

# Biologische oorlogsvoering bij insecten

Door Joop van Lenteren

'Vleesetende' of carnivore insecten jagen voortdurend. Ze zoeken naar voedsel om te overleven of gastheren om zich voort te planten. Het grote aantal soorten vleesetende insecten met hun uitstekende zoekvermogen voorkomt het ontwikkelen van grote populaties van plantenetende of herbivore insecten in de natuur. De ontdekking van het fenomeen 'populatieregulatie' resulteerde in de ontwikkeling van 'biologische oorlogsvoering' bij insecten. Natuurlijke vijanden van plaaginsecten worden nu massaal gekweekt en verkocht aan boer en tuinder om hinderlijke insecten te bestrijden.

**B**iologische oorlogsvoering door mensen is de meest riskante manier van bestrijden van je vijand. Ziekteverwekkers zoals schimmels, bacteriën en virussen worden in vijandelijke gebieden gebracht en moeten daar tot verzwakking of het doden van mensen leiden. De aanvaller moet dan zelf wel ongevoelig zijn voor die ziekteverwekker. Aangezien ziekteverwekkers relatief snel genetische vreanderingen kunnen ondergaan, ofwel kunnen muteren – denk aan griepvirussen – zit er een groot risico vast aan deze vorm van oorlogsvoeren.

Insecten voeren al miljoenen jaren een biologische oorlog en belagen plant en dier. Vegetarische insecten (plantenetters = fytofagen of herbivoren) zijn in staat planten volledig kaal te vreten. Toch zien we dat in de natuur niet vaak gebeuren. Daar worden die plantenetters belaagd door een leger van vleeseters (carnivoren zoals roofinsecten en parasieten\*) en ziekteverwekkers (schimmels, bacteriën en virussen) (figuur 1). Het resultaat is dat we in de natuur meestal slechts kleine groepen (populaties) van vegetariërs en vleeseters aantreffen. Wel zijn er heel veel verschillende soorten te vinden. In landbouwgebieden is de biodiversiteit aan planten, plantenetters en vleeseters dramatisch laag. Het aantal plantensoorten wordt met opzet laag gehouden: de boer teelt maar enkele soorten planten en doodt het liefst vrijwel alle andere planten, helaas vaak met vervuilende onkruidbestrijdingsmiddelen. Omdat er weinig soorten planten zijn, treffen we ook weinig soorten plantenetters aan, maar de plantenetters die van de landbouwgewassen houden komen massaal voor. En opnieuw grijpt de boer naar de gifspuit om die schadelijke insecten te doden.....of doet hij het op een andere manier?

Tegenwoordig maken boer en tuinder gelukkig vaak gebruik van biologische oorlogsvoering. Ze kopen de natuurlijke vijanden bij iemand die ze massaal kweekt (figuur 1). Dat kweken was aanvankelijk een wat amateuristische activiteit. Vandaag de dag zijn er wereldwijd grote insectenfabrieken die op ingenieuze wijze miljoenen insecten per week kweken en die over de hele wereld versturen. Hoe ze die insecten kweken vertellen ze niet graag - dat is bedrijfsgeheim - maar dat het werkt blijkt uit de enorme groei van de biologische bestrijding in de afgelopen eeuw.

Biologische oorlogsvoering bij insecten kon pas gebruikt worden toen men begreep dat vleesetende insecten de plantenetende insecten onder de duim konden houden. Dit inzicht ontstond in de 19de eeuw en wetenschappers adviseerden naar de vijanden van plantenetters te gaan zoeken en die uit te zetten in landbouwgewassen. Makkelijker gezegd dan gedaan.

**Titelfoto**  
Oorlog tussen *Cotesia glomerata*-sluipwesp en rupsen van het grote koolwitje.

**Figuur 1**  
Een belangrijk plaaginsect (kaswittevlieg *Trialeurodes vaporariorum*(a)) kan bestreden worden met parasieten (de sluipwesp *Encarsia formosa* (b, c)), met predatoren of met een pathogeen (de schimmels *Aschersonia aleyrodes* of *Verticillium lecanii*; op foto d zijn de gele wittevliegpoppes geïnfecteerd met een schimmel).



