

HET WISSELEND ASPECT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE BESTRIJDING VAN PLAGEN IN DE NEDERLANDSE LANDBOUW SINDS 1891

The changing aspect of research on animal pests of agricultural crops in the Netherlands from 1891 to 1966

J. DE WILDE

Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Wageningen

DE TOEGEPASTE ENTOMOLOGIE IN 1891

Toen in 1891 de zoöloog JAN RITZEMA BOS tezamen met zijn botanische collega HUGO DE VRIES de Nederlandse Planteziektenkundige Vereniging oprichtte, verkeerde de toegepaste Entomologie in Nederland nog in de beginfase van zijn ontwikkeling. Niettemin had men reeds een elementair inzicht in de voornaamste factoren die bij het optreden van plagen een rol spelen. Het boek van RITZEMA BOS „Tierische Schädlinge und Nützlinge” (1891) geeft hiervan interessante voorbeelden. In de Inleiding houdt de schrijver zich bezig met de vraag, in hoeverre de belangrijke stijging in de aantallen van schadelijke dieren, die tot een plaag aanleiding geven, door migratie of lokale vermenigvuldiging wordt veroorzaakt; hij komt door een rekensom tot de conclusie dat het optreden van veldmuisplagen in de nazomer geheel door lokale reproductie kan worden verklaard. Zijn in wezen populatie-dynamische beschouwing besluit de schrijver met een bespreking van de factoren die vermeerdering en sterfte beïnvloeden; hij noemt het voedsel, de weersomstandigheden en de natuurlijke vijanden. Ten aanzien van de voedselplant dringt RITZEMA BOS onmiddellijk tot de kern van de zaak door en gaat uit van de in die tijd gebruikelijke indeling van de fytofage dieren in monofage en polyfage soorten. Bovendien merkt hij op: „Mehrere Tierarten, zwar nicht monophag, sind doch ziemlich wählerisch in betreff ihrer Futterpflanzen” en noemt een aantal belangwekkende voorbeelden. Over de oorzaak van deze beperking in de voedselkeuze heeft de schrijver originele gedachten. Verre van zich te bepalen tot schijnverklaringen, zoals het „botanische instinct” is hij van mening dat „die Ursache wohl darin (liegt) dass nächstverwandte Pflanzenarten gewöhnlich gleiche oder ähnliche Stoffe enthalten, welche einigen Tieren angenehm, anderen zuwider sind”. Met deze fytochemische verklaring is RITZEMA BOS zijn tijd ver vooruit; pas in 1910 zou de Amsterdamse botanicus VERSCHAFFELT voor het eerst het bestaan van dergelijke relaties experimenteel bewijzen.

RITZEMA BOS brengt deze voedselkeuze direct in verband met de noodzaak van vruchtwisseling. Hij wijst er ook op, dat vele plagen van cultuurgewassen in wezen autochtone insekten zijn die zich van oudsher met botanisch verwante vormen uit de wilde flora hebben gevoed. Het valt echter op, dat geen melding wordt gemaakt van de toepassing van resistente onderstammen tegen de druifluis in de wijnbouw en ook verder wordt van verhoging van de resistentie van cultuurgewassen door middel van veredeling met geen woord gerept. Interessante beschouwingen wijdt RITZEMA BOS aan de rol der natuurlijke vijanden.

Hij komt tot de conclusie, dat roofvijanden zoals insektenetende vogels e.d. in het algemeen meer *preventief* werkzaam zijn doordat ze de eigenschap hebben, een insektenpopulatie op een laag niveau van dichtheid te houden. Treedt door bijzondere oorzaken excessieve vermeerdering op, dan zijn het de parasieten die door hun snelle vermenigvuldiging *curatief* kunnen werken.

Na deze uitvoerige oecologische inleiding volgt een tweede gedeelte, dat de bestrijding betreft. Hierin worden drie en een halve bladzijde aan de chemische bestrijding gewijd. In hoofdzaak betreft dit vangbanden met teer en lijm; ook wordt incidenteel Parijs groen vermeld. Emulsies van minerale en teeroliën, die in Noord-Amerika respectievelijk in 1865 en 1888 in de fruitteelt werden toegepast, komen niet ter sprake en daarmee blijft het gehele aspect van de winterbestrijding onbehandeld. Overigens ontbreken hiervoor ook de technische gegevens; de blaasbalg is het enige werktuig dat wordt vermeld!

Uit het gehele boek (dat trouwens voor een duitstalig publiek geschreven is) blijkt de overheersende invloed van de Duitse literatuur. De Amerikaanse literatuur was de schrijver nog verre. Het zou tot 1898 duren eer RITZEMA BOS in opdracht van de Nederlandse regering een reis naar de Verenigde Staten zou ondernemen. Hier maakte hij kennis met mannen als L. O. HOWARD, de oprichter van het Bureau of Entomology and Plant Quarantine, en na deze reis werd een stroom van publikaties van de Amerikaanse proefstations voor de Nederlandse praktijk toegankelijk. Vijftien jaar later zou de leidende Duitse entomoloog KARL ESCHERICH zijn opzienbarende rede houden over „Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten” en daarmee de Duitse toegepaste entomologie in de landbouw nieuwe impulsen geven. Nederland had dus, mede dank zij RITZEMA BOS, omstreeks 1900 een zekere voorsprong op het buurland bereikt.

DE STUDIE VAN TAXONOMIE EN LEVENSCYCLUS

RITZEMA BOS schreef zijn boek in een tijd toen men zich meer en meer bewust begon te worden van het belang van een gedetailleerde kennis van de levenscyclus van schadelijke insekten en van de eisen, die de verschillende stadia aan het milieu stellen. Men beoogt op deze wijze de kwetsbare plaats in de levenscyclus op te sporen, d.w.z. het stadium, dat voor onze bestrijdingsmethoden het best toegankelijk is. Dit brengt mee, dat de „Achilleshiel” van een plaag op een andere plaats kan komen te liggen, wanneer de bestrijdingstechniek en de middelen zich wijzigen. Het behoeft hier verder wel nauwelijks te worden vermeld dat de taxonomische plaats van de soort in kwestie onomstotelijk dient vast te staan.

Ik wil de betekenis van deze zaken toelichten met als voorbeeld het fruitspint, *Metatetranychus ulmi* Koch. RITZEMA BOS bespreekt in zijn handboek van 1891 (blz. 685) de „Pflanzenspinne” *Tetranychus telarius* L., een mijt die schadelijk zou zijn aan o.a. bonen, bieten, hop, siergewassen, linde en vruchtbomen. De soort zou in de grond, onder strooisel, achter boomschors enz. overwinteren. Klaarblijkelijk betreft het hier een complex van soorten, die tegenwoordig worden onderscheiden als het fruitspint, *Metatetranychus ulmi* Koch, het bonespint *Tetranychus urticae* Koch, de harlekijnmijt, *Bryobia rubrioculus* Scheuten, en waarschijnlijk nog een tweetal soorten. Voor de Nederlandse fruitteelt betekende dit, dat in 1891 geen biologische basis voor een winterbestrijding met minerale oliën tegen de winterieren van het fruitspint aanwezig was, hoewel in de

Verenigde Staten reeds geruimte tijd de „dormant sprays” werden toegepast. Toen door BOSCHMA (1937) en GEYSKES (1938) de levenscyclus van het fruitspint meer gedetailleerd werd onderzocht, kon een schema worden ontwikkeld waarin naast de winterbestrijding een aantal bespuitingen gedurende de zomermaanden werd opgenomen. Hierbij werd Californische pap tegen de actieve stadia aangewend en zomerolie tegen het eistadium. Deze alternerende bespuiting werd door KUENEN (1946) geperfectioneerd op grond van populatietellingen gedurende de zomer. Toen omstreeks 1950 organische fosfaat-verbindingen hun intrede deden en in het bijzonder demeton voor de fruitteelt ter beschikking kwam, raakte dit schema in onbruik. Het zag er naar uit, dat men met behulp van het systemische middel demeton de spintbestrijding tot één à twee bespuitingen zou kunnen reduceren (VAN DE VRIE, 1955), welke bespuitingen kort na het uitkomen van de larven uit de wintereieren zouden moeten plaatsvinden. De aandacht werd nu op het uitkomen van de wintereieren gericht. Door de toenemende resistentie van het fruitspint tegen fosforesters bleef deze methode maar kort van betekenis. Tegenwoordig wordt de bestrijding weer over het gehele groeiseizoen, zowel tegen de actieve stadia als tegen de eieren, uitgevoerd.

Een tweede voorbeeld is de bestrijding van draaihartigheid in kool. QUANJER had als medewerker van RITZEMA BOS in 1905 hierover enig onderzoek verricht. Hij had geconstateerd dat in draaihartige koolplanten larven van een galmug worden aangetroffen. De hieruit gekweekte muggen werden door DE MEIJERE beschreven als *Contarinia torquens*. Aangenomen werd, dat deze alleen de specifieke draaihartverschijnselen in kool teweegbracht. QUANJER stelde niet vast, waar op de plant de eieren werden afgezet. LEEFMANS, die in 1936 het onderzoek weer opvatte, ontdekte al spoedig de plaats van eiafzetting en kon nu adviseren tot het doen van bespuitingen met insecticiden op de juiste plaats en te juister tijd. Het bleek namelijk, dat een bespuiting kort na de eiafzetting het meeste effect had. Later kon BARBARA STOKES (1953) vaststellen, dat *Contarinia torquens* synoniem is met *Contarinia nasturtii* Kieffer, een soort die gallen van zeer verschillende aard teweegbrengt op vele soorten gekweekte en wilde cruciferen. Het spreekt wel vanzelf, dat door deze taxonomische vaststelling ons inzicht in de infectiekansen van het koolgewas ten opzichte van *Contarinia* aanzienlijk is verbeterd.

