SEPARAAT
No. 21953

Overdruk uit „TNO-Nieuws" no. 184 (juni 1961) blz. 307-315

632.7 : 632.951

Harmonische bestrijding van insektenplagen in 1960

Dr. A. D. VOÛTE (ITBON) en Dr. H. J. DE FLUITER (IPO)

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

De ontwikkeling van resistentie tegen de moderne insekticiden bij een groot aantal schadelijke insekten en mijten heeft bewezen, dat wij er niet op kunnen vertrouwen, dat de chemische bestrijding de plagen blijvend in toom houdt. Daarom wordt gezocht naar een integratie van de oecologische en de technische bestrijding o.m. door integratie van de biologische en de chemische bestrijding. In verband hiermede wordt er enerzijds gezocht naar een zodanige chemische bestrijding, dat de natuurlijke weerstand van de levensgemeenschappen niet wordt vernietigd, terwijl anderzijds getracht wordt de natuurlijke weerstand zo hoog mogelijk op te voeren. Deze vorm van bestrijding, waarbij de mens slechts dan met chemische middelen ingrijpt wanneer de natuurlijke beteugeling van een plaag te kort schiet, en bovendien de in de natuur aanwezige tegenkrachten zoveel mogelijk in tact worden gelaten, o.m. door gebruik te maken van selectieve bestrijdingsmiddelen, noemt men „harmonische bestrijding".

In ons land werd reeds lang een aantal facetten van de harmonische bestrijding bestudeerd; van een systematisch opgezet onderzoek was echter aanvankelijk nauwelijks sprake. Teneinde hierin verbetering te brengen heeft de Organisatie TNO in 1959 een werkgroep opgericht, waarin de verschillende onderzoekers, die op bovengenoemd gebied werkzaam zijn, zijn opgenomen en waaraan fondsen beschikbaar worden gesteld om het onderzoek zodanig uit te breiden, dat de nog bestaande hiaten zullen kunnen worden opgevuld.

Het onderzoek is thans goed op gang gekomen. Een 30-tal onderzoekers verbonden aan 15 instituten werkt er aan mede. De tot dusverre verkregen resultaten worden in dit verslag kort vermeld.

Inleiding

De ontwikkeling van resistentie tegen de moderne insekticiden bij een groot aantal schadelijke insekten en mijten maakte een einde aan het geloof bij land- en tuinbouw, dat wij bij machte zouden zijn iedere plaag chemisch afdoende te bestrijden.

Dit deed opnieuw belangstelling ontstaan voor het nemen van andere cultuurmaatregelen die het schadelijk optreden van insekten kunnen tegengaan. Gedacht mag worden aan het zoeken naar rassen van onze cultuurgewassen die geen aantrekkingskracht uitoefenen op de schadelijke insekten of waarop deze zich niet kunnen ontwikkelen; voorts aan de vruchtwisseling waardoor de schadelijke insekten gedurende lange of korte tijd geen voedsel ter beschikking hebben. Daarnaast echter werd het belang ingezien, beter op de hoogte te geraken van de tegenkrachten die overal, ook in onze cultuurgebieden, optreden tegen massale vermeerdering van een insekt. In het onderstaande wordt het totaal van deze tegenkrachten de „weerstand" van het milieu tegen de groei van de insektenbevolking genoemd.

Ook in de bosbouw was een dankbaar gebruik gemaakt van de mogelijkheden die onze moderne insekticiden voor de bestrijding van plagen boden. Men wenste er zich echter niet geheel aan te binden, omdat men vreesde dat door een te sterk ingrijpen in de levensgemeenschap van het bos plagen frequenter zouden gaan optreden. Hierdoor was het besef levend gebleven, dat behalve chemische ook andere methoden tot bestrijding en voorkoming van plagen in het onderzoek betrokken moesten blijven.

Als gevolg van de vermelde ervaring werd dit inzicht gemeengoed bij de instellingen van onderzoek op land- en tuinbouwkundig gebied, en allerwegen verschenen projecten van die strekking op de werkprogramma's. Het doel werd meer en meer, een zodanige chemische bestrijding te vinden, dat de natuurlijke weerstand van de levensgemeenschappen tegen plagen niet werd vernietigd en tegelijkertijd deze natuurlijke weerstand zo hoog mogelijk werd opgevoerd.

Een dergelijke wijze van bestrijding die dus slechts chemisch ingrijpt bij een tekortschieten van de natuurlijke beteugeling van de plaag en ook dan nog de in de natuur aanwezige tegenkrachten zo goed mogelijk intact beoogt te laten, wordt gerekend tot de „harmonische bestrijding". Onder deze term verstaan we een harmonisch samengaan van chemische, biologische en andere bestrijdingswijzen, waaronder ook die door middel van cultuurmaatregelen.

Elders in de wereld wordt men met hetzelfde probleem geconfronteerd, hetgeen heeft geleid tot het oprichten door de F.A.O. van een internationale werkgroep („Coordination de la lutte biologique et de la

Archief No E 125

lutte chimique" van de „Commission internationale de la lutte biologique").
De natuurlijke weerstand tegen het optreden van plagen is ook in het cultuurland sterk. Onder de insekten die van onze cultuurgewassen leven, vormt slechts een gering aantal soorten er een bedreiging voor. De meeste soorten komen, hoewel zij zich even snel kunnen voortplanten als de schadelijke, nooit in zulke aantallen voor dat zij werkelijk schade toebrengen. Oorzaak hiervan is, dat bij toenemende dichtheid van de bevolking de sterfte tijdens de ontwikkeling zodanig toeneemt, ofwel de geboorte zodanig afneemt, dat zij de bevolking permanent op een laag niveau houdt.

