Het onderzoek naar een geïntegreerde bestrijding van plagen

LEVEN MET INSEKTEN

Leven met insekten

Deze uitgave kwam tot stand onder auspiciën van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek TNO

LEVEN met INSEKTEN

Het onderzoek naar een geïntegreerde bestrijding van plagen

Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie

Wageningen - 1969

Deze uitgave bevat bijdragen van leden van de Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO

Copyright Pudoc, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen

Inhoud

Voorwoord
Dr. N. van Tiel *Voorzitter Commissie van Beheer van de Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO* 1

De Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO
Dr. H. J. de Fluiter *Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen* 3

De secties van de Werkgroep: uitgangspunten en gedachtengangen
Prof. Dr. J. de Wilde *Laboratorium voor Entomologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen* 11

Populatiebewegingen bij schadelijke dieren
Prof. Dr. H. Klomp *Laboratorium voor Zoölogie van de Landbouwhogeschool te Wageningen* 19

Lichaamseigen stoffen als bestrijdingsmiddel
Prof. Dr. J. de Wilde *Laboratorium voor Entomologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen* 32

Resistentie tegen insekticiden
Dr. F. J. Oppenoorth *Laboratorium voor Insecticidenonderzoek te Wageningen* 46

De relatie tussen dier en voedselplant
Dr. A. D. Voûte *Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur te Arnhem* 54

Bestrijding van insekten met pathogenen
Dr. J. G. ten Houten *Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen* 70

Genetische bestrijding
Dr. Ir. D. de Zeeuw *Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw te Wageningen* 82

Geïntegreerde bestrijding in de appelteelt
Dr. H. J. de Fluiter *Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen* 93

Proefboomgaard 'de Schuilenburg'
Ir. P. Gruys *Proefboomgaard 'de Schuilenburg' te Lienden* 112

Terugblik en toekomstvisie
Prof. Dr. J. de Wilde *Laboratorium voor Entomologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen* 122

Literatuur 127

Samenstelling van de Werkgroep 141

Onderzoekprojecten per 1 januari 1968 149

Publikaties van de Werkgroep 154

Voorwoord

DR. N. VAN TIEL

Het mag tot grote voldoening stemmen dat de Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO ter gelegenheid van haar 10-jarig jubileum het initiatief heeft genomen tot de uitgave van een boek, waarin doeleinden en activiteiten van deze Werkgroep voor een ruime lezerskring worden uiteengezet door wetenschappelijke onderzoekers, die zich reeds lange tijd met de problemen van de geïntegreerde bestrijding van plagen in de landbouw intensief bezighouden.

Het onderzoek over geïntegreerde bestrijding richt zich op een zeer belangrijk aspect van het bestrijdingsmiddelenvraagstuk, met name het tegengaan van onnodig en onjuist gebruik van bestrijdingsmiddelen en het inpassen van de chemische bestrijding in een meeromvattend systeem van alternatieve bestrijdingsmethoden. Sommige van deze alternatieve bestrijdingsmethoden zijn zelfs ouder dan de chemische bestrijding, men denke bijvoorbeeld aan de vruchtwisseling.

De oprichting van de Werkgroep in 1958 getuigde van een vooruitziende blik. Reeds in die tijd, vier jaren voor het verschijnen van Rachel Carson's veelomstreden boek 'Silent Spring', hadden de Nederlandse onderzoekers op dit gebied een open oog voor de noodzaak de bestrijding van ziekten en plagen in de landbouw anders dan met zuiver chemische middelen te bereiken. Het moge in dit verband gezegd worden dat in vele opzichten het Nederlandse onderzoek een vooraanstaande plaats is gaan innemen, zeker in Europa. Elders ter wereld moet in de eerste plaats genoemd worden het voortreffelijke werk dat in Canada en de Verenigde Staten van Amerika over alternatieve bestrijdingsmethoden wordt verricht.

Het belang van dit onderzoek strekt zich uiteraard uit tot ver buiten de grenzen van het eigen land. De activiteiten van de Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO zijn dan ook ingepast in het kader van internationale samenwerking, met name door de intensieve contacten met de Organisation Internationale de Lutte Biologi-

que (OILB). Binnen onze grenzen wordt het onderzoek gekenmerkt door een nauwe en vruchtbare onderlinge samenwerking tussen Landbouwhogeschool, universiteiten, instituten, proefstations, Plantenziektenkundige Dienst en chemische industrie.

