

Although there is no direct evidence of attachment of plant viruses to the plant cell still the probability deduced from several data is great.

2. The dark phase, also called the vegetative period: The virus or virus part that has penetrated the cell for a short period can not be demonstrated. With tobacco mosaic virus this occurs after about 24 h after inoculation; with ROUS' sarcoma after about 6 h.
3. The multiplication: The appearance of many infective particles identical to those introduced. With tobacco mosaic virus this is the case after about 2 days and with ROUS' sarcoma after about 66 h after inoculation.

With plant viruses 2 types are demonstrated: the stable and the unstable group. In the last case the concentration in the plant decreases after a certain time.

The multiplication of viruses is thought to be the result of enzymatic processes of the living cell. Thus anything influencing these processes will effect the quantity of new virus particles as also the appearance of mutations and the possibility of inactivating the virus in the cells.

Wageningen, Binnenhaven 4A.

---

## Virusziekten bij Insecten

door

A. D. VOÛTE (ITBON)

Tijdens het IXe Internationale Entomologische Congres in Amsterdam bleek, zeer tegen de verwachting, onder de Canadese entomologen een groot enthousiasme te bestaan voor de virologische bestrijding van insectenplagen. Men bleek aldaar belangrijke resultaten te hebben bereikt en men was bezig met het bouwen van een laboratorium, speciaal voor de bosbouwsector, waarin het onderzoek naar de insectendodende viren krachtadig ter hand zou worden genomen.

Een dergelijke enthousiasme is er meer geweest, wanneer het er om ging insecten te bestrijden met behulp van ziekteverwekkende organismen. Wij denken daarbij o.m. aan de grote verwachtingen destijds gewekt door het werk van D'HERELLE met de bacterie *Coccobacillus acridiorum*, die in staat was sprinkhanen te doden. Maar al te vaak is het enthousiasme gevolgd door een teleurstelling, omdat het niet mogelijk bleek onder de in het veld heersende omstandigheden voldoende zekerheid te hebben, dat de desbetreffende organismen met succes zouden kunnen worden gebruikt. Wanneer wij denken aan de biologische bestrijding van insectenplagen, dan is eigenlijk slechts bij het gebruik van parasitoiden — sluipwespen en sluipvliegen — en van predatoren sprake van een groot aantal goed geslaagde bestrijdingsgevallen, terwijl wij mogen verwachten, dat dit aantal zeker nog zal worden vergroot, wanneer meer fundamenteel onderzoek zal kunnen worden uitgevoerd. Bij schimmels en bacteriën zijn de resultaten tot dusverre mager. Klimaat, virulentie van de ziekteverwekker, toestand en weerstandsvermogen van de gastheer en de relaties hiertussen blijken de werking te bepalen en onze kennis hiervan is in den regel niet voldoende om met succes het

resultaat van de aanwezigheid van de ziektenverwekkers te voorspellen. Voor de praktijk wil dit zeggen, dat men vrijwel nooit zeker is van het resultaat, wanneer men een plaag wil bestrijden met behulp van een ziekteverwekkende bacterie of schimmel, hetgeen in feite betekent, dat de desbetreffende ziekteverwekker onbruikbaar is. Er bestaan enkele uitzonderingen als *Bacillus popilliae*, die met groot succes is gebruikt tegen *Popilia japonica*. Het getal van dergelijke gunstige resultaten is echter zeer gering.

Zo ontstaat de wonderlijke situatie, dat ziektenverwekkers als bacteriën en schimmels, die in de natuur en dus zonder dat wij er moeite voor doen, een hoge tol kunnen heffen van de verschillende stadia van de schadelijke insecten, onbruikbaar zijn als bestrijdingsmiddel tegen plagen. Een situatie, welke, zolang wij zo weinig op de hoogte zijn van de bovenbedoelde relaties, aanvaard moet worden, maar waarbij wij ons nooit mogen neerleggen; een situatie, die om intensief onderzoek vraagt.