TNO

De natuurlijke regulatie

Voor een goed begrip van de harmonische bestrijding is het allereerst nodig, te weten op welke wijzen de plantenvretende insekten op een laag niveau worden gehouden. Hiertoe zullen zeer in het kort enkele principes worden besproken waarop de natuurlijke regulatie van de bevolkingsdichtheid berust. Van groot belang is bovenal het leren kennen van de sterftefactoren. Deze vallen in twee grote groepen uiteen:

1. factoren die in hun werking afhankelijk zijn van de dichtheid van de soort: hoe dichter de bevolking, des te geringer de hoeveelheid voedsel per individu en des te groter de sterfte door verhongering; sommige vijanden van onze schadelijke insekten (bepaalde vogels, muizen, enz.) gaan zich op hen specialiseren wanneer hun dichtheid een bepaalde grens heeft overschreden; vele sluipwespen en andere parasieten nemen in aantal toe bij hogere dichtheid van hun gastheer; ook stijgt dan de infectiekans bij ziekten; voorts kunnen de dieren elkaar storen (verontrusten), hetgeen bij hogere dichtheid kan resulteren in een hogere sterfte (men denke hierbij ook aan kannibalisme) of een ontwikkeling tot individuen met een geringer voortplantingsvermogen.

Fig. 1. Lieveheersbeestje, bladluis vretende

2. factoren die in hun werking onafhankelijk of slechts indirect afhankelijk zijn van de dichtheid van de bevolking: slecht weer doodt, wanneer geen schuilplaatsen aanwezig zijn, een even groot percentage van een dichte als van een minder dichte bevolking (zijn dergelijke schuilplaatsen in beperkte mate aanwezig, dan kan hierdoor de sterfte afhankelijk worden van de dichtheid, maar in feite is het dan het gebrek aan schuilplaats, dat de sterfte verhoogt); de kwaliteit van het voedsel werkt op alle dichtheden op dezelfde wijze; giftstoffen evenzo.
De sub 1 genoemde sterftefactoren hebben de tendens de bevolking op een bepaald niveau te handhaven. We noemen dit regulatie. De hoogte van het niveau waarop wordt gereguleerd, wordt mede bepaald door de factoren die onafhankelijk zijn van de dichtheid. In het algemeen kan men zeggen, dat deze factoren de tendens hebben dit niveau te verlagen.
Het zou te ver voeren hier nader op het principe van de werking dezer sterftefactoren in te gaan. Er bestaat een uitgebreide literatuur over, terwijl zeer veel nog onzeker is en voor verder experimenteel onderzoek openstaat.
Voor de harmonische bestrijding van de plagen is een verbreding van de basis waarop moet worden gewerkt even noodzakelijk, als een onderzoek dat er op is gericht de basale kennis in praktijkproeven te toetsen.
Daar een insektenplaag in feite een beweging is van de bevolkingsdichtheid naar een extreem hoog niveau en aldus wijst op de afwezigheid van een op laag niveau regulerend mechanisme, is de kennis van het regulerend mechanisme van primair belang voor elke bestrijdingsvorm waarbij van de natuurlijke weerstand van de omgeving gebruik wordt gemaakt. Aan deze kennis ontbreekt nog zeer veel, zodat een diepgaand onderzoek hiernaar in ons land en andere delen van de wereld wordt ingesteld. Het is een jonge tak van wetenschap, die „populatie-dynamica" wordt genoemd.
In sommige gevallen zijn de eisen, die men aan het produkt stelt zodanig, dat iedere aantasting economisch ontoelaatbaar wordt geacht. Dit komt in de tuinbouw tot uiting, wanneer het sorteringsstelsel bij de veilingen de kwaliteitseisen in bijzonder sterke mate heeft verhoogd. In dit geval zal dus moeten worden gestreefd naar een volledige beveiliging van het produkt, hetgeen de natuurlijke weerstand nimmer zal bereiken. Men zal dan niet kunnen werken langs populatie-dynamische weg, maar naar andere

mogelijkheden moeten uitzien. Zo zal men er naar kunnen streven, de resistentie van het cultuurgewas tegen de aantasting zo hoog mogelijk op te voeren, zowel door verhoging van de genetische resistentie (afweerstoffen, antibiose) als door passende cultuurmaatregelen.

In ons land werden reeds een aantal facetten van de harmonische bestrijding bestudeerd, maar om van een systematisch onderzoek te mogen spreken waren er te veel hiaten in en ontbrak het te zeer aan coördinatie tussen de onderzoekers. Teneinde hierin verbetering te brengen, heeft de organisatie TNO een werkgroep opgericht (zie nevenstaande kolom) waarin de verschillende onderzoekers zijn opgenomen en fondsen beschikbaar gesteld om het onderzoek zodanig uit te breiden dat verscheidene hiaten konden worden opgevuld.

TNO

Vroeger onderzoek in ons land

Daar in de Nederlandse bosbouw voor, gedurende en kort na de oorlog het gebruik van insekticiden als onrendabel werd beschouwd, heeft de instelling die zich bezig hield met bosbouwentomologisch onderzoek (het Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur) zich speciaal toegelegd op wat destijds werd genoemd „de oecologische bestrijding van plagen". Hierbij bleek, dat de wetenschap die zich bezighield met de vraag waarom populaties in dichtheid toe- of afnemen, de reeds genoemde populatiedynamica, nog aan het begin van haar ontwikkeling stond. Fundamenteel onderzoek is daarom verricht op populatiedynamisch gebied, later in samenwerking met het Zoölogisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Groningen (Prof. Tinbergen) en daarna met het Zoölogisch Laboratorium van de Landbouwhogeschool te Wageningen (Prof. Klomp).

Daar ook elders bij de bosbouwers belangstelling voor dit probleem bestond, werd door de Int. Union of Forest Research Organisations een internationale discussiegroep gevormd voor overleg inzake de interpretatie van de resultaten. Het onderzoek was vooral gericht op het vinden van principes voor de regulatie (= de tendens om zich op een bepaald niveau te handhaven) van de populaties en het berekenen van de invloed van parasieten en predatoren hierop.

In Zeelands Proeftuin Wilhelminadorp werd vervolgens op initiatief van Prof. Kuenen te Leiden een onderzoek ingesteld naar de invloed van diverse cultuurmaatregelen op de bevolkingsfluctuaties van schadelijke insekten in de boomgaarden en van hun natuurlijke vijanden.

Dit onderzoek was zo belangrijk omdat niet een *oecologische* bestrijding naast een *chemische* werd geplaatst, maar de invloed van beide op elkaar werd bestudeerd. Dit onderzoek is dus in ons land het eerste dat inderdaad bewust op een harmonische bestrijding was gericht.