Het ten behoeve van de Werkgroep beschikbaar komen van de proefboomgaard 'de Schuilenburg' te Kesteren heeft het mogelijk gemaakt de eerste resultaten van het onderzoek onder experimentele omstandigheden in de praktijk te toetsen en toe te passen. Het ligt thans in de bedoeling enkele bedrijven in deze toepassing te betrekken.

Wellicht ten overvloede moge er de nadruk op gelegd worden dat geïntegreerde bestrijding de toepassing van chemische bestrijding niet overbodig zal maken. Bestrijdingsmiddelen kunnen in de moderne bedrijfsvoering van land- en tuinbouw niet meer gemist worden. Waar het op aankomt is deze chemische bestrijding op verantwoorde wijze uit te voeren met de daartoe in alle opzichten meest geschikte middelen en haar waar mogelijk te integreren in een ruimer patroon van bestrijdings- en beschermingsmaatregelen. Het onderzoek van de Werkgroep is op de verwezenlijking van dit doel gericht.

De Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO

DR. H. J. DE FLUITER

Van 1940 tot 1945 werd de ontwikkeling van chemische stoffen in de oorlogvoerende landen sterk gestimuleerd. Later bleek een aantal van deze stoffen ook in de praktijk van land- en tuinbouw gebruikt te kunnen worden voor de bestrijding van plagen. Het zijn in het bijzonder de gechloreerde koolwaterstoffen, de organische fosforverbindingen - waaronder enkele systemisch werkende fosforesters -, enige carbamaten en enkele organische stikstofverbindingen, waarvan de toepassing in de land- en tuinbouw na de tweede oorlog een zeer sterke uitbreiding liet zien. Van deze groepen van bestrijdingsmiddelen hebben vooral de gechloreerde koolwaterstoffen een breed werkingsspectrum en een lange werkingsduur. De meeste organische fosforverbindingen hebben wel een kortere werkingsduur, maar zij hebben meestal het brede werkingsspectrum met de gechloreerde koolwaterstoffen gemeen. De systemisch werkende fosforesters, die door de planten opgenomen en getransporteerd worden, en het carbamaat isolan hebben een meer selectieve werking, die vooral gericht is tegen zuigende organismen zoals spintmijten, bladluizen, schildluizen en tripsen.

Ook voor warmbloedigen bleken de bovenvermelde middelen niet ongevaarlijk te zijn, vandaar dat door de Dienst van de Volksgezondheid en de Commissie voor Phytopharmacie stringente voorschriften werden uitgevaardigd voor hun gebruik en toepassing.

Op de gevaren die het gebruik van chemische middelen met een breed werkingsspectrum en een lange werkingsduur door verschillende nevenwerkingen met zich mee kon brengen, werd 20 jaar geleden reeds gewezen (3, 4, 8) [1].

De verbluffende resultaten, echter, die met de nieuwe chemische bestrijdingsmiddelen in den beginne werden verkregen, maakten de

[1] Literatuurverwijzing naar p. 127

praktijk doof voor deze alarmsignalen.

Na de tweede wereldoorlog vierde de chemische bestrijding hoogtij. Zij boekte op vele terreinen opvallende resultaten, maar bleek ook haar nadelen te hebben. Op vele plaatsen ter wereld kreeg men te maken met de schadelijke gevolgen van haar nevenwerkingen waaronder giftigheid voor warmbloedigen inclusief de mens, zomede ernstige verstoring en sterke verarming van de natuurlijke levensgemeenschappen. Het resultaat hiervan was een sterke verzwakking van het natuurlijke weerstandscomplex, het versterkt optreden van oorspronkelijk secundaire plagen tot plagen van de eerste rang, de aanpassing van de schadelijke organismen aan de chemische bestrijdingsmiddelen door het optreden van resistentie, en het voorkomen van ongewenste residu's in voedsel en milieu.

Ook in Nederland verschenen al spoedig de tekenen aan de wand. Immers reeds in 1950 kreeg men sterke aanwijzingen voor de ontwikkeling van resistentie tegen parathion bij de kasspintmijt *(Tetranychus urticae)* op rozen in het Aalsmeerse bloementeelt gebied (9). Omstreeks dezelfde tijd begon in het Westland resistentie tegen parathion bij het kasspint op druiven, komkommers en bonen op te treden (2, 6). In 1957 stelde men in het Zeeuwse en Westbrabantse fruitteeltgebied resistentie van de fruitspintmijt *(Panonychus ulmi)* vast tegen een aantal bestrijdingsmiddelen op basis van fosforzure esters (13). Sinsdien is het aantal gevallen van resistentieontwikkeling tegen chemische bestrijdingsmiddelen opvallend toegenomen. Thans kampt men in ons land ook in de wortel-, ui- en koolteelt met moeilijkheden doordat resp. de wortelvlieg, de uievlieg en de kool- en bonevlieg resistentie vertonen tegen gechloreerde koolwaterstoffen die tot voor kort nog met succes bij de bestrijding van deze plagen werden toegepast (1, 10, 11, 12).