Waar zoek je en wat zoek je? Welke vijanden van plaaginsecten zijn veelvraten en veroorzaken een snelle afname van de plaag? En vormen die vijanden geen gevaar voor anderen dieren als ze de schadelijke plantenetters hebben opgevreten? Het idee om met biologisch bestrijding te beginnen heeft een groot aantal interessante wetenschappelijke vragen opgeleverd die in dit boek aan de orde komen. Door gebrek aan kennis ging in het begin dan ook lang niet alles goed en werd een natuurlijke vijand soms zelf een plaag. Zo voerden de bewoners van Caraïbische Eilanden in de 19de eeuw civetkatten in om ratten te bestrijden. En inderdaad verdwenen de ratten, maar toen ze op waren vraten de civetkatten eieren en vogels op. En dat werd wat minder op prijs gesteld.

### Australische lieveheersbeestjes

De eerste praktische toepassingen noemen we nu 'klassieke biologische bestrijding'. De andere term die deze vorm van bestrijding aanduidt – 'inoculatieve biologische bestrijding' – is eigenlijk beter. Men laat slechts een gering aantal natuurlijke vijanden los – men inoculeert – om op termijn een populatie natuurlijke vijanden te laten ontwikkelen. Onderzoekers redeneerden ruim 100 jaar geleden als volgt. In de landbouw zijn diverse plagen per ongeluk meegelift met gewassen die we uit andere landen importeerden. Vaak kwamen die plagen hier zonder hun natuurlijke vijanden. Daardoor konden die plaaginsecten zich ongeremd tot grote aantallen ontwikkelen. De beste manier om ze te bestrijden is om natuurlijke vijanden te gaan zoeken in het land waar het gewas en het plaaginsect vandaan komen. Vervolgens laat je die natuurlijke vijanden in het nieuwe land los, en Klaar is Kees. Nou nee, niet altijd dus. Gelukkig werkte het de eerste keer wel perfect. Dat was in 1888. Kort daarvoor had men bijna de teelt van sinaasappelen in Noord-Amerika opgegeven, omdat er een schildluis (*Icerya purchasi*) op voorkwam dat op geen enkele wijze bestreden kon worden. Dacht men.... Totdat een insectendeskundige zei dat de schildluis waarschijnlijk uit Australië kwam. Dus op zoek in Australië, en jawel, na intensief speurwerk werd dezelfde schildluis gevonden. Niet op sinaasappelbomen, maar op acaciabomen. En in heel lage aantallen omdat de schildluis onder de duim werd gehouden door sluipwespen en lieveheersbeestjes. De entomoloog verzamelde enkele honderden natuurlijke vijanden met het doel ze mee te nemen naar Amerika. Vliegtuigen waren er niet, dus moest er voor een goede kweekmethode gezorgd worden om tijdens het vele weken durende transport per boot de planten en insecten in leven te houden. Je kunt je de verbazing van de passagiers voorstellen toen een entomoloog een aantal kooien op het dek bouwde waarin hij acacias, de *Icerya*-schildluizen en de *Rodolia cardinalis* lieveheersbeestjes ging kweken. Het lukte hem een paar natuurlijke vijanden naar Californië te verschepen. Ze werden in een tent losgelaten die om een sinaasappelboom stond. Enkele weken later was de boom vrij van schildluizen, de

\*parasiet: een wetenschappelijk correcter naam zou parasitoïde zijn, want de organismen die we hiermee aanduiden (sluipwespen en sluipvliegen) zijn als volwassenen vrijlevend, leggen een ei in een gastheer en de zich ontwikkelende parasiet doodt de gastheer gedurende zijn ontwikkeling. In dit boek gebruiken we echter meestal het woord parasiet. (zie \* op vorige pagina in tekst).

tent werd verwijderd en de natuurlijke vijanden vlogen uit. Twee jaar later waren er in heel Californië geen plagen meer van dit insect. Intussen was de schildluis al per ongeluk op plantmateriaal en vruchten naar vele andere landen verscheept en leidde het daar vervolgens tot problemen. Gelukkig konden de natuurlijke vijanden ook op die plekken gebruikt worden. Zo werden de eerste lieveheersbeestjes in 1897 in Portugal losgelaten, een jaar nadat daar de schadelijke schildluis was gevonden. Ze komen nu wereldwijd voor en helpen de sinaasappelbomen overal vrij van schildluizen te houden.