Vooral het onderzoek in Wilhelminadorp heeft de land- en tuinbouw er toe gebracht meer oog te hebben voor de mogelijkheden die de natuurlijke vijanden,

Samenstelling van de werkgroep:

Commissie van Beheer

Dr. C. J. Briejèr, directeur van de Plantenziektenkundige Dienst, voorzitter;
Dr. A. D. Voûte, directeur van het Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur, secretaris;
Dr. Ir. G. de Bakker, directeur van de Tuinbouw;
Dr. J. G. ten Houten, directeur van het Instituut voor plantenziektenkundig onderzoek;
Prof. Dr. D. J. Kuenen, hoogleraar in de algemene zoölogie te Leiden;
Ir. G. Wansink, secretaris van de Nationale raad voor landbouwkundig onderzoek;
Prof. Dr. J. de Wilde, hoogleraar in de entomologie te Wageningen.

Wetenschappelijke Commissie

Prof. Dr. J. de Wilde, sectie hormonale bestrijding, voorzitter;
Dr. H. J. de Fluiter, sectie pathogene microörganismen, secretaris;
Dr. D. Dresden, sectie resistentie;
Prof. Dr. H. Klomp, sectie populatiedynamica;
Prof. Dr. D. J. Kuenen, sectie chemische en biologische bestrijding;
Dr. A. D. Voûte, sectie plant-dier.

Leden en medewerkers

Dr. P. A. van der Laan, Laboratorium voor toegepaste entomologie der Universiteit van Amsterdam;
Ir. G. W. Ankersmit, Laboratorium voor entomologie der Landbouwhogeschool;
Dr. Ir. J. B. M. van Dinter, Laboratorium voor entomologie der Landbouwhogeschool;
Drs. L. M. Schoonhoven, idem;
Ir. G. B. Staal, idem;
Dr. W. Stegwee. idem;
Prof. Dr. J. de Wilde, idem;
Ir. M. B. Ponsen, Laboratorium voor virologie der Landbouwhogeschool;
Prof. Dr. H. Klomp, Laboratorium voor zoölogie der Landbouwhogeschool;
Dr. D. Dresden, Laboratorium voor insecticidenonderzoek, Utrecht;
Dr. F. J. Oppenoorth, idem;
H. B. Smissaert, idem,
Dr. A. F. H. Besemer, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen;
Dr. H. H. Evenhuis, Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek Wageningen;
Dr. H. J. de Fluiter, idem;
Drs. D. J. de Jong, idem;
Dr. H. P. Maas Geesteranus, idem;
Dr. J. H. Venekamp, idem;
M. van de Vrie, idem;
Ir. P. Gruys, Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur (Itbon), Arnhem;
Dr. R. J. van der Linde, idem;
Dr. A. D. Voûte, idem;
Drs. W. Helle, Proefstation voor de bloemisterij in Nederland, Aalsmeer;
Prof. Dr. Ir. J. P. H. van der Want, Laboratorium voor bloembollenonderzoek der Landbouwhogeschool, Lisse;
Dr. Ir. L. Bravenboer, Proefstation voor groenten en fruitteelt onder glas, Naaldwijk;
J. Meltzer, Philips Duphar, 's-Graveland;
Dr. H. Hueck, Centraal Laboratorium TNO, Delft;
D. Hille Ris Lambers, Bladluisonderzoek TNO, Bennekom;
Drs. A. Post, Proefstation voor de fruitteelt in de volle grond, TNO, Wilhelminadorp.

Bovendien is voor 1960 een aantal promovendi en werkstudenten bij het onderzoek ingeschakeld geweest, t.w. de heren: M. Hafez, J. Th. Schmidt, H. H. W. Veldhuis en K. W. R. Zwart.

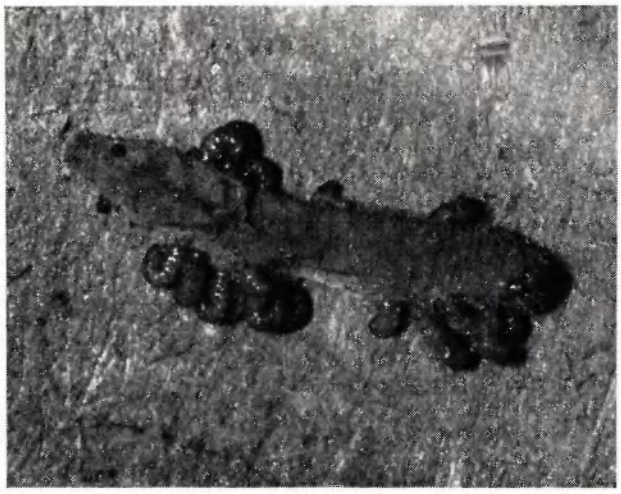

Fig. 2. Kleine koolrups, die wordt verlaten door larven van sluipwespen.

Fig. 3. Dezelfde rups als in fig. 2, na verpopping der larven.

gecombineerd met cultuurmaatregelen, bieden voor het voorkómen van plagen.

Naast deze onderzoekingen van meer fundamentele aard zijn in de laatste tijd andere opgezet, die direct gericht waren op speciale plagen: bloedluis van de vruchtbomen (IPO, Wageningen), koolvlieg (Lab. v. Entomologie der L.H.) en diverse andere plagen op het gebied van land-, tuin- en bosbouw (IPO, Wageningen; Lab. voor Bladluisonderzoek, Bennekom; Lab. voor Entomologie, Wageningen; Itbon, Arnhem). In het bijzonder moet hierbij nog worden genoemd het onderzoek naar de gecombineerde chemische en biologische bestrijding van het kasspint, verricht door Bravenboer in Naaldwijk aan het Proefstation voor de Glascultuur.

Vervolgens is een begin gemaakt met onderzoekingen van meer specialistische aard, met name naar ziekten van insekten (Lab. voor Entomologie van de Gemeente Universiteit te Amsterdam, Philips Duphar te 's-Graveland, IPO en Laboratorium voor Virologie te Wageningen), naar hormonen die invloed hebben op de ontwikkeling (Lab. voor Entomologie te Wageningen), naar resistentie van mijten tegen insekticiden (Lab. voor Insecticidenonderzoek te Utrecht en Lab. voor Bloementeelt te Aalsmeer), naar de invloed van de voedselplant op de ontwikkeling van de insekten (Zeelands Proeftuin, IPO, ITBON) en naar de voedselkeuze van het insekt (Lab. voor Entomologie der L.H.).