Oprichting

In verband met de verontrustende verschijnselen vormde zich reeds in 1955 de 'Commissie de Wilde'. Deze Commissie kwam op 10 januari 1956 bijeen om zich te beraden over onderzoek, dat zou kunnen leiden tot een beperkter gebruik van giftige bestrijdingsmiddelen, daar men van de noodzaak hiervan overtuigd was.

In de vergadering van de Commissie, welke op 20 mei 1958 plaats vond, werd besloten tot de voorbereiding in TNO-verband van een

Werkgroep Harmonische Bestrijding van Plagen, die de 'Commissie de Wilde' zou moeten vervangen.

De Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek TNO nam het voorstel tot instelling van de Werkgroep over. Zij benoemde tevens een Beheerscommissie, die belast werd met het toezicht op de werkzaamheden van de Werkgroep, die op 9 december 1958 op een te Utrecht gehouden vergadering door de Nationale Raad officieel werd geïnstalleerd. De Werkgroep behield zijn oorspronkelijke naam tot 1967, in welk jaar hij in verband met de gewenste aanpassing aan de gangbare internationale terminologie gewijzigd werd in Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO (5).

Organisatie

Er werden zes studiegroepen gevormd, die als 'secties' in de Werkgroep werden ondergebracht; in 1966 werd hieraan nog een zevende toegevoegd. De gedachtengangen, die tot de oprichting van deze secties aanleiding gaven, worden in het volgende hoofdstuk nader besproken.

In de secties wordt onderzoek verricht over bepaalde belangrijke aspecten en problemen van de plaagbestrijding; zij werden tevens ingesteld om fundamenteel onderzoek in een aantal nieuw te exploreren gebieden te bevorderen.

De sectievoorzitters brengen tweemaal per jaar verslag uit aan het secretariaat over de werkzaamheden van de sectie en de bereikte resultaten. Deze gegevens worden door de secretaris verwerkt in het halfjaarlijks verslag resp. het jaarverslag van de Werkgroep.

Eénmaal per jaar belegt de Werkgroep haar jaarvergadering, waarop de sectievoorzitters verslag uitbrengen over de werkzaamheden die door hun sectie in het afgelopen jaar zijn verricht. Tevens wordt op deze vergadering uitvoeriger verslag uitgebracht over speciale onderzoekingen, waarbij belangrijke resultaten geboekt of bijzondere problemen ontmoet werden.

De eerder genoemde Beheerscommissie houdt toezicht op de werkzaamheden van de Werkgroep, beoordeelt de ingediende begrotingen en fungeert als contactorgaan met de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek TNO.

De proefboomgaard 'de Schuilenburg'

De Werkgroep beschikt thans over een uitgebreid boomgaardcomplex, ten dele bestemd voor onderzoek, ten dele bestemd voor de toetsing van bestrijdingsschema's. Het bestaat uit een 8 ha groot proefperceel dat in het voorjaar van 1965 werd ingeplant, en een 2 ha grote, oude, gemengde boomgaard, die voor oecologisch en biocoenotisch onderzoek bestemd is. In 1967 werd het complex met nogmaals 2 ha appelboomgaard uitgebreid. De proefboomgaard ligt in de Betuwe onder de gemeente Kesteren. Dit Schuilenburgproject is ondergebracht in sectie VI 'Toepassing geïntegreerde bestrijding' en wordt ook door de leden van deze sectie uitgevoerd. De fruitteelt-technische verzorging is toevertrouwd aan de Stichting Boom en Vrucht te Kesteren.

Het uitgebreide complex van proefterreinen maakte de aanstelling van een kundige - en vooral ook deskundige - onderzoekbeheerder nodig. Deze werd in 1966 aangesteld. Voor het onderzoek dat op 'de Schuilenburg' wordt verricht, wordt hier verder verwezen naar het hoofdstuk over de proefboomgaard 'de Schuilenburg'.