De viren verkeerden tot voor kort in dit opzicht zeker niet in een uitzonderingspositie. Zij zijn reeds lang bekend als pathogene organismen voor insecten, die onder bepaalde omstandigheden een grote mortaliteit kunnen veroorzaken. Ik denk hierbij aan de beruchte virusziekte van de zijderupsen en aan het optreden van polyederziekten, die zo vaak optreden in het laatste stadium van een rupsenplaag. Wil men deze polyederziekten, zelfs wanneer in het laboratorium goede en hoopgevende resultaten zijn verkregen, gebruiken voor het bestrijden van een plaag, dan ziet men over het algemeen, dat de resultaten beneden peil blijven. Als recent voorbeeld hiervan moge dienen de waarneming van SCHIMITSCHEK, volgens wie *Cephalcia abietis* L. lijdt aan een polyederziekte. In de natuur wordt tot  $\pm 20\%$  van de overwinterende larven gedood, terwijl in het laboratorium de sterfte tot 100% kan oplopen.

Het algemene beeld der epidemiologie van viren bij insecten vertoont dan ook een grote overeenkomst met dat der bacteriën, waarmee tot dusverre zo weinig is bereikt. Het is daarom de moeite waard om na te gaan, welke omstandigheden er de nuchtere Canadezen toe hebben gebracht om een optimistische kijk te hebben op de mogelijkheden tot het gebruik van viren bij het bestrijden van insectenplagen.

De Canadezen hebben een aantal frappante resultaten bereikt, toen zij viren gebruikten tegen een paar schadelijke bosinsecten. Zo hebben zij er *Diprion sertifer* mee kunnen bestrijden, een bladwesp, die uit Europa in Canada is ingevoerd en daar grote schade heeft aangericht. Ook het virus kwam uit Europa. Eenzelfde resultaat is bereikt bij een sparrenbladwesp, *Diprion hercyniae* Htg. In dit geval bracht men het virus naar New Brunswick en New Foundland, waar het aanvankelijk niet aanwezig was en waar het zich verspreidde en er belangrijk toe bijdroeg, dat de populatie van deze insecten tot een laag niveau werd teruggebracht (BALCH en BIRD). Tenslotte mag nog worden genoemd het resultaat, gebruikt bij de „lucernerups”, *Colias philodice eurytheme* Bdol. Hier spoot men het virus op de gewassen en bereikte een massaal sterven. De zieke rupsen bleven echter nog geruime tijd in leven, zodat STEINHAUS en THOMPSON zich denken, dat in de toekomst gespoten zal worden met een suspensie, die zowel virus als een snel dodende, maar minder effectief werkende bacterie bevat.

In vele gevallen is het gebruik van een virus ook in Canada een mislukking geworden, zo bij *Malacosoma disstria*, die meestal een te grote resistentie tegen de ziekte bleek te hebben, hetgeen eveneens het geval was bij de „spruce budworm”, *Choristoneura fumiferana* Clem.

Het ligt niet in mijn bedoeling een volledig overzicht te geven van alle resultaten en mislukkingen, welke men bij het werken met viren heeft gehad. Evenmin zal ik opsommen de gevallen, waarin wellicht een virus met goed gevolg kan worden gebruikt, en waarbij ik denk aan een virus, dat leeft in de klerenmot, *Tineola bisselliella* Humm. (SMITH). Voor een algemeen overzicht moge ik verwijzen naar de voortreffelijke artikelen van BERGOLD en CAMERON en naar het boek van STEINHAUS.

Wanneer wij het bovenstaande overdenken, dan moeten wij tot de overtuiging geraken, dat er een grote mate van overeenkomst is tussen hetgeen met viren is bereikt en de resultaten, verkregen bij de „biologische” bestrijding van insectenplagen met behulp van parasitoïden en predatoren. Ook bij deze laatste methode zijn de grootste resultaten bereikt bij het invoeren van parasitoïden ter bestrijding van plagen, veroorzaakt door een niet inheems insect. Inheemse vijanden van de schadelijke insecten zijn over het algemeen onvoldoende of ondoeltreffend werkzaam. Ware dit niet het geval, dan zou de plaag trouwens niet kunnen optreden. Wil men deze laatste groep van parasitoïden of roofvijanden gebruiken, dan moet worden onderzocht, waarom zij onwerkzaam zijn. Slechts in een gering aantal gevallen is dit geschied. De sluipwesp (*Encarsia flavoscutellum* Zehnt.) van de witte luis van het suikerriet (*Oregma lanigera* Zehnt.) kon zijn gastheer niet snel genoeg volgen en was daardoor onwerkzaam. Hielp men hem daarbij, dan bleek hij zeer werkzaam (HAZELHOFF). Een parasiet (*Ageniaspis* sp.) van de citrusmineerups (*Phyllocnistis citrella* Staint.) kon zijn gastheer slechts aanvallen, wanneer het blad bepaalde eigenschappen had. Zorgde men er voor, dat dit het geval was, dan was ook deze wesp effectief (VOÛTE). *Trichogramma* moest massaal worden gekweekt om effectief te werken, enz.