De inoculatieve biologische bestrijding gebruiken we in Nederland voor de bestrijding van de appelbloedluis die rond 1920 per ongeluk vanuit Noord-Amerika naar Europa is verscheept. Men kende gelukkig het gebied van oorsprong van de bloedluis. Daar vond men een sluipwespensoort die vervolgens in Europa is losgelaten en die sluipwesp kan 80 jaar na loslating nog steeds in appelboomgaarden worden gevonden bij bloedluiskolonies (figuur 2).

Nederland ontving daarna nog verschillende keren natuurlijke vijanden voor inoculatieve loslating. In enkele gevallen is Nederland ook leverancier van natuurlijke vijanden geweest. Zo verzamelde ik met collega's rond 1980 duizenden kortschildkevers voor export naar Californië. De Californiërs gebruiken deze kortschildkevers voor de bestrijding van slakken die daar plagen vormden in citrusboomgaarden. Groot was de verbazing toen we de duizenden kortschildkevers voor transport afleverden bij het Dierenhotel op Schiphol. Ze verwachtten een vrachtwagen vol met die duizenden dieren, ze kregen slechts enkele dozen. Een dag later arriveerden de kevers in Californië. Daar controleerde men eerst of er geen ongewenste lifters tussen de gewenste kortschildkevers zaten. Vervolgens werden de kevers in de boomgaarden uitgezet waar ze zich te goed konden doen aan de slakken. In Frankrijk zou dit probleem zich nooit hebben ontwikkeld omdat de Fransman zelf de natuurlijke vijand van slakken is: hij eet ze!

**Figuur 2**  
De parasiet *Aphelinus mali* op weg naar de appelbloedluis *Eriosoma lanigerum*.



André van Frankenhuyzen



Joop van Lenteren

### Biologische bestrijding als business

Naast inoculatieve loslatingen bestaat er een veel simpeler vorm van biologische bestrijding. Hier zoekt men simpelweg naar een natuurlijke vijand die het plaaginsect doodt. Het enige doel is plaaginsecten op een bepaald moment flink in aantal te beperken. Grote aantallen natuurlijke vijanden worden in het veld gebracht met de hand, een tractor, helikopter of vliegtuig (figuur 3). Vanwege die grote aantallen noemen we deze vorm 'inundatieve biologische bestrijding': het gebied wordt overspoeld met natuurlijke vijanden. Overleving en voortplanting van de natuurlijke vijand zijn verder niet van belang. Het gebruik van grote aantallen betekent dat er een fabriek nodig is om die beesten te kweken. Zoiets ontstaat natuurlijk niet vanzelf. Veel onderzoek, ook bij ons in Wageningen, heeft geresulteerd in de ontwikkeling van biofabrieken waar wekelijks miljoenen natuurlijke vijanden worden gekweekt, geteld, verpakt, verscheept en losgelaten in het veld. Vele studenten hebben geholpen om onderdelen van dat productieproces te ontwikkelen, inclusief methoden voor kwaliteitscontrole van de natuurlijke vijanden, net zoals die bij andere producten (fietsen, stofzuigers en iPods) worden toegepast. In Nederland gebruikt men die inundatieve loslatingen voor de bestrijding van thrips met roofmijten in kassen en het veld.

### Nederlandse vinding

De eerste twee vormen van biologische bestrijding ontstonden in het buitenland. Nederland ontwikkelde echter een eigen vorm van biologische bestrijding: seizoens-inoculatie. Dit hangt samen met de grote populariteit van het telen van groenten en bloemen in kassen. Door de hoge temperaturen in kassen ontwikkelen insecten zich heel snel en daarom kan



Arbico USA

**Figuur 3**  
Uitzetten van natuurlijke vijanden in het veld met behulp van een ultralicht vliegtuigje (boven) en een modelvliegtuigje (onder).