Toen ROEPKE in 1923 het onderwijs in het dierkundige deel van de planten-ziektenkunde te Wageningen van RITZEMA BOS overnam, gaf hij aan het onderzoek een voor die tijd nieuwe wending door niet langer de „zieke plant” maar de verwekker van de aantasting, in casu het schadelijke insect, tot voorwerp van uitvoerig biologisch onderzoek te maken. Hij stimuleerde in het bijzonder het werk van zijn medewerkers over taxonomie en levenscyclus van belangrijke plagen in land- en bosbouw. ROEPKE zelf publiceerde talrijke bijdragen over deze onderwerpen. Uitvoerige systematisch-morfologische monografieën zijn die van GEYSKES (1939) over spintmijten, DOEKSEN (1941) over Thysanoptera, terwijl ook het taxonomische onderzoek van bladluizen, begonnen door VAN DER GOOT (1915), werd voortgezet door HILLE RIS LAMBERS (1931). Belangrijke onderzoekingen over levenscycli zijn die van DE JONG over emelten, FRANSSEN (1927) over de zwarte bonenluis, DE FLUITER (1931) over de bloedluis, mej. SCHAEFFER (1934) en BLIJRDORP (1935) over de karwijmot, WILCKE (1941) over de palmboombladvlo, VAN DINTHER (1950) over de wilgeschildluis.

Als buitengewoon waardevol moet het onderzoek van BETREM (1929) en

FRANSEN (1939) worden aangemerkt, dat de overdracht van de iepenziekte door de iepespintkevers betreft. Het is de verdienste van deze onderzoekers geweest, te hebben aangetoond dat de ziekteverwekkende schimmel wordt overgedragen gedurende de „rijpingsvreterij” van de volwassen kevers.

Het spreekt wel vanzelf, dat het taxonomisch onderzoek steeds van belang zal blijven voor de toegepaste entomologie, omdat het als het ware toegang verleent tot het „register van de burgerlijke stand” dat de wereldliteratuur verbindt. In dit verband mogen het recente werk van VAN EYNDHOVEN (1957) over mijten, van NIJVELDT (1962) over galmuggen en van FRANSSEN & MANTEL over tripsen niet onbesproken blijven. Ook G. J. VAN ROSSEM met zijn medewerkers heeft in dit opzicht bijdragen geleverd. Er is overigens vrijwel geen toepassend entomoloog die zich niet incidenteel op taxonomisch gebied begeeft.

DE FENOLOGIE ALS UITGANGSPUNT BIJ DE BESTRIJDING

Als tweede stap in de ontwikkeling van de toegepaste entomologie sinds 1891 moet de fenologische werkwijze worden genoemd. Onderzoekers als CLARK in Engeland, IHNE in Duitsland, HEMMO BOS (broer van JAN RITZEMA BOS) in Nederland hadden de belangstelling voor de plantefenologie gewekt en PIETER ROBERT RITZEMA BOS, de geograaf en oudste broer van het triumviraat, richtte in 1893 in Nederland het eerste plantefenologische waarnemingsnet op. De toepassing van de fenologie van schadelijke insekten in de landbouw ligt op twee gebieden, 1e. de zaai- en planttijdregeling en 2e. het bepalen van de juiste tijdstippen voor chemische bestrijding.

In de Verenigde Staten was het HOPKINS die voor het eerst empirische regels opstelde, waaraan de fenologie van bepaalde insekten in de gematigde zone van Noord-Amerika zou beantwoorden. Op grond hiervan konden *isofenen* worden opgesteld, die met succes werden toegepast bij de bepaling van de zaaitijd van tarwe ter voorkoming van de aantasting door de Hessische mug. Het bestaan van dergelijke wetmatigheden was oorzaak dat men in Amerika met een gering aantal jaarlijkse directe waarnemingen kon volstaan.

In Europa was dat anders. GEISSLER stelde vast dat de „regel van Hopkins” hier niet geldig is en dat de enig bruikbare methode bestaat in het jaarlijks doen van waarnemingen. Het is LEEFMANS geweest die de fenologische methode in de toegepaste entomologie in Nederland het sterkst heeft gepropageerd. Tijdens het 9e Internationale Entomologen Congres te Amsterdam in 1951 werd onder zijn leiding een symposium aan dit onderwerp gewijd. In een reeks publikaties over de reeds eerder besproken draaihartigheid bij kool legde LEEFMANS (1937, 1940) de grondslag voor een bestrijding van de koolgalmug op grond van de fenologie der generaties. Door middel van vangbakken, tijdens iedere teelt op de akkers uitgezet, werden de uit de grond komende muggen opgevangen en hierdoor kon de *vluCHKromme* worden opgesteld. De zeer korte levensduur van de muggen maakte het mogelijk op grond hiervan een bestrijdingstijdstip aan te geven dat goed voldeed. Problemen als het synchronisme der vluchten in verschillende centra, de invloed van grondsoort, weer en klimaat, werden door LEEFMANS bestudeerd.

Leerlingen en medewerkers van LEEFMANS (MAAN, 1946, met uievlieg en preimot; DE WILDE, 1947, met de koolvlieg; VAN 'T SANT, 1961, met de wortelvlieg) hebben de methode met goede resultaten toegepast. De vangmethodiek werd

later door VAN DINTHER (1953) verbeterd. DE FLUITER en VAN DE POL (1964) met hun medewerkers (o.a. D. J. DE JONG) die in het voetspoor van LEEFMANS het fenologische werk in de fruitteelt tot op de huidige dag voortzetten, hebben ten behoeve van de chemische bestrijding in het bijzonder de fenologie van verschillende bladrollers bestudeerd. Hierbij is gebruik gemaakt van vanglampen van het zgn. Robinson-type. Een net van waarnemingsposten is hiertoe door de Plantenziektenkundige Dienst ingericht.

Het is hier de plaats om te vermelden dat niet alleen de fenologie van een plaag, maar soms ook die van een gewas als leidraad kan dienen. FRANSSSEN (1954), die de erwtepeulboorder bestudeerde, vond dat het zich „vullen” van de peulen tijdens de ontwikkeling van het gewas een betrouwbaarder criterium voor de chemische bestrijding bood dan de fenologie van de vlinder. Hij grondde hierop een bestrijding, die door de praktijk met veel succes is toegepast.

De fenologie is van de aanvang af als een tak van de biometeorologie opgevat. De temperatuur werd hierbij als verreweg de belangrijkste factor beschouwd. Het is voor de moderne onderzoeker een merkwaardige gedachte, dat men gedurende zo vele decennia de insektenfenologie heeft kunnen bestuderen zonder enig inzicht in de fotoperiodiciteit. We weten thans, dat voor zeer vele insektenplagen de fotoperiode het generatieverloop in belangrijke mate bepaalt. Een langedag-insekt als de Coloradokever beëindigt zijn generaties in augustus (DE WILDE, 1954), een kortedag-insekt als het herfstras van de koolgalsnuitkever gaat in de herfst tot eiafzetting over. De merkwaardige fenologie van de laatste kever kon geheel worden opgehelderd door de ontdekking van zijn beide „fotoperiodische rassen” (ANKERSMIT, 1964). De fenologische „kalendervastheid” van verschillende insekten is in de laatste tijd meer en meer herleid tot hun daglengte-gevoeligheid. Ook het verschijnsel dat fenologisch gescheiden generaties van insekten in de loop van het seizoen meer en meer „partieel” zijn en dus een toenemend percentage „overliggers” vertonen (zie o.a. MAAN, 1946) kan in vele gevallen door fotoperiodiciteit worden verklaard (LEES, 1956; DE WILDE, 1965). Evenzo verklaart men het optreden van geslachtelijke vormen bij bladluizen thans als „kortedag-effect” (DE FLUITER, 1950). Het feit, dat de temperatuur en het voedsel de besproken daglengte-effecten kan modificeren, doet aan de primaire betekenis van de fotoperiode niets af.