De gevallen, waarbij men successen heeft gehad bij het bestrijden van een plaag met viren, lijken sprekend op bovengenoemde geslaagde, „biologische” bestrijdingen. In twee der genoemde gevallen is het virus ingevoerd uit het gebied, waaruit de beschadiger stamt, in het gebied, waarin deze laatste is geïmporteerd. In het derde geval is een inheems virus gebruikt tegen een reeds ter plaatse voorkomend insect, dat zich, waarschijnlijk door een snelle verspreiding, aan de werking van het virus weet te onttrekken.

Het komt mij voor, dat door de verkregen resultaten het virusvraagstuk op het gebied der toegepaste entomologie in dezelfde positie is gekomen als dat der „biologische” bestrijding van insectenplagen. Voor beiden is veel fundamenteel onderzoek nodig, ten einde de mogelijkheid voor toepassing te vergroten. Dit geldt in hoge mate voor het gebruik van inheemse viren tegen inheemse insecten.

Overal ter wereld staat het virologische onderzoek in het middelpunt van de belangstelling. In Canada wordt het fundamentele onderzoek van de insectendodende viren krachtadig ter hand genomen, o.a. door BERGOLD, die er in is geslaagd om de gehele ontwikkeling van een aantal dezer viren te fotograferen. Ook op ander gebied zijn grote vorderingen gemaakt, waarop ik echter niet zal ingaan.

Wat zijn de belangrijkste problemen, waarvoor onderzoek nodig is ?

- 1e. de vraag, op welke wijze de virulentie der viren kan worden verhoogd.
- 2e. welke omstandigheden de vatbaarheid der insecten beïnvloeden.
- 3e. op welke wijze de verspreiding plaats vindt op korte of lange afstand, en van de ene generatie op de volgende.

Over deze punten is en wordt onderzoek gedaan.

Bezien wij kritisch hetgeen ons thans bekend is over de mogelijkheden om insectenplagen virologisch te bestrijden, dan blijkt een gematigd optimisme verantwoord. En het enthousiasme der Canadezen is er eveneens door verklaard. De virologische bestrijding heeft zich een plaats veroverd naast die der „biologische” met behulp van parasitoïden en predatoren. Resultaten zijn bereikt en gezien de korte tijd, gedurende welke is gewerkt, zullen meer worden bereikt. Op dezelfde wijze als thans reeds geschiedt met sluipwespen, sluipvliegen en predatoren, zullen in de toekomst ongetwijfeld viren kunstmatig over de wereld worden verspreid ter bestrijding van insecten. Voorts zijn er in theorie belangrijke mogelijkheden voor het gebruik van viren tegen inheemse insecten aan te geven, die echter een intensief voorafgaand onderzoek vergen. Bovendien is aan een virologische bestrijding het voordeel verbonden, dat viren goedkoop en gemakkelijk kunnen worden bewaard, zonder hun virulentie te verliezen. Ook zijn de viren vaak zeer specifiek in hun werking. Samenvattend kunnen we zeggen: het virologische onderzoek staat in het begin van zijn ontwikkeling en er mag veel van worden verwacht voor de bestrijding van insectenplagen, echter voorlopig in de eerste plaats bij het bestrijden van niet inheemse insecten met behulp van viren uit hun geboorteland. Wil men inheemse viren gebruiken, dan zal men eerst moeten weten, waarom zij te kort schieten en moet het mogelijk zijn de oorzaak hiervan weg te nemen. Is het een gebrek aan verspreidingsvermogen, dan moet hierbij worden geholpen; is het een gebrek aan virulentie, dan moet worden nagegaan, of het mogelijk is deze op de een of andere wijze te verhogen.

De vraag doet zich nu voor: kan iets worden gedaan om ons inzicht in de mogelijkheden tot het gebruik van viren voor insectenbestrijding in ons land te vergroten ?