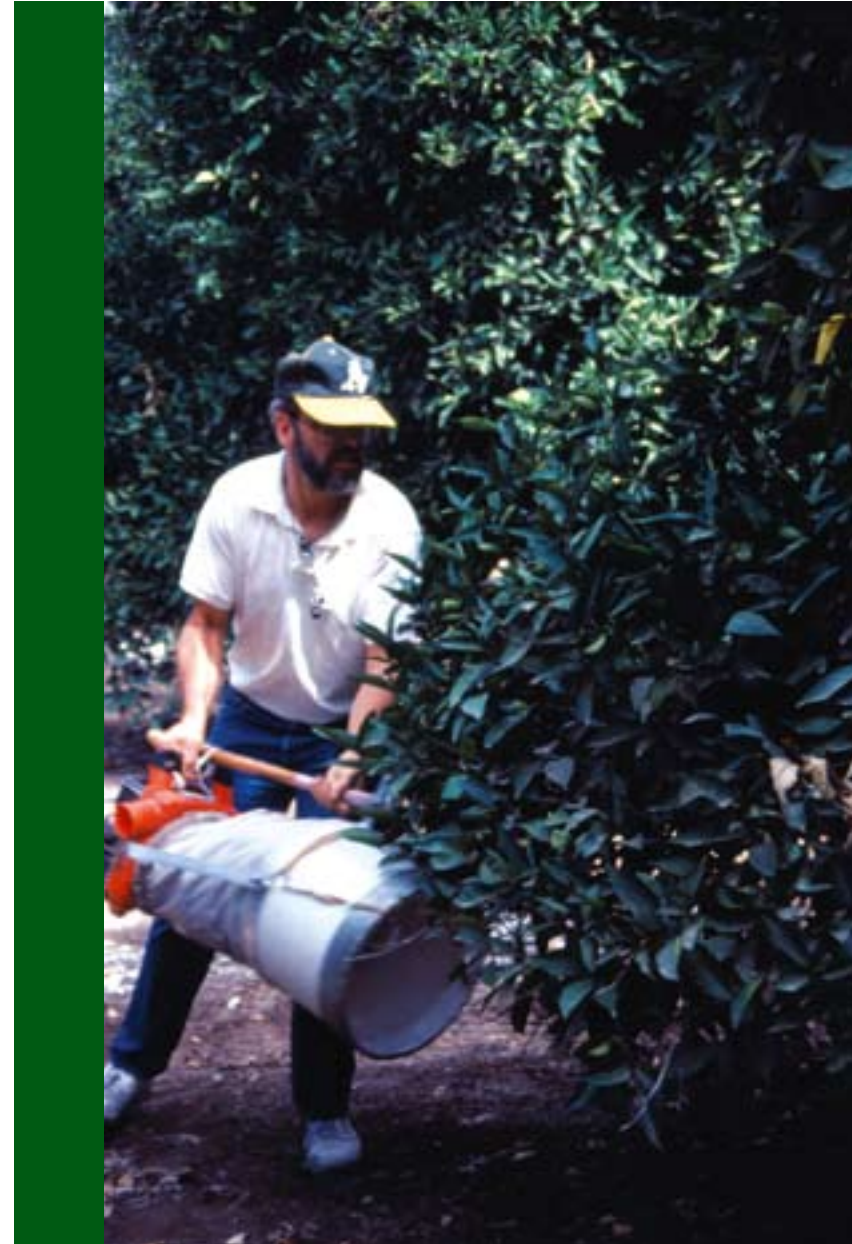
meestal niet worden volstaan met inundatieve loslatingen, want dan moet men steeds opnieuw beesten loslaten en dat is veel te duur. We kwamen toen op het idee om de inoculatieve en inundatieve methoden te combineren. Aan het begin van het seizoen wordt een flink aantal natuurlijke vijanden losgelaten (lijkt op inundatie) die op dat moment plaaginsecten doden, maar zich ook voortplanten. Hun nakomelingen zijn vervolgens van groot belang om de volgende generaties plaaginsecten onder de duim te houden (lijkt op inoculatie). Aan het eind van het kweekseizoen ruimt de tuinder het gewas op, en daarmee verdwijnen ook de plaaginsecten en natuurlijke vijanden. Vandaar het gebruik van de term 'seizoens-inoculatie', ieder nieuw kweekseizoen moeten de natuurlijke vijanden weer worden losgelaten. Prettig voor de biofabrieken, maar niet een beetje dom van de tuinder? Inderdaad, er zijn tuinders die gewoon een paar planten met plaaginsecten en natuurlijke vijanden laten staan tot het volgende kweekseizoen en dus geen nieuwe beesten hoeven kopen. Toch zijn het maar weinig tuinders die dit doen en dat komt omdat men kennelijk liever flinke aantallen beesten van goede kwaliteit inzet aan het begin van het nieuwe seizoen. In Nederland zijn nu ruim 100 soorten natuurlijke vijanden te koop voor bestrijding van allerlei plaaginsecten en mijten. Daarmee zijn we wereldwijd absolute koploper op het gebied van biologische bestrijding in kassen. Biologische bestrijding is hier zo populair omdat de tuinder geen gif meer hoeft te spuiten. Gifspuiten is heel onplezierig en hij moet wachten met oogsten tot het gif is uitgewerkt. Bovendien is er altijd het risico van gifresten op groente en fruit. Het is tegenwoordig heel normaal om in een kas een flink aantal soorten natuurlijke vijanden aan te treffen. Toch zul je heel goed moeten zoeken om iets te zien, want bij biologische bestrijding houdt de natuurlijke vijand de plaaginsecten op zo'n laag niveau dat beide organismen heel moeilijk te vinden zijn.