Deze verschillende onderzoekingen worden sinds de oprichting van de werkgroep gecoördineerd uitgevoerd. De werkplannen der diverse instellingen worden vergeleken en ten dele gemeenschappelijk opgemaakt, de resultaten worden in de sectievergaderingen en in die van de voltallige werkgroep besproken. Dank zij deze werkgroep is het op zo verschillende plaatsen uitgevoerde werk een geheel geworden, dat zowel is gericht op verbreding van de basis als op het in praktijk brengen van de resultaten.

Stand van het onderzoek op 31 december 1960

Onderzoek naar de principes der regulatie op een laag niveau

Teneinde een beter inzicht te krijgen in de wijze, waarop een insekt op een laag niveau wordt gereguleerd, stelt Klomp een onderzoek in naar ontwikkeling en sterfte van de dennespanrups (Bupalus piniarius L.). Dit insekt, een van de belangrijkste verwekkers van plagen in de grovedennenbossen in Duitsland, komt bij ons steeds tamelijk talrijk voor, doch vormt nooit een plaag. Een regulerend mechanisme moet dus aanwezig zijn, dat de soort belet zich massaal te vermeerderen. Met dit onderzoek is zeven jaar geleden een begin gemaakt. Regelmatig is de dichtheid van eieren, rupsen en poppen bepaald en is de eiproduktie alsmede de oorzaak van de sterfte bij de verschillende stadia en onder verschillende omstandigheden nagegaan. Het bleek dat bij de lage dichtheid waarin deze soort voorkomt, de dichtheid van de rupsen negatief correleert met het popgewicht en met de eiproduktie van de vlinders die het volgend voorjaar vliegen, en positief met de sterfte onder de eieren van deze vlinders en onder jonge rupsen. Hoe groter het aantal rupsen des te geringer het popgewicht en het aantal eieren dat de vlinders leggen en des te hoger de sterfte onder de jonge rupsen.
Gruys toonde aan, dat deze correlatie was te verklaren uit onderling contact tussen de rupsen. Het regulerende mechanisme hangt ongetwijfeld met deze onderlinge beïnvloeding van de rupsen samen. Op welke wijze in dit mechanisme ook de dichtheidsafhankelijk werkende parasieten zijn opgenomen, moet nog worden nagegaan.

Invloed van predatoren en parasieten op de regulatie

Een aantal onderzoekingen was er op gericht de invloed van predatoren op de populatie van een plantenbeschadiger beter te leren begrijpen. De Jong ging

het populatieverloop van schadelijke Tortriciden in een complex boomgaarden na. Hij deed hierbij o.m. waarnemingen naar de wintersterfte van deze bladroller. Hij vond een belangrijke, niet van de dichtheid afhankelijke invloed van snoei, afvallen van de bladeren en verdwijnen der vruchten, en daarnaast een dichtheidsafhankelijke invloed van vogels. Het predatiepercentage was veel hoger dan Tinbergen voor het bos heeft geconstateerd. Dit kan worden verklaard door het feit, dat Tinbergen zijn gegevens verzamelde in de zomer, toen er een overmaat aan voedsel aanwezig was, en De Jong in de winter, toen het voedsel in minimum was. Zijn gegevens kloppen dan ook beter met die van Voûte, die in het bos onder Pissodes-larven een wintermortaliteit waarnam van meer dan 95 % als gevolg van predatie door spechten.
Evenhuis onderzocht de parasitering van bladluizen in een appelboomgaard. Hij nam waar dat de later optredende groene appeltakluis veel zwaarder was geparasiteerd (86 %) dan de eerder optredende roze appelbladluis (50 %), mogelijk als gevolg van het overgaan van parasieten van de laatstgenoemde luis op de eerstgenoemde. In dit verband zijn ook de waarnemingen van Post van belang, die bevond dat spintmijt op hiermee geïnfecteerde boompjes, geplaatst in een verwaarloosde boomgaard waarin grote aantallen predatoren voorkwamen, spoedig sterk in aantal afnam. De aantasting werd echter sterker als de boompjes in een goed onderhouden boomgaard werden gebracht, omdat de predatoren daar geen kans hadden gekregen tot ontwikkeling te komen.
Het verloop van de populatieschommelingen van Brevicoryne brassicae L. en de invloed van predatoren, parasieten, hyperparasieten en de weersomstandigheden hierop zijn bestudeerd door Hafez. Zijn resultaten worden binnenkort als dissertatie gepubliceerd.

Invloed van de voedselplant op de regulatie

Dat een tekort aan voedsel de groei van een populatie remt, spreekt vanzelf. Deze regulatie vindt dan echter plaats op een zeer hoog niveau en wel bij een zodanige talrijkheid van het insekt, dat de voedselplant wordt kaalgevreten. Regulatie op een laag niveau is slechts dan mogelijk wanneer de verschillende delen van de plant een andere kwaliteit van voedsel opleveren en de insekten een voorkeur hebben voor een bepaalde kwaliteit. Teneinde deze regulatiemethode te toetsen, kweekte Van der Linde ringelrupsen en rupsen van de plakker op bladeren, geplukt uit verschillende delen van een boom (eik) en uit bomen van verschillende standplaatsen. Er bleken inderdaad verschillen te bestaan zowel wat betreft de samenstelling van de bladeren als de ontwikkeling van de rupsen hierop. Hoe hoger het suikergehalte van het blad en hoe lager het gehalte aan water, des te groter was de sterfte onder de rupsen.
Post nam waar, dat bemesting met stikstof het N-gehalte van de bladeren van vruchtbomen verhoogde, hetgeen de ontwikkeling van de fruitspintmijt in belangrijke mate bevorderde. Op het reguleringsniveau en op de snelheid van de ontwikkeling van de plaag is dit van invloed.
Voûte trachtte een verklaring te vinden voor de eigenaardige regelmaat in het schadelijke optreden van de bastaardsatijnvlinder. De rupsen van deze soort staan in Noordbrabant als een belangrijke plaag van verschillende houtsoorten bekend; economisch schadelijk is zij vooral in eikenlanen en in vruchtbomen. In de omgeving van Arnhem wordt de rups slechts een enkele maal in groot aantal aangetroffen en dan meestal op meidoorn en niet in eiken en vruchtbomen. Nog verder noordelijk treedt de rups slechts uiterst zelden massaal op. In de duinstreek wordt de duindoorn regelmatig kaalgevreten, maar worden de rupsen slechts zelden op de eiken aangetroffen. Hieruit zou mogen worden geconcludeerd, dat de toestand waarin de voedselplant zich bevindt, invloed zou kunnen hebben op de ontwikkeling van de plaag. Teneinde een beter inzicht in dit probleem te krijgen, kweekte Voûte de rupsen in het vrije veld op eik, appel en meidoorn in Noordbrabant, bij Arnhem en bij Otterlo op de Veluwe. Hij nam waar dat de rupsen, op het moment dat zij hun binding aan de winternesten verliezen, op de Veluwe de neiging tot emigratie uit eiken vertonen, welke drang in Noordbrabant niet kon worden waargenomen. In Noordbrabant en bij Arnhem bestond deze drang niet op meidoorn, wel echter bij Otterlo. De drang tot emigratie schijnt te worden bepaald door de toestand van de voedselplant.
Het onderzoek naar de invloed van de voedselplant op de ontwikkeling van plantenetende insekten wijst er dus op:

1. dat de toestand van de plant van invloed kan zijn op de snelheid van de groei van een populatie;
2. idem op het gedrag van de insekten;
3. dat de verschillende delen van de plant als voedsel niet gelijkwaardig behoeven te zijn, zodat een regulatie door de voedselplant op laag niveau denkbaar is.

Kweken op resistentie

Het kweken van resistente variëteiten of hybriden geldt vanouds als één der meest economische cultuurmaatregelen en past geheel in het schema der harmonische bestrijding.
Merkwaardigerwijs schenkt men in de gebruikelijke veredelingsprogramma's weinig aandacht aan resistentie tegen insektenplagen. Dit vindt zijn oorzaak ten dele in het feit, dat toetsingen met insektenmateriaal bewerkelijk en tijdrovend zijn, terwijl voor bepaalde toetsingen zelfs de techniek nog zal moeten worden ontwikkeld. Een betere kennis van de chemische en fysische factoren die de gevoeligheid (aantastbaarheid) van de plant bepalen, zou grote vereenvoudiging meebrengen, omdat men wellicht met chemische of fysische methoden zou kunnen selecteren. Hetzelfde geldt voor onze kennis van de eisen,

die de verschillende stadia van de schadelijke insekten stellen aan de ontwikkeling van de voedselplant. Hierbij moet worden gewezen op het onderzoek van Van der Linde, die waarnam dat jonge rupsen van plakker en ringelrups voor een gunstige ontwikkeling over jonge bladeren moeten beschikken. Oudere bladeren bleken wel geschikt voor de oude rupsen. Het ontwikkelingsstadium van de rups bleek te zijn ingesteld op dat van het blad.
Een bijzondere omstandigheid is, dat bijna alle schadelijke insekten in land- en tuinbouw oligophaag zijn; dit wil zeggen, dat ze zich in hun voedselkeuze beperken tot één enkele plantenfamilie. Waardoor wordt nu dit merkwaardige gedrag bepaald?
Aan het Laboratorium voor Entomologie van de Landbouwhogeschool is hierover onderzoek verricht, met als proefdier de Coloradokever. Het is gebleken, dat het oligophage voedingsgedrag bepaald wordt door attractie- en afweerstoffen.
Vergelijken we de voorkeur van de kevers voor verschillende nachtschadesoorten, dan blijkt deze niet strikt te zijn aangeboren, maar meer plastisch te zijn. De jonge, volwassen kever kan „leren" van bepaalde soorten te eten. Maar ook zijn er planten, waarbij dit nooit lukt. Deze blijken bij nadere bestudering alkaloiden te bevatten, die afwerend werken. In sommige gevallen is het gelukt dergelijke afweerstoffen in de cultuuraardappel „in te kruisen", en zo de resistentie te verhogen.
Een ander onderzoek op dit gebied werd door De Smidt verricht. Deze hield zich bezig met het monofage voedingsgedrag van een vijftal snuitkeversoorten op het helmkruid, en kon verschillende mechanismen vinden, waardoor deze kevers dezelfde voedselplant kiezen en zich hierop toch naast elkaar handhaven.

Chemische bestrijding en regulatie

Pickett en medewerkers verkregen in Nova Scotia een afdoende bestrijding van insektenplagen in boomgaarden, door een zo spaarzaam mogelijk gebruik van tamelijk selectief-werkende voor de consument weinig schadelijke insekticiden in een zo laag mogelijke concentratie. Hij paste deze insekticiden slechts dan toe, wanneer dat nodig was in verband met het optreden van de schadelijke insekten. De sterfte onder de insekten werd hierdoor afhankelijk van de dichtheid (zie boven). De natuurlijke vijanden werden door deze insekticiden slechts in gering percentage gedood. Dit succes deed het streven ontstaan, ook in ons land langs deze weg tot een vermindering van het gebruik van insekticiden te komen. Pickett kwam empirisch werkend, min of meer intuïtief tot zijn methode. Eigenlijk kan men nog steeds niet precies verklaren, waarom hij zoveel succes heeft gehad.
De omstandigheden zijn hier anders dan in Nova Scotia, zodat de Pickett-methode niet ongewijzigd kan worden overgenomen. Zolang het principe niet is begrepen, zal het moeilijk zijn deze succesvolle methode zodanig te modificeren, dat zij in ons land kan worden toegepast. Toch dient hiernaar te worden gestreefd.
In een tweetal richtingen is gezocht naar verwezenlijking van het streven:

1. door een onderzoek naar de basis waarop de methode berust,
2. door het verminderen en modificeren van het spuitschema en na te gaan welke invloed dit heeft op de schommelingen in de populatiedichtheid van schadelijke insekten en hun vijanden.