DE OECOLOGISCHE BENADERINGSWIJZE IN LAND- EN BOSBOUW

De toepassing van de fenologie bij de bestrijding van plagen vond haar beperkingen daar, waar niet alleen de begintijdstippen van het optreden der actieve stadia moesten worden gekend, maar waar het aantalsverloop gedurende langere tijd moest worden gevolgd. Dit was het geval, wanneer het aantastende stadium een lange duur had of wanneer de generaties een zó belangrijke „overlap” vertoonden, dat ze fenologisch niet langer te scheiden waren. Dit laatste was bijvoorbeeld het geval bij het fruitspint. Gedurende de zomermaanden ziet men op de bladeren van appel en pruim alle ontwikkelingsstadia van deze mijt naast elkaar optreden. KUENEN (1946, 1948) maakte in zijn onderzoek in de Zeeuwse fruitteelt voor het eerst gebruik van oecologische censusmethoden. Hij stond voor het probleem (omstreeks 1940), dat deze mijt in het eistadium alleen met minerale olie kon worden bestreden, terwijl de actieve stadia gevoelig waren voor Californische pap. KUENEN kon nu vaststellen, dat het feit, dat het fruit-

spint als ei overwintert en dat in het voorjaar een massaal uitkomen der winter-eieren plaatsvindt, gedurende het gehele groeiseizoen blijft doorwerken, zodat „toppen” in de aantallen der actieve stadia afwisselen met „eitoppen”. Waarschuwingen aan de telers betreffende de meest geschikte tijdstippen voor bespuitingen werden hierop gebaseerd. Zij betekenden een belangrijke verbetering van de bestrijding. Met de door KUENEN gebruikte methodiek kon echter ook een inzicht worden verkregen in de betekenis van een aantal oecologische factoren en cultuurmaatregelen in de boomgaard en in de gevoeligheid van verschillende fruitrassen voor spint.

De rol van de voedselplant (KUENEN, 1948), van roofvijanden (KUENEN, 1947), van cultuurmaatregelen (POST, 1962) en verschillende bestrijdingsmiddelen (HUECK, 1953; VAN DE VRIE, 1955) werd in een reeks publikaties behandeld, die een belangrijke bijdrage vormen tot ons inzicht in het ontstaan van spintplagen in de fruitteelt.

Belangrijk ecologisch pionierswerk in de landbouw werd door KLUYVER (1933) verricht, die de rol van spreeuwen bij de beperking van emeltenplagen in weiland kwantitatief onderzocht.

In de bosbouw, waar de betekenis van een stabiele „levensgemeenschap” van oudsher werd ingezien, is niettemin het oecologisch onderzoek naar de oorzaken van insektenplagen pas in de jaren dertig van deze eeuw stelselmatig aangepakt. Insektenbestrijding was van oudsher in de bosbouw handwerk. Het boek van RITZEMA BOS (1891) geeft een keur van klop- en verzamelmethoden tegen rupseplagen. Het bepleit echter ook een gemengde beplanting van loof- en naaldhout.

Op het 2e Internationale Bosbouwcongres te Boedapest (1936), waar ook een Nederlandse delegatie aanwezig was, werd een aantal aanbevelingen gedaan tot een meer uitgebreid en stelselmatig onderzoek naar de oorzaken van insektenplagen.

Op initiatief van E. D. VAN DISSEL, Directeur van het Staatsbosbeheer, werd in 1937 het Comité ter Bestudering en Bestrijding van Insektenplagen in Bossen opgericht. W. K. J. ROEPKE had van de aanvang af in dat comité zitting en verschillende van zijn medewerkers hebben in het werk een actief aandeel gehad.

Onder leiding van A. D. VOÛTE werd in 1938 op initiatief van C. J. VAN DER KLAUW, hoogleraar in de zoölogie te Leiden, het biologisch laboratorium „De Hoge Veluwe” te Hoenderloo opgericht. Studenten van de Leidse universiteit konden nu worden ingeschakeld bij het onderzoek, dat door bovengenoemd Comité werd beoogd. VOÛTE (1940, 1941) had al vroegtijdig ingezien dat een der kernpunten bij het voorkómen van insektenplagen in bossen gelegen was in het tegengaan van extreme fluctuaties van de aantallen door een *regulerend* systeem. Het bestuderen van dergelijke regulerende mechanismen in natuurlijke gemeenschappen werd al spoedig een der hoofdpunten op het programma van het Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, dat in 1940 werd opgericht en waarin de beide bovenvermelde instanties werden opgenomen.

Belangrijke onderzoekingen naar in de fauna aanwezige regulerende systemen in de Nederlandse bosbouw, verricht onder de auspiciën van dit Instituut, zijn die van BESEMER (1942) over de regulatie van de dennebladwesp, van TINBERGEN (1958) over de invloed van mezen op het populatieverloop van insekten in het dennenbos, van KLOMP (1958, zie ook KLOMP & GRUYS, 1965) over de regulatie van de aantallen bij de dennespanner.

Ook moet hier het werk van VAN DER DRIFT (1951) worden vermeld dat, hoewel niet strikt de regulatie betreffend, toch belangrijke inzichten heeft gegeven over de rol van insecten bij de kringloop van de organische stof in het bos.

DE INZICHTEN DIE DE EXPERIMENTELE ENTOMOLOGIE OPLEVERDE

De fysiologie geeft inzichten die oecologische verschijnselen kunnen verklaren. En waar de fysische en chemische insectenbestrijding de normale fysiologische processen tracht te verstoren, kan de insectenfysiologie inzichten van praktische betekenis opleveren. Omstreeks 1890 waren de gedachtengangen en methoden van de vergelijkende dierfysiologie hiervoor echter nog onvoldoende ontwikkeld. Eerst nadat door mannen als KROGH, VON FRISCH, VON BUDDENBROCK, JORDAN en WIGGLESWORTH de theoretische grondslagen waren gelegd en de methoden waren ontwikkeld, kon de insectenfysiologie met succes in de toegepaste entomologie worden ingeschakeld, aanvankelijk slechts ter verklaring van waargenomen verschijnselen, maar tegenwoordig meer en meer als uitgangspunt van nieuwe ontwikkelingen in de toegepaste entomologie.

Het werk van HAZELHOFF (1927) over de regulatie van de opening der stigmata bij insecten door middel van kooldioxyde is van praktische betekenis geweest voor de bestrijding van voorraadsinsecten. Het onderzoek van PUNT (1950) over de periodieke ademhaling van insecten gedurende de winterrust sluit hier direct bij aan. KRUGSMAN (1952) deed met medewerkers onderzoek naar de fysiologische werking van insecticiden, o.a. derris, en ontwikkelde een methode waarbij het rugvat van de Amerikaanse kakkerlak als toetsobject werd gebruikt. Zijn medewerker DRESDEN (1949) deed pionierswerk over de fysiologische werking van DDT.

Het Laboratorium voor Insecticidenonderzoek TNO werd in 1946 opgericht en onder leiding gesteld van DRESDEN. Dit instituut heeft belangrijke bijdragen geleverd over het werkingsmechanisme van insecticiden (OPPENORTH, 1958; BECHT, 1959) en later, in een gecombineerd biochemisch en genetisch onderzoek, is door VAN ASPEREN en OPPENOORTH (1961, 1964) een aantal fundamenteel nieuwe inzichten verworven in de aard en het ontstaan van resistentie tegen organische fosforzuurverbindingen. Bovenstaande onderzoeken ontstonden grotendeels in connectie met de Universiteit van Utrecht.

Ook aan de Universiteit van Amsterdam heeft men sinds vele jaren bijgedragen tot insecticiden-onderzoek. STEGWEE (1952) en KOK & WALOP (1954) hebben pionierswerk verricht over de remming van neuro-enzymatische processen door organofosfaatverbindingen en de merkwaardige „toxificatie” van parathion in het insectelichaam.

HELLE (1962), die zijn onderzoek aan het Proefstation voor de Bloementeel te Aalsmeer begon en later te Amsterdam voortzette, verricht gecombineerd genetisch en oecofysiologisch onderzoek over de resistentie van het bonespint (*Tetranychus urticae* Koch) tegen fosforzure esters. CHIN (1950) leverde in zijn onderzoek over de fysiologische betrekkingen tussen de Coloradokever en enkele nachtschaden een belangrijke bijdrage tot ons inzicht in de factoren van onze cultuurgewassen die de weerstand tegen insectenplagen kunnen verhogen.

Aan de Universiteit van Leiden bestudeerde BOT (1952) het werkingsmechanisme van DDT, terwijl door KUENEN en medewerkers (1958) onderzoek werd ver-

richt over het subletale effect van insecticiden, benevens over het verband tussen dosis en sterfte.

Aan de Landbouwhogeschool te Wageningen deed de insectenfysiologie in 1954 zijn intrede. Onderzoek werd verricht over de werking van insectehormonen en hun betekenis voor verschillende oecologische aanpassingen van insecten. Zo bestudeerde DE WILDE (1965) met medewerkers de rol van hormonen bij de fotoperiodieke reacties, STAAL (1961) hun aandeel in de vorming van de zgn. „fasen” bij treksprinkhanen, SCHOONHOVEN (1962) hun rol bij het verbreken van de diapauze van vlinderpoppen en de synchronisatie tussen een parasitair insect en zijn gastheer. Onderzoek over de werking van het zgn. juveniele hormoon van insecten op biochemisch niveau werd door STEGWEE (1963, 1964) en MINKS (1965) verricht. Het werk van STEGWEE onderscheidt zich door een gecombineerde biochemische en elektronenmicroscopische aanpak. Van het Wageningse onderzoek naar de betrekkingen tussen insect en voedselplant noem ik het werk over de dynamiek van de waardplantkeuze van DE WILDE c.s. en het recente elektrofysiologische onderzoek van SCHOONHOVEN, 1966.