### Aanwezigheid van natuurlijke vijanden stimuleren

Er is ook nog een type biologische bestrijding dat we meestal met een slechte vertaling uit het Engels 'conservering' noemen. Het zou eigenlijk beter 'behouds en stimulerings' biologische bestrijding genoemd kunnen worden. Dit type bestaat uit een groot aantal methoden om de overleving en voortplanting van natuurlijke vijanden niet te verstoren of zelfs te stimuleren. Men kan heel eenvoudige nestmogelijkheden aanbrengen voor roofdieren zoals stukjes golfkarton voor oorwurmen. Ze produceren dan meer jongen die zich veilig kunnen ontwikkelen. Of men plant een akkerand met bloemen die veel nectar en stuifmeel hebben waar sluipwespen zich mee kunnen voeden. Door dat voedsel leven ze veel langer en doden ook veel meer plaaginsecten. Een onderdeel van conservering is het simpelweg achterwege laten van chemische bestrijding zodat natuurlijke vijanden niet worden dood gespoten.

### Selecteren van natuurlijke vijanden

Dit alles klinkt misschien heel eenvoudig. Je hebt een plaag en dus ga je op zoek naar een natuurlijke vijand. Die laat je dan los en je hebt de klus geklaard. Helaas - of misschien wel gelukkig - er komt toch meer bij kijken. Waar moet je gaan zoeken? Hoeveel soorten verschillende natuurlijke vijanden vind je voor een bepaald plaaginsect? Welke kies je en hoe kies je eigenlijk? Hoe kweek je ze met miljoenen per week? Hoe sla je ze op, hoe verscheep je ze over de wereld en hoe laat je ze efficiënt los? Zijn er risico's verbonden aan het loslaten van exotische natuurlijke vijanden? Allemaal vragen die voor ons en onze studenten enorme uitdagingen vormen om opgelost te worden omdat we graag duurzame en milieuvriendelijke plaagbeheersingsmethoden willen ontwikkelen.



Joop van Lenteren

**Figuur 4**  
Verzamelen van natuurlijke vijanden.

Veel van de hierboven genoemde vragen kunnen we inmiddels beantwoorden, hoewel elk nieuw plaaginsect vaak weer een nieuwe aanpak vraagt. Het lijkt het meest logisch om naar natuurlijke vijanden te gaan zoeken op de plaats waar het plaaginsect vandaan komt.

De eerste stap in een biologisch bestrijdingsprogramma is dan ook om het oorspronkelijke leefgebied van het plaaginsect vast te stellen. Vaak betekent dat een buitenlandse expeditie en niet zelden vindt men daar in de loop van een seizoen tientallen soorten natuurlijke vijanden (figuur 4). We vinden sluipwespen (parasieten), roofvijanden (predatoren) en ziekteverwekkers (pathogenen).