Bravenboer kon spintplagen in de Westlandse kassen beperken door een enkelvoudige toepassing van een selectief werkend acaracide. Onder die omstandigheden konden de plagen verder door een natuurlijke vijand in toom worden gehouden. Hier is dus een belangrijk succes geboekt, zij het onder omstandigheden die sterk afwijken van die in het veld.
Veel minder gunstig zijn tot nog toe de resultaten bij het toepassen van „gewijzigde bespuitingsschema's" in de boomgaarden. In de proefcomplexen, die behandeld worden volgens een gewijzigd bespuitingsschema, wordt in navolging van Pickett in principe slechts van selectief werkende middelen gebruik gemaakt, die de natuurlijke vijanden der schadelijke organismen zo veel mogelijk sparen en bovendien voor de consument weinig of niet gevaarlijk zijn. Slechts wanneer deze middelen faalden, moest om te grote economische verliezen te voorkomen van andere, minder selectief werkende middelen gebruik worden gemaakt. Gespoten wordt slechts wanneer dit noodzakelijk is.
De veldproeven worden uitgevoerd door De Fluiter, Evenhuis, De Jong en Van de Vrie van het I.P.O. en door Ankersmit, Velthuis en Zwart van het Lab. v. Entomologie der L.H., terwijl Besemer (P.D.) adviseert inzake de „normale" en de „gewijzigde" spuitschema's. In de veldproeven van het I.P.O. in de Betuwe en in Zeeland wordt in gedeelten van de boomgaard, die behandeld werden volgens het „gewijzigde bestrijdingsschema", de ontwikkeling van de populaties der schadelijke en nuttige organismen door geregelde tellingen vergeleken met de ontwikkeling van de populaties van deze organismen in normaal behandelde of in niet met chemische middelen behandelde gedeelten. De Jong bestudeert daarbij in het bijzonder de bladrollers en hun vijanden, Van de Vrie de fruitspintmijt en zijn roofvijanden en Evenhuis de bladluizen en hun predatoren en parasieten.
Ankersmit, Velthuis, Zwart en Besemer passen een „gewijzigd schema" toe in een boomgaard nabij Wageningen en gaan gezamenlijk de invloed ervan op de verschillende schadelijke en nuttige organismen na. Alhoewel in alle gevallen de oogstresultaten, verkregen met de gewijzigde schema's, minder gunstig uitvielen dan die verkregen met de normale bespuitingen, verkreeg Van de Vrie bij de bestrijding van de fruitspintmijt zeer gunstige resultaten met een bestrijdingsschema, waarin fosforesters geheel ontbraken en slechts met selectief werkende ovolarvaeciden werd gespoten. De Jong en Evenhuis moesten echter in de

nazomer, wilden zij belangrijke economische schade door de vruchtbladroller voorkomen, ingrijpen met een middel, dat in het „gewijzigde schema" niet thuis hoorde. In een van de proefcomplexen met een „gewijzigd bespuitingsschema" ontsnapte de roze appelbladluis in het voorjaar aan een tijdige bestrijding, waardoor hier aanzienlijke schade werd aangericht, ondanks het feit, dat de plaag later met een selectief middel volledig bestreden kon worden. Dit geval toonde duidelijk aan hoe nauwgezet op het tijdstip van bestrijden gelet moet worden en welke de gevolgen van een overschrijden van de kritieke populatiedichtheid kunnen zijn.

In een ander proefcomplex kon deze bladluisaantasting door tijdig ingrijpen met behulp van een selectief werkend middel geheel in toom gehouden worden. Problemen bij de harmonische bestrijding vormen nog de bestrijding van de schadelijke bladrollers en de bestrijding van de meeldauw-schimmel, daar de middelen, die hiertegen met succes toegepast kunnen worden, niet voldoende selectief werken en – zoals uit uitgebreid laboratoriumonderzoek bleek – de nuttige organismen en in het bijzonder de roofmijten, zeer nadelig kunnen beïnvloeden. De bestrijdingsmogelijkheden van de bladrollerrupsen met behulp van pathogene bacteriën en virussen zijn nu in studie genomen (zie beneden).

Waarnemingen in het biologisch-dynamisch behandelde gedeelte van de proefboomgaard in de Betuwe, waarin noch insekticiden noch fungiciden toegepast werden, leerden dat aan deze methode, althans in het eerste jaar van de omschakeling, zeer ernstig gevaren verbonden zijn met betrekking tot het verkrijgen van een rendabele oogst.

Post bestudeerde de mijtenpopulatie in wel en in niet met insekticiden behandelde boomgaarden, waarin onbemeste en bemeste, en gesnoeide en niet gesnoeide percelen voorkwamen. Door het natte weer in 1960 was de mijtenpopulatie overal laag, zodat de resultaten dit jaar onduidelijk waren. In andere jaren echter kon een duidelijk verband worden aangetoond met het stikstofgehalte van de bladeren en werd de groei der populatie bevorderd door een stikstofbemesting. Een moeilijkheid die zich bij alle proeven voordeed, was dat de predatorenfauna zich niet binnen het jaar tot een maximale hoogte ontwikkelt. Dit betekent dat men, althans in het eerste jaar, meer insekticiden moet toepassen dan later wellicht nodig zal blijken. Hierdoor wordt echter de ontwikkeling van deze predatoren weer extra geremd. Later onderzoek zal moeten leren of en zo ja hoe men uit deze vicieuze cirkel kan komen.

Daar voor het maken van bespuitingsschema's die gericht zijn op het handhaven van de parasieten en predatoren, kennis noodzakelijk is van de invloed die insekticiden en fungiciden op hen uitoefenen, zijn zijn hieromtrent door Van de Vrie en Ankersmit proeven in het laboratorium genomen. De resultaten hiervan kunnen bij het opstellen van schema's in 1961 worden gebruikt.

De tot dusver verkregen resultaten hebben ons duidelijk gemaakt, dat van het min of meer intuïtief opstellen van vereenvoudigde bespuitingsschema's, zonder dat men voldoende van de fauna van de boomgaard weet, geen grote resultaten mogen worden verwacht. De schema's zullen moeten worden gewijzigd aan de hand van gegevens, verkregen bij het veld- en bij het fundamentele onderzoek. Wij mogen niet verwachten in ons land zo snel tot een gunstig resultaat te komen als het Pickett en zijn medewerkers in Nova Scotia is gelukt, temeer daar men in Nederland vrijwel steeds uit moet gaan van goed onderhouden boomgaarden, terwijl Pickett juist uit kon gaan van verwaarloosde percelen.