Tenslotte een enkel woord over de bijdrage van de fysiologie tot het onderzoek naar de rol van insecten als vectoren van plantenviren. Op initiatief van THUNG ontstond samenwerking tussen de virologische en de entomologische afdeling van de Landbouwhogeschool. Het werk dat hieruit voortkwam leidde tot de vondst van STEGWEE & PONSEN (1958), die met behulp van een aan de fysiologie ontleende micro-infectietechniek hebben kunnen aantonen, dat het aardappelbladrolvirus in zijn vector, de perzikluis, wordt vermenigvuldigd.

CHEMISCHE EN BIOLOGISCHE BESTRIJDING VAN 1890-1965

De chemische bestrijding van 1890-1940

Vanaf het jaar 1890 tot het jaar 1940 werden in de westerse wereld een twintigtal bruikbare nieuwe insecticiden ontdekt. In 1890 waren hiervan al een vijftal bekend, maar het gebruik in de Nederlandse landbouw was, mede door de zeer slechte economische toestand, uiterst gering.

Van 1890 tot 1920 trad al een duidelijke verbetering op; een achttal nieuwe middelen deed zijn intrede: voor de koolteelt de koolkragen en het sublimaat tegen de koolvlieg, voor de fruitteelt het loodarsenaat, nicotine-sulfaat, derrispoeder, basisch loodarsenaat en vruchtboomcarbolineum. Het laatste produkt werd door de Nederlandse industrie sterk verbeterd en ontwikkelde zich tot een export-produkt van betekenis. Het Koninklijk Instituut voor de Tropen speelde een rol bij het ontwikkelen van derris als insecticide, waarbij LOOSJES toetsmethodieken ontwikkelde.

Na 1920 begon de ontwikkeling van de synthetische organische insecticiden. TATTERSFIELD ontwikkelde in Engeland de dinitro-ortho-cresolaten als winteroviciden. Het methylobromide en het methallylchloride deden hun intrede als fumigantia (DIERICK, 1942; BRIJÈR, 1939).

De chemische bestrijding van 1940-1965

Na 1940 deed een nieuw bestrijdingsmiddel in de Nederlandse praktijk zijn intrede, het uit Zwitserland afkomstige Gesarol, dat na de tweede wereldoorlog DDT zou heten. Het was het begin van de ontwikkeling der gechloreerde koolwaterstoffen als insecticiden. Korte tijd later kwamen de organische fosfor-

zuurverbindingen met als eerste parathion en TEP, nog wat later de carbaminezuurderivaten als isolan. Tevens kwamen de eerste specifieke acariciden op de markt, die soms nog zwavel bevatten (fenson, chloorfenson), maar ook hiervan vrij kunnen zijn (kelthane, chloorbenzilaat).

Enkele belangrijke ontwikkelingen die door deze insecticiden mogelijk werden, zijn de volgende:

1. Bodemplagen zoals ritnaalden, engerlingen en diverse wortelvliegen konden met behulp van enkele in de bodem zeer persistente gechloreerde koolwaterstoffen voor het eerst in de geschiedenis worden bestreden.

2. Stoffen met dieptewerking in planteweefsels zoals parathion en HCH, vormden een afdoende oplossing voor de bestrijding van in blad en vrucht minerende insectestadia.

3. Weer andere insecticiden gaven door hun systemische werking een afdoende oplossing voor de bestrijding van zuigende insecten zoals bladluis, schildluis en spint zonder dat de dieren direct door deze middelen behoeften te worden geraakt.

4. In de veeteelt vormden diverse „animal systemics” zoals o.a. coral voor het eerst een afdoende bestrijding van onderhuidse parasieten, bijv. horzellarven.

Naast deze onmiskenbare voordelen stonden ook nadelen: de vaak hoge algemene giftigheid voor warmbloedige dieren en de mens (parathion!) en de werking tegen nuttige insecten, bijv. parasitaire en roofinsecten. Als gevolg hiervan was in goed verzorgde bedrijven een voortdurende verarming van de fauna merkbaar.

Ook de nog grotendeels onverklaarde stimulering van spintplagen door insecticiden zoals DDT moet hier worden vermeld. Maar misschien is wel het belangrijkste bezwaar gelegen in de toenemende resistentie van insecten tegen insecticiden. In de Nederlandse landbouw trad deze in 1965 bij het fruitspint, het bonespint en verschillende groentevliegen zoals koolvlieg, uievlieg en wortelvlieg in meerdere of mindere mate op.

Van 1940 tot 1965 zijn in totaal ongeveer 110 belangrijke nieuwe synthetische organische insecticiden op de markt verschenen. De Nederlandse industrie had hieraan deel, o.a. door de ontwikkeling van Tedium en Animert (MELTZER, 1958; JACOBS, 1961).

Ook de sproeitechniek ontwikkelde zich en daarmee de formulering van de insecticiden: Vapona's voor de landbouwluchtvaart, geconcentreerde vernevelingsmiddelen voor de verschillende nevelspuiten.

Nederlandse bijdragen tot de biologische bestrijding

Naast de genoemde spectaculaire ontwikkeling van de chemische bestrijding bleven de pogingen tot biologische bestrijding een meer incidenteel karakter behouden. Tegen de bloedluis, die oorspronkelijk uit Noord-Amerika afkomstig is, werd door VAN POETEREN (1926) het sluipwespje *Aphelinus mali* ingevoerd. Het is echter gebleken, dat in ons klimaat factoren als vermeerderingspotentiaal, ontwikkelingsduur en seizoenritme een ongunstig beeld vertonen (EVENHUIS, 1958). Voorts werd, na een vergeefse poging door RIEMENS in 1937, door DE WILDE in 1945 en 1946 het sluipwespje *Encarsia formosa*, dat op witte vlieg in kassen parasiteert, in het Westland ingevoerd, voortgekweekt en verspreid, zonder dat dit tot belangrijke resultaten leidde.

In de glascultuur bleek door het werk van BRAVENBOER (1959, 1962) de biologische bestrijding onverwachte mogelijkheden te bezitten. Behalve over bestaande autochtone roofvijanden van het bonespint deed BRAVENBOER onderzoek over een door DOSSE geïmporteerde roofmijt, *Phytoseiulus riegei*. Deze mijt bleek als spintvijand verre superieur te zijn vergeleken met de eerder genoemde soorten. Thans is de toepassing in de perzik- en komkommerteelt door de overheersende technische bestrijding nog incidenteel. Verwacht mag echter worden dat, bij toename van de resistentie van het bonespint tegen acariciden, de roofmijt een belangrijke toepassing zal verkrijgen.

DE WEG NAAR DE HARMONISCHE BESTRIJDING

Omstreeks 1950 bestond het toegepast-entomologisch onderzoek in Nederland – evenals elders in landen met een hoog ontwikkelde landbouw – grotendeels uit het beproeven van nieuwe insecticiden en het perfectioneren van bestaande chemische behandelingen. Het fenologische en oecologische onderzoek in de landbouw stond in dienst hiervan. De biologische gegevens zélf werden maar voor een klein deel benut, namelijk voor zover ze konden dienen om de chemische bestrijding te verbeteren of te ondersteunen.

De chemische bestrijding bevond zich in een positie die min of meer vergelijkbaar was met die van de chemotherapie van ziekten bij de mens. Het publiek is zózeer overtuigd van de heilzame werking van drankjes en tabletten, dat het van de arts zonder meer een recept verwacht. Voorlichters op het gebied van de planteziektenbestrijding in land- en tuinbouw hebben met een analoge situatie te maken. In Venezuela maakte schrijver dezes enkele jaren geleden eens mee, hoe een consulent de telers adviseerde, die klachten hadden over ziekten en plagen in hun gewassen. Na inspectie haalde hij een receptenboekje te voorschijn en schreef mengseltjes voor: zoveel gram DDT, zoveel gram parathion, zoveel gram fungicide, enz. Deze man had de allures van de huisarts in zijn praktijk overgenomen!

Het hier besproken geval was natuurlijk een excès. In feite heeft de chemische bestrijding zich echter een groot en gerechtvaardigd prestige verworven door de indrukwekkende bijdrage, die ze levert aan de volksgezondheid en de landbouwproductie. Dit heeft geleid tot de bovengenoemde stand van zaken, waarbij men alles op de kaart van de chemische bestrijding zet. Zo is de resistentie van cultuurgewassen tegen insectenplagen verwaarloosd en is het onderzoek naar de oorzaken van insectenplagen sterk achtergebleven.

In Nederland is het BRIJËR geweest, die al vroegtijdig de bezwaren van deze therapeutische situatie heeft ingezien. Hij heeft geijverd voor een meer preventieve werkwijze, die in de eerste plaats uit de teelt zélf moet voortkomen en die verder streeft naar een biologisch evenwicht in de aanplant, voor zover dit maar bereikbaar is (BRIJËR, 1949, 1957, 1962, 1963).

Intussen waren in verschillende landen soortgelijke gedachtengangen ontstaan, in Californië, waar men de hier van ouds gevestigde biologische bestrijding in gevaar achtte, en in Nova Scotia (Canada) waar PICKETT een revolutionaire wijziging van het spuitschema in de fruitteelt tot stand bracht. In 1956 brachten KUENEN en DE WILDE na afloop van het Internationaal Entomologencongres te Montreal een bezoek aan Nova Scotia en raakten daar overtuigd van het succes van PICKETTS werk.