De tweede stap is om uit die enorme soortenrijkdom het juiste organisme te kiezen. Een goede natuurlijke vijand is in staat om aantallen plaaginsecten op een laag niveau te krijgen en daar te houden. Hij heeft een heel sterke voorkeur voor het plaagorganisme. Zijn biologie is nauw afgestemd op die van de plaag, en hij is makkelijk in grote aantallen te kweken. En tenslotte: hij vormt geen gevaar voor de lokale flora of fauna. Ga er maar eens aanstaan om al die vereisten bij alle mogelijke natuurlijke vijanden te bestuderen. Dat kost veel te veel tijd. We gebruiken daarom een afstreeplijst waarbij we de riskante of nutteloze kandidaten zo snel mogelijk elimineren. Zo vallen kandidaten die veel soorten prooien aanvallen direct af want daarmee loop je het risico dat ze op de loslaatplek niet alleen de plaag, maar ook allerlei andere organismen – zoals zeldzame vlinders – aanvallen. Vervolgens vallen alle slome natuurlijke vijanden af. Die ontwikkelen zich zo langzaam of vangen zo weinig prooien dat ze de plaag nooit onder controle kunnen krijgen. Uit de overgebleven kandidaten kiezen we een makkelijk te kweken soort die liefst alleen het plaaginsect aanvalt.

In de derde stap toetsen we onder praktijkomstandigheden of de kandidaat aan alle voorwaarden voldoet en of de plaag op een voldoende laag niveau wordt gehouden. Ook ontwikkelen we allerlei praktische zaken zoals de massakweek, een manier om de organismen te verzamelen, verpakken, versturen en los te laten. Er wordt voorlichtings- en reclamemateriaal geschreven, en tenslotte wordt de natuurlijke vijand aan het publiek gepresenteerd. In de slotfase onderzoeken we of het organisme aan de eisen voldoet en of het geen negatieve effecten op het milieu veroorzaakt. Als we ons onderzoek goed hebben gedaan moet dit tot een goede bestrijding zonder nadelige effecten leiden. In de afgelopen 120 jaar zijn er enkele duizenden soorten natuurlijke vijanden geselecteerd en op allerlei plekken wereldwijd losgelaten. Gelukkig tot nu toe met bijzonder weinig vergissingen. Helaas is er in Europa (en ook in Nederland) een paar jaar geleden wel een fout gemaakt door Aziatische lieveheersbeestjes los te laten die veel te veel soorten prooien eten (figuur 5). Het gevolg is dat het beest zich ten koste van andere organismen ontwikkelt en die andere organismen zelfs zou kunnen uitroeien. Daarom passen we nu een methode toe om de risico's van het loslaten van uitheemse organismen veel beter te bepalen dan voorheen.

Het opsporen van een nieuwe, effectieve natuurlijke vijand kost ongeveer tien jaar en twee miljoen euro. Dat lijkt veel, maar is veel goedkoper dan het ontwikkelen van een nieuwe chemisch bestrijdingsmiddel dat ongeveer 160 miljoen euro kost.



Judith Schellekens

**Figuur 5**  
Harmonia lieveheersbeestjes.

**Figuur 6**  
Het loslaten van natuurlijke vijanden middels kaartjes die in het gewas worden gehangen.



Koppert Biological Systems

## Wereldwijd toepasbaar

Overal op aarde waar planten groeien is biologische bestrijding werkzaam. Elke plant wordt bezocht door planteneters, die op hun beurt weer belaagd worden door natuurlijke vijanden. Op de hele aarde is natuurlijke biologische bestrijding aan het werk. Ook in de landbouw en zelfs als er met gif gespoten wordt. In natuurlijke ecosystemen treden zelden plagen op, en als ze optreden is dat vrijwel altijd het gevolg van menselijke activiteit. In de landbouw zijn altijd plagen die meestal door de mens zelf veroorzaakt worden (zie I&M 10). Toch wordt in landbouw-ecosystemen meer dan negentig procent van de organismen die plagen kunnen veroorzaken onder de duim gehouden door van nature voorkomende nuttige organismen. Dat zijn we te weten gekomen door het uitvoeren van bespuitingen met chemische middelen. We roeiden daarbij de natuurlijke vijanden uit, waardoor nieuwe plagen ontstonden. De mens doet zijn uiterste best om plaagsoorten met allerlei middelen te doden. Gelukkig hebben we nu ook een flink aantal natuurlijke vijanden gevonden die ons daarbij helpen.