Ziekten van insekten

In Canada is men er in geslaagd een bladwesp die de dennen kaalvrat met succes te bestrijden door het invoeren van een virus uit Europa. Dit virus kan uit de zieke larven worden afgescheiden en, gekoeld, jaren worden bewaard. Bovendien blijft het actief in de bladwespenpopulatie, zodat de kans groot is dat het in een bos waarin het is uitgespoten, ook in de toekomst beginnende plagen zal kunnen onderdrukken. Door deze en enkele andere gunstige resultaten is op vele plaatsen in het buitenland het onderzoek van insekten-pathogene virussen ter hand genomen.

Ook in Wageningen is dit sinds twee jaar het geval. Ponsen begon in ons land met het opsporen en identificeren van insektenvirussen. Hij trof in een aantal rupsen virussen aan en maakte een begin met het aanleggen van een collectie van deze ziekteverwekkers.

Het is voorts van groot belang om het werkingsspectrum van de reeds geïsoleerde virussen te onderzoeken t.a.v. de schadelijke organismen, die bij het onderzoek van de werkgroep betrokken zijn.

Pathogene virussen kunnen in insektenpopulaties in latente vorm aanwezig zijn. Door faktoren, die nog onvoldoende bekend zijn, kunnen deze virussen onder bepaalde omstandigheden plotseling geactiveerd worden en abrupt een einde maken aan een plaag. Van groot belang is te weten waardoor en op welke wijze deze latente virussen geactiveerd kunnen worden. Het onderzoek van Ponsen is naast de reeds genoem-

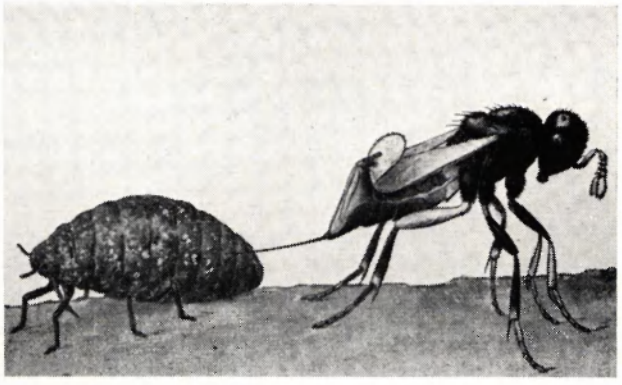

Fig. 4. De sluipwesp Aphelinus mali legt een ei in de bloedluis, Eriosoma lamigerum (naar Marchal, 1929).

Fig. 5. Virus-zieke plakkerrups.

de werkzaamheden thans vooral op dit probleem gericht.

Maas Geesteranus verricht onderzoek inzake de pathogene bacteriën. Een bacterie, waarmee in de laatste tijd belangrijke resultaten zijn bereikt, is Bacillus thuringiensis. Deze bacterie vormt parasporale kristallen in het sporangium ten tijde van de sporulatie. De kristallen zijn toxisch voor insekten, waarvan de pH in de middendarm hoog is, hetgeen o.m. bij vele rupsensoorten het geval is. Rupsen, die gevoelig zijn voor het toxine worden spoedig gedood of zodanig verzwakt, dat zij toch spoedig sterven; de dieren, die nog in leven blijven, staken meestal hun vreterij, waardoor dan eveneens schade wordt voorkomen.

Het voedsel en de bacteriën, die daarmede opgenomen worden, passeren over het algemeen de darm te snel om in de darm opnieuw sporulering mogelijk te maken. Daarbij is nog onbekend of het substraat in de darm voor de bacterie gunstig is om de toxische stof in voldoende mate te vormen. Door dit alles betekent het bespuiten van het gewas met een suspensie van een handelspreparaat, dat deze bacterie bevat (bijv. het Thuricide of het Biospor) in feite het toedienen van een zeer selectief werkend insekticide. In die vorm zullen deze bacteriën ongetwijfeld hun plaats krijgen bij de harmonische bestrijding. De werking van dergelijke bacteriesuspensies is in laboratorium- en in veldproeven op een aantal rupsensoorten beproefd. Van der Laan onderzoekt in dit verband een aantal rupsensoorten, die schadelijk optreden in voorraden, zomede de ringelrups; De Jong werkt met de larven van Tortriciden, die schadelijk optreden in boomgaarden; Maas Geesteranus isoleerde het toxine en begon een vergelijkend onderzoek omtrent de toxische werking van sporen en toxine, daar de sporetiter van de handelspreparaten geen betrouwbare waardemeter voor hun toxische werking bleek te zijn. In veldproeven tegen Boarmia-rupsen op lariks en kastanje bleek, dat ook deze rupsensoort gevoelig is voor het handelspreparaat van de bacterie. In het laboratorium werden methoden uitgewerkt om de bacteriepreparaten, die in de handel zijn, vergelijkend te toetsen op hun werkzaamheid t.a.v. de bovengenoemde rupsensoorten. Rupsen van Pieris brassicae van bepaalde ouderdom werden daarbij als standaard toetsobject genomen.

De tot dusverre in het laboratorium en in de praktijk verkregen resultaten zijn bemoedigend.

Gebruik van hormonen

Hormonen staan de laatste tijd in het middelpunt van veler belangstelling en overal ter wereld wordt onderzoek gedaan naar deze stoffen en de klieren waardoor zij worden afgescheiden. Het zijn stoffen die in uiterst geringe concentratie al werken en invloed uitoefenen op vele processen die met de ontwikkeling te maken hebben. Van een aantal dezer hormonen heeft men de chemische structuur kunnen bepalen en zelfs is het mogelijk gebleken ze te synthetiseren. Onder de fysiologische mechanismen die invloed uitoefenen op de dichtheid van een insektenpopulatie, nemen hormonale processen een centrale plaats in.