Met krachtige steun van BRIEJËR werd in 1957 de Werkgroep Harmonische Bestrijding van Plagen TNO opgericht, waarin thans 45 onderzoekers hun krachten geven, werkzaam aan 11 universitaire en autonome instituten. Vijf van de zes secties, waarin deze werkgroep is ingedeeld, houden zich met grondlegend onderzoek bezig: de bevolkingsdynamiek van insekten, de relaties tot de voedselplant (met als doel het leren kennen van weerstandsfactoren in de plant), de resistentie tegen insecticiden, de insektenpathologie en het onderzoek naar de toepassing van insektenhormonen en lokstoffen als bestrijdingsmiddelen met bijzondere fysiologische capaciteiten.

Het streven van de harmonische bestrijding is nu op grond van biologische gegevens uit de bovengenoemde gebieden te komen tot een overwegend biologische of oecologische bestrijding, waarbij slecht in uitzonderingsgevallen als aanvulling van chemische methoden gebruik wordt gemaakt. De zesde sectie van de werkgroep tracht dit in de praktijk te brengen, waarbij voorlopig nog alleen in de fruitteelt wordt gewerkt. Van jaar tot jaar wordt in een aantal proefboomgaarden het gebruikelijke spuitschema geleidelijk gewijzigd door het weglaten van algemeen giftige middelen en het gebruik van zoveel mogelijk specifieke insecticiden, dit laatste alleen in geval van uiterste noodzaak. Het zal echter ongetwijfeld nog wel jaren duren, eer de chemische bestrijding tot een aanvullende factor is teruggebracht.

Voorlopig vervult de werkgroep met succes een stimulerende en coördinerende functie. In de acht jaar van haar bestaan zijn bijvoorbeeld de insektenpathologie (vóór 1957 hield zich in Nederland niemand hiermee bezig) en het resistentie-onderzoek bij het bonespint met krachtige steun van de werkgroep ontwikkeld, terwijl onderzoek naar de aantalsregulatie en het hormoononderzoek er sterk door zijn bevorderd. Toen in 1962 RACHEL CARSON'S boek „Silent Spring” verscheen en in geheel Amerika opzien baarde, had Nederland, dank zij BRIEJËR, al een belangrijke stap gedaan ter voorbereiding van de harmonische bestrijding in de landbouw.

DE OPKOMST VAN DE NEMATOLOGIE

Bij het verschijnen van RITZEMA BOS' boek (1891) had Nederland al waardevolle bijdragen geleverd tot dat deel van de Landbouwdierkunde, dat tegenwoordig als „nematologie” wordt aangeduid. DE MAN (1876, 1880) had zijn beroemde monografieën over vrijlevende nematoden gepubliceerd en zijn collectie was grotendeels al bijeengebracht. BEIJERINCK (1883) had in zijn veelzijdige interesse ook de kroefziekte van de ui opgenomen en daarin een aaltje als verwekker herkend, dat later door RITZEMA BOS geïdentificeerd werd met de zeer polyfage soort die wij nu *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) noemen.

Van de cystenaaltjes wordt door RITZEMA BOS reeds het bietenaaletje (*Heterodera schachtii* Schmidt) genoemd. Ook wordt het „wortelaaltje” *Heterodera radicola* Greeff vermeld. Met deze laatste soort wordt blijkens de waardplantreeks een populatie aangeduid, die wij tegenwoordig „wortelknobbelaaltjes” noemen en waarvan een groot aantal soorten wordt onderscheiden; o.a. *Meloidogyne hapla* Chitw., en *M. incognita* (Kofoid & White).

Jarenlang heeft men gemeend, dat in de Nederlandse landbouwdierkunde in hoofdzaak de drie door RITZEMA BOS in 1891 genoemde soorten een rol spelen, benevens bladaaltjes (*Aphelenchoides* spec.), en bestonden de bijdragen in hoofd-

zaak uit gegevens over nieuwe waardplanten, invloed van teeltomstandigheden en bestrijding. Onder de druk van Amerikaanse quarantaine-maatregelen die de de bloembollenexport bedreigden wegens de aantasting van narcissen door het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* werkte van SLOGTEREN (1920) de zgn. warmwater-methode uit. DEWEZ (1940) deed waarnemingen over het verband tussen de toestand van de grond en de zgn. „reup” (*Ditylenchus dipsaci*) in rogge. Soortgelijk onderzoek verrichtte VAN BEEKOM (1940) ten aanzien van de kroefziekte in uien. Hoe dezelfde soort schade toebrengt aan de aardappel is door QUANJER (1927) onderzocht. SCHUURMANS STEKHOVEN, die zich overigens meer voor de helminthologie in het algemeen interesseerde, verwierf zich verdiensten door de bewerking van het klassieke werk van FILIPEV (1941).

Na de tweede Wereldoorlog trad een dynamische ontwikkeling van de nematologie in, waarin Nederland een belangrijk aandeel heeft gehad. De stuwende krachten waren daarbij SEINHORST, wiens werk zich onderscheidt door waardevolle bijdragen tot de methodiek (SEINHORST, 1945, 1950) en de gedachtengangen (SEINHORST, 1965, 1966) van de nematologie en OOSTENBRINK, die door zijn werk een belangrijk aandeel heeft gehad in de opsporing en de faunistiek van aantasting door aaltjes in de cultures, de invloed van vruchtwisseling en andere cultuurmaatregelen en het tot stand komen van de Aardappelmoehedswet van 1949.

SEINHORST werkte aanvankelijk met het stengelaaltje maar heeft zijn werkterrein later uitgebreid tot andere economisch belangrijke groepen. Het verband tussen aaltjesdichtheid en schade enerzijds en de toestand van de grond anderzijds is door hem op kritische wijze in beschouwing genomen. De kwantitatieve afscheiding van aaltjes uit grond- en plantendelen is door hem op baanbrekende wijze ontwikkeld.

OOSTENBRINK, gebruik makend van de mogelijkheden van de Plantenziektenkundige Dienst, heeft door systematische bemonstering van cultuurgrond talrijke, tevoren niet in Nederland bekende aaltjesaantastingen bij cultuurgewassen beschreven en de invloed van voorafgaande teelten op de aaltjesdichtheid bestudeerd. De betekenis van een juiste gewaswisseling kwam hieruit naar voren (OOSTENBRINK, 1964). Soortgelijk onderzoek werd door KORT (1959) over het haver cystenaaltje verricht.

In 1944 werd de Aardappelmoehedsc commissie opgericht, later, in 1950, opgevolgd door de Werkgroep Onderzoek Bestrijding Aardappelcystenaaltje TNO. Hieruit is voortgekomen het werk van OOSTENBRINK (1950) en dat van VAN DER LAAN (1956), respectievelijk de epidemiologie en bestrijding en de rol van de bemesting betreffend, het werk van WEBER *et al.* (1952) over een als predator levende amoebe, van Mej. JANZEN (1961) over de merkwaardige zgn. wekstoffen die bij de synchronisatie van cystenaaltjes met hun waardplant een rol spelen. Ook mag hier het fraaie veredelingswerk van TOXOPEUS en HUIJSMAN niet onvermeld blijven (HUIJSMAN, 1957), dat de resistentie van de aardappelplant tegen het aardappelcystenaaltje betreft. Kruisingen met materiaal van *Solanum andigenum* leverden resistentie cultuurrassen op. Helaas, spoedig werd door VAN DER LAAN & HUIJSMAN (1957) het bestaan van resistentie-doorbrekende stammen van dit aaltje vastgesteld. Bodemmoehed is een ingewikkeld verschijnsel waarin soms interacties tussen diverse bodemorganismen een rol schijnen te spelen. In dit verband moet het werk van SOL & SEINHORST (1961) worden vermeld, die voor het eerst de rol van het wortelaaltje *Trichodorus pachydermus* bij de overdracht van grondvirussen, i.c. het ratelvirus aantoonde. Ook het

werk van SLOOTWEG (1957) over de samenhang tussen het wortelrot van de narcis en het voorkomen van bepaalde vrijlevende wortelaaltjes en van KLINKENBERG (1953) over soortgelijke relaties bij wortelrotverschijnselen van aardbeiplanten behoort in deze categorie thuis.

Interessante gegevens over relaties tussen aaltjes en planten werden verkregen door SLOOTWEG (1956) en OOSTENBRINK, KUIPER & S'JACOB (1957) die vonden dat de wortels van afrikaantjes (*Tagetes spec.*) de ontwikkeling van vrijlevende aaltjes tegengaan, benevens door DEN OUDEN (1956), die ontdekte dat de cruci-feer *Hesperis matronalis* de larven van het bietecystenaaltje uit de cysten lokt zonder er waardplant voor te zijn en dus als „vangplant” fungeert. In tegenstelling tot bovenstaande aspecten van de oecologische bestrijding maakte het chemotherapeutische aspect slechts langzaam voortgang. De vondst van dichloorpropeen-dichloorpropaan-mengsels (DD) door CARTER en van ethylbromide door CHRISTIE in 1943 als aaltjesdodende middelen, deed het gebruik van zwavelkoolstof en chloorpicrine als nematociden aanzienlijk teruglopen. De toepassing van deze middelen is, evenals het klassieke „grondstomen”, echter in de regel alleen in de glascultures en in de kostbare buitenteelten (bijv. van bloembollen) economisch verantwoord.