Wij beschikken over een team van virus-onderzoekers, en over mogelijkheden voor virologisch onderzoek, waarop wij met recht trots kunnen zijn. Van dit voordeel zullen wij gebruik moeten maken, want het zal — althans voorlopig — zeker niet verantwoord zijn om grote bedragen te investeren in werkgelegenheden, welke speciaal werken voor virologische insectenbestrijding.

In aansluiting hierop is het gewenst, dat onze veld-entomologen worden getraind in het opsporen van kleine epidemieën onder insecten, welke niet samenhangen met een overbevolking of een voedseltekort. Ziek materiaal zal moeten worden gezonden naar één van onze instellingen, die zich bezig houden met virus-onderzoek. Wij mogen hierbij denken aan het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.) te Wageningen en aan de Philips-laboratoria. Wordt dit regelmatig gedaan, dan kunnen wij een algemeen inzicht krijgen in de vraag, of een of meer van de in ons land aanwezige viren als bestrijdingsmiddel voor bepaalde plagen in aanmerking komen.

De mogelijke ontwikkeling van het virologische onderzoek betekent zeker

niet, dat de chemische bestrijding tot het verleden zal behoren. Integendeel ! Bestrijding met behulp van insecticiden, parasitoïden, predatoren, viren, bacteriën, fungi enz. zullen naast elkaar moeten worden toegepast. Te veel ziet men hier, zelfs onder vakgenoten, tegenstellingen. In feite zijn deze tegenstellingen niet reëel. Het samenbundelen van de verschillende bestrijdingswijzen zal natuurlijk onderzoeken vergen, dat achterwege kan blijven, wanneer men uitsluitend een der methoden tot ontwikkeling laat komen of wel wanneer men één methode als de algemene en de andere als de „incidentele” beschouwt. Voor onze landbouw is en blijft de grote vraag: hoe krijgen wij onze productie, met relatief zo gering mogelijke kosten, *blijvend* omhoog. Voor de toegepaste entomologie betekent dit: hoe krijgen wij de schade, door insecten toegebracht, *blijvend* op een laag en aanvaardbaar niveau terwijl de kosten voor de bestrijding relatief zo gering mogelijk zijn. Om dit te bereiken zullen wij elke mogelijkheid in het onderzoek moeten betrekken om tenslotte te kunnen geraken tot de gunstigste combinatie van mogelijkheden. Vooral niet: „òf — òf”, maar „— en —”. Dat dit — en daardoor ook het relatieve van het belang van het viruswerk — door de Canadezen zeer goed wordt ingezien, is duidelijk te lezen uit een artikel van DE GRIJZE.

#### Literatuur

1. BALCH, R. E. and F. T. BIRD (1944): A disease of the European spruce sawfly, *Gilpinia hercyniae* Htg. and its place in natural control. *Sci. Agr.*, 25: 65—80.
2. BERGOLD, G. (1951): Fortschritte und Probleme auf dem Gebiet der Insektenviren. *Z. angew. Ent.*, 33: 267—278.
3. BERGOLD, G. H. (1951): The polyhedral disease of the spruce budworm *Chorestoneura fumiferana* Clem. (Lepidoptera Tortricidae). *Can. J. Zool.*, 29: 17—23.
4. Bimonthly Progress Report (1951): Department of Agriculture, Science service, Division of forest biology, Vol. 7, Report Nr. 4.
5. CAMERON, J. W. Macbain (1951): A survey of investigations on the diseases of insects. 82th Annual Report Int. Society Ontario, p. 7—11.
6. GRIJZE, J. J. DE (1946): Noxious forest insects and their control. The Canadian Yearbook, Dominion bureau of statistics, Departement of trade and commerce, Canada.
7. HAZELHOFF, E. H. (1928): Biologische bestrijding van insectenplagen met behulp van inheemse parasieten. *Hand. 5e Ned. Ind. natuurw. Congres.*
8. D'HERELLE, F. (1915): Sur le procédé biologique de destruction des sauterelles. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris*, 161: 503—505.
9. SCHIMITSCHEK, E. (1951): Ueber die Polyederkrankheit der Fichtenspinnblattwespe *Lyda hypotrophica* Htg. (*Cephalcia abietis* L.). *Mitt. forstl. Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn*, 47: 70—73.
10. SMITH, K. M. (1950): The polyhedral diseases of insects. *Endeavour*, 9: 194—199.
11. STEINHAUS, E. A. (1949): Principles of insect pathology. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 757 pp.
12. STEINHAUS, E. A. and C. G. THOMPSON (1949): Preliminary field test using a polyhedrosis virus in the control of the Alfalfa caterpillar. *J. econ. Ent.* 42: 301.
13. VOÛTE, A. D. (1935): Der Einfluss von *Ageniaspis* sp. auf ihren Wirt *Phyllocnistis citrella* Staint. unter verschiedenen (mikro)klimatischen Verhältnissen. *Arch. neerl. de Zool.* 1: 354—373.

