ROSSEM, G., H.C. BURGER & C.F. VAN DE BUND (1960). Verslag over het optreden van enige schadelijke insecten in het jaar 1959. *Entomologische Berichten*, 20: 123-129.

ten duwen er na het paren een soort kurk in die de hele zaak blokkeert en het sperma van andere mannen de weg verspert. Bij veel soorten hebben mannen echter een extravagante penis die de prop van de voorganger er weer uithaalt. Dat is dus ook niet alles.

De 'medfly'-man heeft een listige oplossing voor dit probleem. Hij verkrijgt zijn sperma met een cocktail van eiwitten die allerlei effecten op het vrouwtje hebben.

Er zijn eiwitten die het vrouwtje onaanlokkelijk maken voor andere mannen (ze stinkt), en eiwitten die haar de lust in verdere paringen ontnemen. Andere eiwitten zetten het vrouwtje aan tot eilig (eieren die snel na de paring worden gelegd hebben een goede kans door het 'juiste' sperma te zijn bevrucht), of zelfs haar levensduur verkorten. Of dit laatste ook daadwerkelijk de bedoeling is, of dat het een bijproduct is van andere functies, is niet duidelijk.

Hoe het ook zij, de vrouwen zijn uiteraard niet echt gediend van deze bizarre kwakchemicaliën. Op hun beurt evolveren ze weer aanpassingen die de effecten van deze eiwitten teniet doen, waarop de mannen weer nieuwe eiwitten ontwikkelen. Mannen en vrouwen zijn zo gewikkeld in zogenaamde 'seksueel antagonistische co-evolutie', een voortdurende touwtrekkerij van aanpassingen en tegen-aanpassingen.

CHEMISCHE OORLOGVOERING EN DE 'STERIELE INSECTEN TECHNIK'

Wat heeft deze chemische wapenwedloop tussen mannen en vrouwen voor invloed op het succes van de 'Steriele Insecten Techniek'? Dat is de vraag die biologe Tracey Chapman en haar onderzoeksgroep aan University College in Londen proberen te beantwoorden. Het was al enige tijd bekend dat de bestraalde mannetjes niet

zo populair zijn bij de vrouwen. Maar als ze dan wel aan paren toekomen, voorkomen ze dan net als normale mannen dat hun vrouwtje daarna opnieuw paart?

Een simpel experiment waarin vrouwelijke 'medvliegen' eerst met een bestraalde of niet-bestraalde man werden gepaard en daarop met een nieuw (bestraald of niet-bestraald) mannetje in een potje werden gestopt, gaf een duidelijk antwoord: vrouwtjes die met een gesteriliseerde man hadden gepaard, paarden binnen een week bijna allemaal opnieuw, terwijl slechts enkele van de vrouwtjes die met een normaal mannetje hadden gepaard in dezelfde tijd opnieuw paarden. Steriele mannen zijn dus slechter in het manipuleren van hun vrouwen. Hoe dat komt is nog niet duidelijk. De spermathecae, organen waar het vrouwtje sperma in opslaat, bevatten sperma bij zowel vrouwtjes die met steriele, als die met niet-steriele mannetjes hadden gepaard, dus daar lag het niet aan. Ook is het onwaarschijnlijk dat de mannelijke 'manipulatie-eiwitten' waren aangestast, omdat eerder is aangetoond dat hetzelfde sterilisatieproces geen effect heeft op de eiwitten van *Drosophila*-fruitvliegen. Wellicht ligt het aan de hoeveelheid sperma die wordt overgebracht, of aan de samenstelling ervan. Hoe het ook zij, deze belabberde prestatie van de steriele mannen is geen goed nieuws voor de fruitboeren.

SUPERVLIEGEN

Dat biologen de problemen van de 'Steriele Insecten Techniek' blootleggen, is leuk en aardig, maar daarmee is de fruitteiler natuurlijk nog niet geholpen. Onderzoekers in Hawaï proberen al enige tijd steriele 'medfly'-mannen aantrekkelijker te maken voor de wilde vrouwen. Ze doen dit door 'aromatherapie', het behandelen van mannetjes met geuren die een 'medfly'-vrouw

opwindend vindt, zoals gemberolie. Maar zelfs als dit lukt zit je nog met het probleem dat deze vrouwen waarmee deze lekker ruikende steriele mannen paren, de neiging hebben om opnieuw te paren. Daarom hebben de 'medfly'-biologen nu ambitieuze plannen om moderne biotechnologie in te schakelen. Ze willen een 'super-medfly' maken. Nu gaan bij de gemiddelde natuurliefhebber alleen bij het horen van het woord biotechnologie de haren al overeind staan. Echter, in dit geval zijn de supervliegen steriel en kunnen hun gemanipuleerde genen dus nooit in het wild verspreiden. Hoe denkt men deze supervliegen te gaan produceren?

Het idee is om de genen te identificeren die coderen voor de 'manipulatie-eiwitten', de eiwitten die ervoor zorgen dat het vrouwtje niet opnieuw paart. Als die genen bekend zijn, dan kunnen ze met behulp van genetische manipulatie tot 'overexpressie' worden gebracht, wat betekent dat zo'n mannetje meer van het eiwit maakt, en dus de vrouwen beter onder duim heeft.

De biologische bestrijding van insectenplagen is een van de onderwerpen waar evolutionair-biologisch onderzoek een directe toepassing vindt. Dit is niet zo verwonderlijk, aangezien insecten met hun korte generatietijd zich snel aanpassen aan veranderende omstandigheden; zowel in het laboratorium als in de fruitboomgaard.

Ken Kraaijeveld is bioloog aan University College in Londen waar hij een jaar lang onderzoek deed aan het paargedrag van de 'medfly' en het effect daarvan op de biologische bestrijding.

Literatuur

CHAPMAN, T., G. ARNOVIST, J. BANGHAM & L. ROWE (2003). Sexual conflict. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 41-47.