Belangrijke bijdragen tot de taxonomie van op planten parasiterende aaltjes zijn geleverd door LOOF (1961, 1963). In de bosbouw heeft MINDERMAN (1956a,b) interessante nieuwe methoden ontwikkeld ter bestudering van aaltjespopulaties *in situ* in de bodem.

Hoewel in de Nederlandse nematologie nog lang niet de differentiatie in de aanpak is bereikt, die we in de entomologie kennen, blijkt uit het bovenstaande wel, dat de groei van ons biologisch weten en kunnen in steeds toenemende mate in dit belangrijke vak doordringt.

SUMMARY

A sketch is given of the development of agricultural entomology and nematology in the Netherlands since 1891, the year in which the “Netherlands Society of Plant Pathology” was founded. As to the scientific approach, the contributions of the various disciplines are discussed as follows: 1. the contribution of taxonomy and life cycle studies, 2. the contribution of phenology, 3. the contribution of ecology, 4. the contribution of physiology.

The importance of these scientific approaches, in course of time, shows a succession in the given order, but with considerable overlap. They all remain opportune, to a varying extent, but the first two merely provide factual information while the last two disciplines are more and more affecting the basic principles, the “philosophy” of pest control.

During the first half of the period, the contribution of entomology was almost completely limited to taxonomic and life cycle studies. The most generally prevailing pests were described, their taxonomic status established and entrance into foreign literature thereby obtained. Examples are given of changes in control measures resulting from improved knowledge of the taxonomic position of some important pests such as fruit tree red spider and swede midge.

Descriptive work on identification and monographic elaboration of species belonging to the more „difficult” groups has been, and is still effected on Aphididae (VAN DER GOOT, HILLE RIS LAMBERS), Itonididae (DE MEIJERE, NIJVELDT),

Thysanoptera (DOEKSEN, FRANSSEN & MANTEL), Tetranychidae (GEYSKES, VAN EYNDOVEN). Among the more important life cycle studies are those of BETREM (1929) and FRANSSEN (1939) in which the mechanism of transfer of the Dutch elm disease by some scolytid beetles was revealed.

The phenological approach in applied entomology was initiated in the Netherlands by LEEFMANS (1937, 1940) and carried further by his pupils (MAAN, 1946; DE WILDE, 1947; VAN 'T SANT, 1961). Phenological observations on fruit tree leafrollers have been carried out during a great number of years under the auspices of DE FLUITER & VAN DE POL (1964). Warnings have been given to the growers for many years on the basis of these observations. FRANSSEN (1954), in his work on the pea moth, *Laspeyresia nigricana* Zett., based his timing of chemical control with much success on the phenology of the plant rather than on that of the insect.

Ecological research on pest insects was started in forest entomology (VOÛTE, 1940, 1941; BESEMER, 1942; VAN DER DRIFT, 1951) and resulted in some basic contributions to the field of population dynamics (TINBERGEN, 1960; KLOMP 1958, 1965).

Ecological work in fruit culture was initiated by KUENEN in his research on the fruit tree red spider mite, and provided very useful information as to timing of chemical control, influence of host plant, effect of predators, influence of cultural measures (KUENEN, 1946, 1947, 1948; VAN DE VRIE, 1955, POST, 1962.)

Experimental entomology has contributed in various ways to basic thinking as well as to practical control of insect pests. Mention is made of the studies by HAZELHOFF (1927) and by PUNT (1950) on insect respiration, by KRIJGSMAN (1952), DRESDEN (1949), VAN ASPEREN and OPPENOORTH (1961, 1964), BECHT (1959), STEGWEE (1952) and KOK & WALOP (1954) on the mode of action of insecticides and mechanisms of resistance. Several of these investigations have led to the finding of entirely new principles, like spiracular regulation of respiration, periodic carbon dioxide release, nervous determination of contraction rate, toxification by insecticides, and the chemogenetic basis of organophosphate resistance in houseflies. HELLE (1962) initiated an original combined genetic and ecophysiological approach in studying organophosphate resistance in greenhouse red spider mites.

KUENEN (1958) was the first who definitely proved that low dosages of DDT may stimulate reproduction in insects and mites. CHIN (1950) setting forth a line of thought initiated by VERSCHAFFELT (1910) elucidated some critical steps in the first catenary analysis of host plant finding occurring in literature. SCHOONHOVEN (1966) provided essential electrophysiological information on host plant perception. Research on insect hormones, their mode of action and their interference with ecological adaptations such as diapause, phase formation, host-parasite synchronization, was carried out by DE WILDE (1965), STEGWEE (1964), STAAL (1961), SCHOONHOVEN (1962); ecophysiological work on insect photoperiodism was carried out by DE WILDE (1954) and ANKERSMIT (1964). STEGWEE & PONSEN (1958) were first in proving beyond doubt the multiplication of a plant virus in an aphid.

According to the "philosophy" of pest control, practical research during the period may be divided into research directed to *chemical*, *biological* and *integrated* (harmonious) control.

The Netherlands has assumed an important role in the development of tar oil

sprays, derris formulation and standardization, and the findings of acaricides such as Tedion and Animert. Lindane owes its name to the Dutch chemist VAN DER LINDEN, who, in 1912, studied the isomers of hexachloro cyclohexane.

The development of biological control measures has been limited to a few (but outstanding) cases: the importation and successful establishment of the chalcid wasp *Aphelinus mali* in 1920 and the use of predators in the control of greenhouse red spider, as studied by BRAVENBOER (1959).

At present, the pesticide situation in the Netherlands is subject to critical re-examination as a result of increasing limitations set by residue tolerances and the resistance of more and more insects to insecticides (difficulties are experienced in the control of fruit tree red spider, onion fly, cabbage root fly, and carrot fly).

Harmonious (integrated) control and its basic elements have been studied in the Netherlands since 1957 by the Harmonious Control Working Party. This party was founded on the initiative of BRIJËR. At present, 45 workers belonging to 11 research institutions, are united in this group, which is divided into six sections: Population dynamics, Hormones and Pheromones, Host plant relations, Resistance to insecticides, Insect pathology, and Application of harmonious control.

At present, experiments on the practice of harmonious control are limited to orchard culture.

Nematology has been given attention since the middle of last century by workers like DE MAN (1876, 1880), RITZEMA BOS and many others: VAN SLOGTEREN (1920), SCHUURMANS STEKHOVEN (see FILIPJEV & SCHUURMANS STEKHOVEN, 1941). After the Second World War, SEINHORST (1945, 1950) and OOSTENBRINK (1950) have played a leading role, not only in developing nematology in the Netherlands, but also abroad. The work is partly in the field of taxonomy and biology, partly of an epidemiological character (often including sampling methods based on Dutch inventions), partly directed towards secondary effects of nematode infestations (SOL & SEINHORST, 1961) and partly concerning cultural control measures such as alternation of crops. A working party on golden nematode of potato has been in action since 1950. The work includes the concentration of hatching factors, and attempts towards their identification.

LITERATUUR

- ANKERSMIT, G. W., - 1964. Voltinism and its determination in some beetles of cruciferous crops. Meded. LandbHoges. Wageningen 64: 8-60.
- ASPEREN, K. VAN, - 1964. Biochemistry and genetics of esterases in houseflies (*Musca domestica*) with special reference to the development of resistance to organophosphorus compounds. Entomologia exp. appl. 7: 205-214.
- BECHT, G., - 1959. Studies on insect muscles. Bijdr. Dierk. 29: 1-46.
- BEEKOM, C. W. C. VAN, - 1940. Enkele opmerkingen naar aanleiding van een onder uientelers gehouden enquête betreffende het optreden van kroefziekte (*Tylenchus dipsaci* Kühn). Tijdschr. PlZiekt. 46: 205-207.
- BESEMER, A. F. H., - 1942. Die Verbreitung und Regulierung der *Diprion pini*-Kalamität in den Niederlanden in den Jahren 1938-1941. Ned. BoschbTijdschr. 15: 136-164, 198-241, 262-302.
- BETREM, J. G., - 1929. De iepenziekte en de iepenspintkevers. Tijdschr. PlZiekt. 36: 273-289.
- BEIJERINCK, M. W., - 1883. De oorzaak der kroefziekte van de jonge ajuinplanten. Maandbl. holl. Maatsch. Landb. 5.