#### Summary

Recent research in Canada pointed to the fact that virus diseases may be useful for the control of certain insect pests. Of importance was the specificity of their action.

So far viruses have been used succesfully for this purpose in the same way as parasites and predators. Endemic viruses seem to be less effective than viruses from abroad. It is clear that "virus-control" will not eliminate other control-methods (chemical, biological) but will be a welcome addition to them.

Much more research is necessary. Our knowledge of the subject would be much advanced if economic field entomologists, trained so as to be able to readily detect virus diseased insects, cooperate closely with laboratories' well equipped for virus research.

Oosterbeek (G.), Mariëndaal.

## Insecten als overbrengers van virusziekten bij de mens

door

F. DEKKING

De afstand tussen de besmettelijke lijder aan een infectieziekte en de door deze besmette nieuwe patiënt kan zeer klein, maar ook zeer groot zijn. De kleinst mogelijke afstand vindt men bij de geslachtsziekten, waarbij de besmetting vrijwel uitsluitend door nauw lichamelijk contact tot stand komt; grote en zeer grote afstanden vindt men bij die aandoeningen waarbij de ziektekiem, hetzij op levenloze voorwerpen gedurende lange tijd kan voortleven, hetzij door middel van een tussengastheer zijn bestaan weet te rekken. Een beroemd voorbeeld van het eerste mechanisme is het door TROUSSEAU beschreven Bretonse knaapje dat roodvonk kreeg doordat een juist van die ziekte herstellend vriendje hem per brief uit Duitsland de voor die ziekte zo typische vellen van zijn handen zond; op voorbeelden van verblijf der ziektekiem in tussengastheren stuit men herhaaldelijk bij de studie van de epidemiologie der virusziekten en het zijn de ziekten waarbij de insecten die rol vervullen, waarover ik vanmiddag met U spreken wil. Die rol kan zeer eenvoudig of zeer gecompliceerd zijn en ik zal met de eenvoudigste beginnen, nl. met die aandoeningen, waarin het insect in niets dan zijn eigen beweeglijkheid verschilt van de roodvonk overdragende brief.

De poliomyelitis, of kinderverlamming, is een ziekte die zich vooral manifesteert als een aandoening van het centrale zenuwstelsel, maar een grondiger studie van het wezen dezer besmetting onthulde dat het virus in de meerderheid der gevallen slechts een onschuldige besmetting van het darmepitheel veroorzaakt en bij uitzondering, men zou haast zeggen per ongeluk, het zenuwstelsel bereikt en gedeeltelijk vernielt. Voor iedere patiënt met verlammingen zijn naar schatting 100 tot 1000 mensen besmet en scheiden het virus in hun faeces uit; en zoals bij alle besmettelijke darmziekten *kunnen* vliegen een rol spelen bij de verspreiding van de smetstof, al zal deze rol steeds vrij onbelangrijk blijven.

SABIN en WARD toonden in 1941 herhaaldelijk het virus aan in een extract van vliegen, gevangen in stadjes waar poliomyelitis heerste; zo eenmaal in een partij van 500 vliegen, eenmaal in 31 gram vlieg en eenmaal in 2½ gram vlieg, gevangen in een stadje met 2 polio-gevallen.

Eendere resultaten kregen TRASK, PAUL en MELNICK in 1943: van 19 vliegen-monsters, tijdens een epidemie genomen, waren er 14 positief voor het virus. Al deze vliegen behoorden tot de niet-stekende soorten *Musca*, *Phaenicia* en *Proto-*