Klassieke biologische bestrijding vindt op een enorm oppervlak over de hele wereld plaats. Het al genoemde voorbeeld van bestrijding van schildluis in de sinaasappelteelt met lieveheersbeestjes en sluipwespen wordt wereldwijd gebruikt. Je kunt die natuurlijke vijanden van de schildluis nu op alle continenten vinden. Tientallen andere plagen worden op deze manier bestreden. Gedurende de afgelopen 120 jaar zijn er ruim 5000 maal natuurlijke vijanden losgelaten in vrijwel alle landen ter wereld. Sommige soorten, zoals lieveheersbeestjes die de schildluis op sinaasappel bestrijden, zijn in tientallen landen ingevoerd. Andere soorten slechts op één plek. We hebben tot nu toe ongeveer 2000 soorten natuurlijke vijanden gebruikt. Er wachten nog honderdduizenden soorten op ontdekking! Klassieke biologische bestrijding wordt vandaag de dag op tien procent van het landbouwgebied toegepast.

De methoden van inundatie en seizoensinoculatie worden minder gebruikt, maar het gebruik van deze methoden vertoont een sterke groei. In Rusland, China en Latijns-Amerika worden jaarlijks op ruim tien miljoen hectaren natuurlijke vijanden losgelaten. Op zulke enorme oppervlakten gebruiken we vliegtuigjes, helikopters en tractoren om de natuurlijke vijanden in het veld te brengen. In Europa en Noord-Amerika worden deze twee vormen van biologische bestrijding op enkele honderdduizenden hectaren gebruikt, onder andere in kassen. Bij gebruik in kleine velden worden de natuurlijke vijanden, die op kaartjes zijn geplakt om ze makkelijk te hanteren, in de planten gehangen (figuur 6). Vandaag de dag is het mogelijk ruim 150 soorten natuurlijke vijanden telefonisch te bestellen die kunnen worden gebruikt voor bestrijding van tientallen plagen.

## Biologische bestrijding in Nederland

In twee teeltsystemen, de fruitteelt en de tuinbouw, maakt men op praktijkschaal gebruik van natuurlijke vijanden. De aanleiding om biologische bestrijding te ontwikkelen tegen plagen in de fruitteelt was dat er bij deze teelt veel werd gespoten. Behalve nadelige effecten van pesticiden op het milieu ontstond er resistentie tegen het gif bij de Fruitspintmijt (*Panonychus ulmi*) (figuur 7). De Fruitspintmijt veroorzaakt geen plaag in onbespoten boomgaarden. Door de vele bespuitingen werd het leger van natuurlijke vijanden van de spintmijt uitgedund, zodat de inmiddels resistente spintmijt zich ongelimiteerd kon voortplanten. Toen men de plaagbestrijding ging uitvoeren met selectieve middelen en men de belangrijkste natuurlijke vijanden (roofmijten) weer terugbracht in de boomgaard, ontwikkelde de spintmijt zich niet meer tot plaag.



Wageningen Universiteit

**Figuur 7**  
Fruitspintmijt en  
roofmijt *Panonychus*.

Voor de Appelbladmineermot (*Stigmella malella*) geldt hetzelfde. Als men haar vijanden niet doodspuit vormt zij geen probleem. Door jarenlange bespuitingen werden de natuurlijke vijanden echter vrijwel compleet uitgeroeid. Het niet meer toepassen van breedwerkende middelen en de introductie van parasiterende sluipwespen (parasitoïden) van de mot vanuit onbespoten boomgaarden kon ook hier leiden tot oplossing van het probleem. In de fruitteelt worden nog diverse andere plaagsoorten op een belangrijk lager niveau gehouden door natuurlijke vijanden als er niet of weinig wordt gespoten. We kunnen echter niet alle plagen in de fruitteelt met natuurlijke vijanden bestrijden. Daarom gebruiken we voor de resterende plagen nu andere bestrijdingsmethoden, die kunnen worden gecombineerd met het gebruik van biologische bestrijding, zoals lokstoffen en insectenhormonen. In dit geval spreken we over geïntegreerde bescherming (zie hoofdstuk 19).