- BLIJDDORP, P. A., - 1935. Resultaten van het karwijmotonderzoek in Groningen. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen 82:20.
- BOSCHMA, B., - 1937. Spint en spintbestrijding bij vruchtbomen. Meded. TuinbVoorlDienst 44.
- BOT, J., - 1952. Bijdrae tot die verklaring van die werking van die insekticides DDT, Hexachloorsiklohexaan, Chlordane en Toxaphene. Documenta Med. Geogr. trop. 4:57.
- BRAVENBOER, L., - 1959. De chemische en biologische bestrijding van de spintmijt, *Tetranychus urticae* Koch. Versl. Landbouwk. Onderz. 65:5-85.
- BRAVENBOER, L. & G. DOSSE, - 1962. *Phytoseiulus riegei* Dosse als Prädator einiger Spinnmilben aus der *Tetranychus urticae* Gruppe. Entomologia exp. appl. 5:291-304.
- BRIEJER, C. J., - 1939. Methallylchloride as a fumigant against insects infesting stored products. Diss. Amsterdam.
- BRIEJER, C. J., - 1949. Zijn wij op de goede weg? Maandbl. LandbVoorlDienst 6:93-95.
- BRIEJER, C. J., - 1957. Bezinning over het bestrijden van insekten. Meded. Dir. Tuinb. 20: 804-813.
- BRIEJER, C. J., - 1962. Harmonische bestrijding van ziekten en plagen in de landbouw. Landbouwvoorlichting 19:487-495.
- BRIEJER, C. J., - 1963. De bescherming van planten. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen 137:7-15.
- CHIN, C. T., - 1950. Studies on the physiological relations between the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and some solanaceous plants. Tijdschr. PlZiekt. 56:1-88.
- DEWEZ, W. J., - 1940. Het optreden van het stengelaaltje. (*Tylenchus dipsaci*) in Limburg. Tijdschr. PlZiekt. 46:194-204.
- DIERICK, G. F. E. M., - 1942. De ovicide werking van wintersproeimiddelen, bestudeerd in het laboratorium. Diss. Amsterdam.
- DINTHER, J. VAN, - 1950. Morphologie en biologie van de schildluis *Chionaspis salicis* L. Diss. Wageningen.
- DINTHER, J. VAN, - 1953. Details about some fly traps and their application to biological research. Ent. Ber., Amst. 14:201-204.
- DOEKSEN, J., - 1941. Bijdrage tot de vergelijkende morphologie der Thysanoptera. Diss. Wageningen.
- DRESDEN, D., - 1949. Physiological investigations into the action of DDT. Diss. Utrecht.
- DRIFT, J. VAN DER, - 1951. Analysis of the animal community in a beech forest floor. Tijdschr. Ent. 94:168.
- EVENHUIS, H. H., - 1958. Een oecologisch onderzoek over de appelbloedluis, *Eriosoma lanigerum* (Hausm.), en haar parasiet *Aphelinus mali* (Hald.) in Nederland. Tijdschr. PlZiekt. 64:1-103.
- EYNDHOVEN, G. L. VAN, - 1957. *Le Bryobia cristata* de Dugès. Notulae ad Tetranychidas 5. Ent. Ber., Amst. 17:171-183.
- FILIPJEV, I. N. & J. H. SCHUURMANS STEKHOVEN, - 1941. A manual of agricultural helminthology. Leiden, Brill.
- FLUITER, H. J. DE, - 1931. De bloedluis *Eriosoma lanigerum* (Hausm.) in Nederland. Diss. Leiden.
- FLUITER, H. J. DE, - 1950. De invloed van de daglente en de temperatuur op het optreden van de geslachtsdieren bij *Aphis fabae* Scop., de zwarte bonenluis. Tijdschr. PlZiekt. 56:265-285.
- FLUITER, H. J. DE, P. H. V. D. POL & J. P. M. WOUDEMBERG, - 1954. Fenologisch en faunistisch onderzoek over boomgaardinsekten. Versl. landbouwk. Onderz. 69:14.
- FRANSEN, J. J., - 1939. Iepen ziekte, Iepenspinkevers en beider bestrijding. Diss. Wageningen.
- FRANSEN, C. H. J., - 1927. Die Biologie und Systematik der europäischen „Schwarzen Blattläuse“ unter besonderer Berücksichtigung der Niederländischen Arten. Z. angew. Ent. 17:106-145.
- FRANSEN, C. H. J., - 1954. De levenswijze en de bestrijdingsmogelijkheden van de erwtenpeulboorder. Versl. landbouwk. Onderz. 60:2-50.
- GEIJSKES, D. C., - 1938. Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben (Acari, Tetranychidae) mit besonderer Berücksichtigung der Niederländischen Arten. Meded. Landb Hogesch. Wageningen 42:4-68.
- GEIJSKES, D. C., - 1939. Waarnemingen over het fruitspint in verband met zijn bestrijding. Tijdschr. PlZiekt. 44:49-80.
- GOOT, P. VAN DER, - 1915. Beiträge zur Kenntnis der holländischen Blattläuse. Haarlem.
- HAZELHOFF, E., - 1927. De regeling der ademhaling bij insekten en spinnen. Thesis, Utrecht.
- HELLE, W., - 1962. Genetics of resistance to organophosphorus compounds and its relation to diapause in *Tetranychus urticae* Koch. Tijdschr. PlZiekt. 68:155-195.

- HELLINGA, J. J. A., - 1945. Diverse artikelen over *Heterodera schachtii*. Meded. Inst. rat. SuikProd. 15:69-102.
- HILLE RIS LAMBERS, D., - 1931. Contribution to the knowledge of the Aphididae (Hom.).1. Tijdschr. Ent. 74:169-183.
- HUECK, H. J., - 1953. The population dynamics of the fruit tree red spider. Diss. Leiden.
- HUIJSMAN, C. A., - 1957. Veredeling van de aardappel op resistentie tegen *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Diss. Wageningen.
- JACOBS, K. F., - 1961. Animert V-101, een nieuw acaricide. Tijdschr. PlZiekt. 67:64-65.
- JANZEN, G. J., - 1961. Onderzoek naar de wekstof van het aardappelvystenaaltje. Werkgr. Onderz. Bestr. Aard. Cystenaaltje TNO 1950-1960:38-47.
- KLINKENBERG, C. H., - 1953. Zwartwortelrot in aardbeien. Tijdschr. PlZiekt. 59: 261.
- KLOMP, H., - 1958. Larval density and adult fecundity in a natural population of the pine looper, *Bupalus piniarius* L. Archs néerl. Zool. 13, Suppl. 1:319-334.
- KLOMP, H. & P. GRUYS, - 1965. The analysis of factors affecting reproduction and mortality in a natural population of the pine looper, *Bupalus piniarius* L. Proc. int. Congr. Ent. London 12:369-372.
- KLUYVER, H. N., - 1933. Bijdrage tot de biologie en oecologie van de spreeuw (*Sturnus vulgaris* L.) gedurende zijn voortplantingstijd. Diss. Wageningen.
- KOK, G. C. & J. N. WALOP, - 1954. Conversion of o. o. diethyl O-p nitrophenyl thiophosphate (parathion) into an acetylcholinesterase inhibitor by the insect fat body. Biochim. biophys. Acta 13:510-515.
- KORT, J., - 1959. Enkele waarnemingen over populatieschommelingen bij het havercysteaaltje, *Heterodera avenae* (= *H. major*) onder invloed van enige gewassen op zandgrond. Tijdschr. PlZiekt. 65:1-4.
- KRIGSMAN, B. J. & N. E. KRIJGSMAN-BERGER, - 1952. Bull. ent. Res. 42:143-155.
- KUENEN, D. J., - 1946. Het fruitspint en zijn bestrijding. Meded. TuinbVoorlDienst 44.
- KUENEN, D. J., - 1947. On the ecological significance of two predators of *Metatetranychus ulmi* C. L. Koch. Tijdschr. Ent. 88:303-312.
- KUENEN, D. J., - 1948. The fruit tree red spider (*Metatetranychus ulmi* Koch) and its relation to its host plant. Tijdschr. Ent. 91:83-102.
- KUENEN, D. J., - 1958. Influence of sublethal doses of DDT upon the multiplication rate of *Sitophilus granarius* L. Ent. exp. appl. 1:147-152.
- LAAN, P. A. VAN DER, - 1956. The influence of organic manuring on the development of the potato root eelworm *Heterodera rostochiensis*. Nematologica 1:112-125.
- LAAN, P. A. VAN DER & C. A. HUIJSMAN, - 1957. Een waarneming over het voorkomen van fysiologische rassen van het aardappelvysteaaltje, welke zich sterk kunnen vermeerderen in resistente nakomelingen van *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*. Tijdschr. PlZiekt. 63: 365-368.
- LEEFMANS, S., - 1937. De draaihartigheid der kool. Meded. TuinbVoorlDienst 1.
- LEEFMANS, S., - 1940. De draaihartigheid bij kool IV. Meded. TuinbVoorlDienst 17.
- LEEFMANS, S., - 1950. Onderzoekingen inzake de pereringlarve (*Agrilus sinuatus* Oliv.). Meded. Dir. Tuinb. 13:263-298.
- LEES, A. D., - 1956. The physiology of diapause in Arthropods. Cambr. Monogr. Exp. Biol.
- LOOF, P. A. A., - 1961. The nematode collection of Dr. J. G. de Man. Beaufortia 8:169-254.
- LOOF, P. A. A., - 1963. A review of the nematode genus *Leptonchus* (Enoplida). Nematologica 9:507-520.
- MAAN, W. J., - 1946. Biologie en phaenologie van de uienvlieg, *Chortophila antiqua* (Meigen) en de preimot, *Acrolepia assectella* (Zeller) als grondslag voor de bestrijding. Meded. TuinbVoorlDienst 39.
- MAN, J. G. de, - 1876. Onderzoekingen over vrij in de aarde levende Nematoden. Tijdschr. dierk. Vereen. 2:78-196.
- MAN, J. G. de, - 1880. Die einheimischen, frei in der reinen Erde und im Süsswasser lebenden Nematoden. Tijdschr. Ned. Dierk. Vereen. 5:1-104.
- MELTZER, J., - 1958. Action of tedion on eggs and ovaries of spider mites. Tijdschr. PlZiekt. 64:104-110.
- MINDERMAN, J. A., - 1956 a. Aims and methods in population researches on soil-inhabiting nematodes. Nematologica 1:47-50.
- MINDERMAN, J. A., - 1956 b. The preparation of microtome section of unaltered soil for the study of soil-organisms *in situ*. Pl. Soil 8:42-48.
- MINKS, A. K., - 1965. Hemolymph protein and amino-acid composition as influenced by the