Ontwikkeling verpopping, ontpopping enz. bij de insekten blijken te geschieden onder invloed van hormonen. Zijn deze afwezig, bijv. doordat men de afscheidende klieren heeft verwijderd, dan treden onregelmatigheden in de ontwikkeling op en kan bijv. de verpopping niet plaats vinden. Zijn zij in overmaat aanwezig, dan kunnen weer andere groeistoringen optreden. Daar zij door de huid van vele insektesoorten kunnen binnendringen en in een zo uiterst geringe concentratie reeds werkzaam zijn, bestaat theoretisch de mogelijkheid ze voor de bestrijding van schadelijke insekten te gebruiken. Om dit efficiënt te kunnen doen, is nog veel onderzoek nodig en wel:

1. naar de wijze van inwerking van de verschillende hormonen op de insekten in het algemeen en op hun ontwikkeling in het bijzonder;
2. naar de wijzen waarop deze hormonen door de insekten kunnen worden opgenomen;
3. naar de invloed op andere diersoorten van de voor gebruik in aanmerking komende hormonen;
4. naar de wijze waarop zij kunnen worden afgescheiden of gesynthetiseerd en tot preparaten verwerkt;
5. naar de wijze van toediening, en het moment waarop dit moet geschieden.

In het Laboratorium voor Entomologie wordt thans aan dit probleem gewerkt. Voorlopig is het onderzoek nog in hoofdzaak beperkt tot de invloed van de hormonen op enkele insekten, te weten de Coloradokever en een sprinkhaan. Vooral de invloed die uitgaat van het corpus allatum, maar ook van andere klieren met inwendige secretie, wordt bestudeerd.
Bij de Coloradokever wordt de winterrust (diapauze) opgewekt wanneer het corpus allatum ophoudt te functioneren.
Bij de treksprinkhaan wordt de vorming van de beruchte sprinkhanenzwermen door hormonale processen bepaald.

Om dit na te gaan, zijn uiterst fijne, microchirurgische ingrepen noodzakelijk, waardoor de hormoonklieren worden verwijderd, ingeplant, etc. Hierdoor treden veranderingen op in groei, metamorfen, voortplanting, stofwisseling en gedrag.
Dit onderzoek heeft er toe bijgedragen, dat onze kennis over de werking van deze klieren en de er door afgescheiden hormonen belangrijk is toegenomen. Ook is hierdoor meer inzicht verkregen in de werkingswijze van milieufactoren die de talrijkheid van insekten bepalen.
Bij de Coloradokever is speciaal de invloed bestudeerd van het corpus-allatumhormoon op de weefselademhaling.

Resistentie

Zoals reeds is medegedeeld, baart de ontwikkeling van resistentie tegen insekticiden zorg aan onderzoekers en practici. Het spreekt dan ook vanzelf, dat men wil trachten maatregelen te nemen om het ontstaan van resistente vormen tegen te gaan. Hiertoe moet men echter weten waarop de resistentie berust en hoe zij vererft.
Helle hield zich bezig met de genetica van de resistentie tegen fosforinsekticiden („OP-resistentie") bij kasspint. Een belangrijke vraag is of de resistentie berust op één genetische factor (gen) of juist op verscheidene factoren. Om daarvan een indruk te krijgen, werd allereerst getracht in het laboratorium een resistente stam te selecteren uit een gevoelige. Tot nu toe is dat niet gelukt, hetgeen er op wijst dat de resistentiefactoren waarschijnlijk zeer zeldzaam in de natuurlijke populaties voorkomen. Een andere benaderingswijze van dit probleem was succesvoller. Hierbij werden met de stammen verschillende kruisingen uitgevoerd, waarvan de details hier onbesproken zullen blijven. Het is uit deze proeven gebleken dat de resistentie op één dominante genetische factor berust. De proeven worden voortgezet, o.a. met het doel twee stammen te kweken, waarvan de ene het resistentie-gen heeft terwijl de andere het mist, maar die overigens genetisch identiek zijn. Zowel voor zijn eigen werk als ook voor dat van Smissaert is het van groot belang over zulke stammen te kunnen beschikken.

Een belangwekkende ontdekking was, dat de omstandigheden waarbij de OP-resistente mijten in diapauze gaan duidelijk verschillen van die waarbij de gevoelige in diapauze gaan. Hoewel er een duidelijke correlatie tussen OP-resistentie en dit vreemde diapauzegedrag bleek te bestaan, kon nog niet worden aangetoond of hier ook sprake is van een causaal verband .Dit probleem wordt thans experimenteel bestudeerd.

Van de Vrie vergeleek mijten, verzameld in een tuin waar reeds jaren een normaal bespuitingsschema wordt toegepast, met die uit jarenlang onbespoten bedrijven. Laatstgenoemde mijten bleken 60 x gevoeliger voor parathion dan de eerste. De tegen parathion resistente mijten bleken ook resistentie te bezitten tegen andere fosforverbindingen. Tegen enkele middelen die niet verwant zijn met fosforesters, vertoonden de tegen parathion resistente mijten geen resistentie.

In het Laboratorium voor Insekticidenonderzoek (L.I.O.) voert Smissaert een onderzoek uit over de fysiologische oorzaken van de resistentie. Hij werkt met dezelfde mijtenstammen als Helle en tussen beide onderzoekers bestaat een bijzonder intensief contact. In verband met hetgeen bij OP-resistente vliegen op het L.I.O. werd gevonden, lag het voor de hand dat bij mijten speciale aandacht werd besteed niet alleen aan de cholinesterase, maar vooral ook aan zekere andere esterasen („ali-esterasen"). Het is nl. bekend dat OP-resistentie bij vliegen veelal berust op de aanwezigheid van een enzym dat de vergiften kan afbreken. Dit enzym wordt gevormd onder de invloed van één resistentie-gen, dat beschouwd moet worden als een gemuteerd gen dat in zijn wilde (niet gemuteerde) vorm bij gevoelige vliegen voorkomt. Daar is het verantwoordelijk voor de vorming van een ali-esterase, die niet in staat is de vergiften af te breken, doch die er door wordt geremd. Aangezien dit inzicht in het resistentiemechanisme van groot belang kan blijken te zijn voor een doeltreffend bestrijden van resistente vliegen, is het alleszins de moeite waard bij het onderzoek van resistentie bij spint hiervan uit te gaan.