Het succes van biologische bestrijding in Nederlandse kassen is wereldwijd bekend. Tuinders gebruiken tientallen soorten natuurlijke vijanden die ze jaarlijks kopen en loslaten in hun kassen. Eén van de belangrijkste plagen in kassen is de Kasspintmijt (*Tetranychus urticae*). Al kort na het toepassen van pesticiden ontstonden resistentieproblemen. Bij toeval werd een roofmijt (*Phytoseiulus persimilis*) ontdekt die onder de klimaatomstandigheden in kassen de spintmijt voldoende bestrijdt. Dit komt omdat zijn voortplanting sneller is dan die van de Kasspintmijt, zijn predatievermogen enorm is en zijn migratievermogen zodanig is dat nieuwe spintmijtkolonies meestal ontdekt en aangevallen worden nog voordat ze schade hebben veroorzaakt. De spintmijtpopulatie wordt vaak niet over de gehele kas door de roofmijt uitgeroeid: gedurende de zes tot negen maanden van de teelt ziet men telkens op andere plaatsen deelpopulaties van de spintmijt tot ontwikkeling komen, die na verloop van tijd door roofmijten worden ontdekt. Hierop volgt dan plaatselijk uitroeiing. Intussen zijn er alweer enkele spintmijten van die plek vertrokken en elders tot voortplanting gekomen, enzovoort. Dit alles vindt plaats zonder dat er een afname in de productie van het gewas of aantasting van de vruchten optreedt: het hoogste niveau van elke spintmijtdeelpopulatie ligt steeds onder de schadegrempel.



Loep van Lenteren



Koppert Biological Systems

Een andere belangrijke plaag in kassen is witte vlieg (*Trialeurodes vaporariorum*). Van kort na de Tweede Wereldoorlog tot 1971 werd deze plaagsoort bestreden met chemische middelen. Dit had echter tot gevolg dat de biologische bestrijding van de Kasspintmijt niet kon worden toegepast als er zich ook witte vlieg in het gewas bevond: door het spuiten tegen witte vliegen werden roofmijten immers gedood. Een witte-vliegepidemie in 1971 was de aanleiding om biologische bestrijding van deze plaag te overwegen ten einde het systeem van spintmijt-roofmijt veilig te stellen. In enkele landen werd witte vlieg al met behulp van een sluipwesp (*Encarsia formosa*) bestreden. Op grond van de reeds beschikbare gegevens over de biologie van plaagsoort en natuurlijke vijand konden beide organismen massaal worden gekweekt en vonden de eerste praktijkproeven plaats. Kort daarna konden we de sluipwesp al massaal kweken en sindsdien is het de populairste natuurlijke vijand in kassen (figuur 8).

### En nu verder

Er zijn ongekende mogelijkheden voor biologische bestrijding. Onkruiden worden in Noord-Amerika, Afrika en Australië met insecten bestreden. Andere dieren zoals vogels, hagedissen en zelfs slangen worden in kassen gebruikt voor plaagbestrijding. Virussen worden in Australië ingezet om konijnen te doden. Schimmels moeten in de toekomst in Afrika muggen (zie hoofdstuk 13) en sprinkhanen aanpakken. Mogelijkheden te over. Aangezien de meeste mensen het gebruik van gif niet op prijs stellen verwachten we een sterke groei van biologische bestrijding in de komende jaren. Het zoeken en beoordelen van natuurlijke vijanden is vaak spannend onderzoek dat tot grote voldoening leidt als je het juiste organisme weet op te sporen. Het betekent nogal eens dat je fraaie natuurgebieden in de tropen bezoekt. Het houdt in dat je de mensheid van schoon en veilig voedsel voorziet zonder dat je het milieu vervuult. En zodra je biologische bestrijding toepast neemt de biodiversiteit op de boerderij toe. Kortom, biologische oorlogsvoering bij insecten is spannend en nuttig.

**Figuur 8**  
Witte vliegen aan de  
onderkant van een  
tomatenblaadje (links)  
en de eerste commerciële  
verpakking van  
*Encarsia*-sluipwespen  
(rechts).