- corpus allatum in *Locusta migratoria migratorioides* (R & F). Proc. K. Ned. Akad. Wet. C 68:320-323.
- NIJVELDT, W., - 1962. Nieuwe galmuggen voor de Nederlandse fauna IV. Ent. Ber., Amst. 22:236-239.
- OOSTENBRINK, M., - 1950. Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber), een gevaarlijke parasiet voor de eenzijdige aardappelcultuur. Diss. Wageningen.
- OOSTENBRINK, M., - 1964. Harmonious control of nematode infestation. *Nematologica* 10: 49-56.
- OOSTENBRINK, M., K. KUIPER & J. J. s' JACOB, - 1957. Tagetes als Feindpflanzen von *Pratylenchus* Arten. *Nematologica* (suppl.) 2:424-433.
- OPPENORTH, F. J., - 1958. Resistance to gamma hexachlorocyclohexane in *Musca domestica* L. *Archs néerl. Zool.* 12:1-62.
- OPPENORTH, F. J. & K. VAN Asperen, - 1961. The detoxication enzymes causing organophosphate resistance in the housefly: properties, inhibition, and the action of inhibitors as synergists. *Entomologia exp. appl.* 4: 311-333.
- OUDEN, H. DEN, - 1956. The influence of host and non-susceptible hatching plants on populations of *Heterodera schachtii*. *Nematologica* 1: 138-144.
- POETEREN, N. VAN, - 1926. Invoer en verbreiding van het sluipwespje *Aphelinus mali*, een parasiet van de bloedluis. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen 1925: 83-84.
- POST, A., - 1962. Effect of cultural measures on the population density of the fruit tree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* Koch. *Tijdschr. Plziekt.* 68:1-110.
- PUNT, A., - 1950. The respiration of insects. *Physiol. Comp. Oek.* 2: 59-74.
- QUANJER, H. M., - 1927. Een aaltjesziekte van de aardappelplant; de aantastingswijze en de herkomst van haar oorzaak *Tylenchus dipsaci* Kühn. *Tijdschr. Plziekt.* 33: 137-172.
- RITZEMA BOS, J., - 1891. Tierische Schädlinge und Nützlinge. Paul Parey, Berlin.
- RITZEMA BOS, J., - 1888-1892. L'Anguille de la tige (*Tylenchus exevastatrix* Kühn) et les maladies des plantes dues a ce nématode. *Archs Mus. Teyler* (Ser. 2) 1888-1892, 3:161-348, 545-588.
- SANT, L. E. VAN 'T., - 1961. Levenswijze en bestrijding van de wortelvlieg (*Psila rosae* F) in Nederland. Versl. landbouwk. Onderz. 67:1-131.
- SCHAEFFER, C., - 1934. Onderzoek over de karwijmot. (*Depressaria nerosa* Hw.) en haar bestrijding. Versl. Meded. plziektenk. Dienst Wageningen 74:28.
- SCHOONHOVEN, L. M., - 1962. Diapause and the physiology of host-parasite synchronization in *Bupalus piniarius* L. and *Eucarcelia rutila* Vill. *Archs néerl. Zool.* 15:111-174.
- SCHOONHOVEN, L., - 1966. Sensory aspects of hostplant discrimination by lepidopterous larvae. *Archs néerl. Zool.* 16, fasc. 4 (in press).
- SEINHORST, J. W., - 1945. Een laboratoriummethode voor de bepaling van de vatbaarheid van rogge voor aantasting door het stengelaaltje. *Tijdschr. Plziekt.* 52:39-52.
- SEINHORST, J. W., - 1950. De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaaltje. *Tijdschr. Plziekt.* 56:292-349.
- SEINHORST, J. W., - 1965. The relation between nematode density and damage in plants. *Nematologica* 11:137-154.
- SEINHORST, J. W., - 1966. Population dynamics of nematodes. *Nematologica* 12, fasc. 1 (in press).
- SLOGTEREN, E. VAN, - 1920. De nematodenbestrijding in de bloembollenstreek III. Bestrijding der ziekte. *Tijdschr. Plziekt.* 24:161-171.
- SLOOTWEG, A. T. G., - 1956. Rootrot of bulbs caused by *Pratylenchus* and *Hoplolaimus* spp. *Nematologica* 1: 192-201.
- SOL, H. H. & J. W. SEINHORST, - 1961. The transmission of rattle virus by *Trichodorus pachydermus*. *Tijdschr. Plziekt.* 67:307-311.
- STAAL, G. B., - 1961. Studies on the physiology of phase induction in *Locusta migratoria migratorioides* R. & F. Publ. Fonds Landb. exp. Bur. 40:1-125.
- STEGWEE, D., - 1952. The effect of parathion and DDT on cholinesterase activity in the roach. *Biochim. biophys. acta* 8:187-193.
- STEGWEE, D., - 1964. Respiratory chain metabolism in the Colorado potato beetle II Respiration and oxidative phosphorylation in „sarcosomes” from diapausing beetles. *J. Insect. Physiol.* 10:97-102.
- STEGWEE, D., E. C. KIMMEL, J. A. DE BOER & S. HENSTRA, - 1963. Hormonal control of reversible degeneration of flight muscle in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. *J. Cell. Biol.* 19:519-527.
- STEGWEE, D. & M. B. PONSEN, - 1958. Multiplication of potato leafroll virus in the aphid *Myzus persicae* (Sulz.). *Entomologia exp. appl.* 1:291-300.

- STOKES, B. M., - 1953. Biological investigations into the validity of *Contarinia* species living in the Cruciferae, with special reference to the swede midge *Contarinia nasturtii* (Kieffer). *Ann. appl. Biol.* 40: 726-741.
- TINBERGEN, L., - 1960. The natural control of insects in pine woods I. Factors influencing the intensity of predation by song birds. *Archs néerl. Zool.* 13: 265-336.
- VOÛTE, A. D., - 1940. De kans op het optreden van insektenplagen in oerwoud en monocultuur. *Ned. BosbTijdschr.* 13: 250-254.
- VOÛTE, A. D., - 1941. De mogelijkheid voor biologische en oecologische bestrijding van de insektenplagen onzer bossen. *Ned. BosbTijdschr.* 14: 588-615.
- VRIE, M. VAN DE, - 1955. Nieuwe wegen in de bestrijding van het fruitspint. *Meded. Landb. Hogesch. OpzoekStns Gent* 20: 301-308.
- VRIE, M. VAN DE, - 1956. Over de invloed van spintaantasting op de opbrengst en de groei van vruchtbomen. *Tijdschr. PlZiekt.* 62: 219-225.
- WEBER, A. PH., L. O. ZWILLENBERG & P. A. VAN DER LAAN, - 1952. A predacious amoeboid organism destroying larvae of the potato root eelworm and other nematodes. *Nature, Lond.* 169: 834.
- WILCKE, J., - 1941. Biologie en morphologie van *Psylla buxi* L. *Diss. Amsterdam.*
- WILDE, J. DE, - 1947. Onderzoekingen betreffende de koolvlieg en zijn bestrijding. *Versl. Landbk. Onderz.* 53: 8g.
- WILDE, J. de, - 1954. The significance of the photoperiod for the occurrence of diapause in the adult *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Proc. Int. photobiol. Congr.* 1: 96-101.
- WILDE, J. DE, - 1965. Photoperiodic control of endocrines in insects. *Archs Anat. microsc. Morph. exp.* 54: 547-564.



Ir. N. VAN POETEREN (1882–1946), assistent van Prof. RITZEMA BOS. Hij volgde deze in 1919 op als Hoofd van de Plantenziektenkundige Dienst (aanvankelijk nog Phytopathologische Dienst) te Wageningen.

Ir. N. VAN POETEREN (1882–1946), assistant of Prof. RITZEMA BOS. He succeeded him in 1919 as Head of the Plant Protection Service (P.D.) at Wageningen.

Foto Plantenziektenkundige Dienst Wageningen.



T. A. C. SCHOEVERS (1878–1946). Sedert 1919 plaatsvervangend Hoofd van de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen.

T. A. C. SCHOEVERS (1878–1946), from 1919 Deputy Head of the Plant Protection Service (P.D.) at Wageningen.

Foto Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.