Taak van de Werkgroep

De Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO wil door onderzoek komen tot een economisch rendabele en tevens duurzame bestrijding van ziekten en plagen in de land-, tuin- en bosbouw door de oecologische [1] en de technische [2] bestrijding harmonisch te doen samengaan.

Geïntegreerde bestrijding is in feite een werkmethode, waarbij bewust getracht wordt om de populatiedichtheden van de schadelijke organismen in onze cultures op een laag niveau te houden door te zorgen voor de aanwezigheid van een grote natuurlijke weerstand tegen hun vermeerdering. Het streven is gericht op het voorkómen van de plaag. Ook natuurlijke weerstandsfactoren kunnen te eniger

---

[1] Onder oecologische bestrijding verstaat men de biologische bestrijding (d.i. de bestrijding met behulp van roofvijanden, parasieten en pathogenen) en de bestrijding door die cultuurmaatregelen, die de weerstand van het milieu tegen de schadelijke organismen vergroten.

[2] Onder technische bestrijding verstaat men de bestrijding met behulp van mechanische, fysische of chemische middelen.

tijd in hun regulerende werking falen, bijv. bij zeer gunstige klimatologische omstandigheden voor de ontwikkeling van het schadelijk organisme. In dat geval kan dit laatste aan de werking van de natuurlijke weerstandsfactoren ontsnappen en in korte tijd een zó grote populatie opbouwen dat schade aan de betreffende cultuur wordt toegebracht. In dit geval moet ook bij de geïntegreerde bestrijding tijdig met chemische middelen worden ingegrepen om te voorkomen dat de populatiedichtheid van het schadelijk organisme de drempelwaarde voor economische schade zal overschrijden.

Daar aangenomen wordt dat de natuurlijke vijanden van het schadelijke organisme in vele gevallen bij de regulatie van zijn populatiedichtheid een belangrijke rol spelen, moet men er voor zorgen, dat deze bij de toepassing van de chemische bestrijding zoveel mogelijk gespaard worden. Daarom dient men zoveel mogelijk gebruik te maken van selectieve middelen, dus van chemische middelen, die voornamelijk een dodende werking hebben op de schadelijke dieren maar de nuttige sparen, óf van middelen met een breder werkingsspectrum die dan echter op een wijze of een tijdstip toegepast moeten worden waarop zij de nuttige organismen zo weinig mogelijk schade berokkenen. Zolang voor het gestelde doel nog geen selectieve middelen ter beschikking staan, moet men uiteraard nog werken met breedwerkende middelen; men kieze dan echter die middelen, die voor de natuurlijke vijanden het minst schadelijk zijn.

De geïntegreerde bestrijding streeft er dus in de eerste plaats naar, door biologische- en cultuurmaatregelen de natuurlijke weerstand tegen het schadelijke organisme in het milieu van de teelt zo hoog mogelijk op te voeren. Zij tracht dit te bereiken door de werking van de natuurlijke vijanden, t.w. roofvijanden, parasieten en pathogenen, te versterken of kunstmatig op te voeren, door de voedselplant door cultuurmaatregelen zo veel mogelijk weerstandskrachtig tegen de aantasting te maken, en door het treffen van cultuurmaatregelen, zoals rassenkeuze, bemesting, zaaitijdregeling, vruchtwisseling e.d., die de ontwikkeling van de schadelijke organismen belemmeren.

Indien op deze wijze de juiste maatregelen getroffen worden, zullen deze tot gevolg hebben dat het schadelijke organisme minder vaak als plaag zal gaan optreden, waardoor er ook minder vaak met chemische middelen zal hoeven te worden ingegrepen, hetgeen op zichzelf weer het steeds dreigende spook van het optreden van resisente rassen van het schadelijk organisme naar de achtergrond zal bannen.

Belangrijk is ook het feit, dat de geïntegreerde bestrijding niet streeft naar de uitroeiing van het schadelijk organisme; dit laatste is trouwens ook bij toepassing van de chemische middelen een utopie gebleken. Haar streven is gericht op het handhaven van bestanden van de schadelijke organismen op een niveau, dat beneden het economische schadelijkheidsniveau blijft.

Geïntegreerde bestrijding impliceert dan ook: geregelde controle van de populatiedichtheid van schadelijke en nuttige organismen om op basis daarvan te beslissen of ingrijpen met chemische middelen al of niet noodzakelijk is. Hierdoor wordt dus aan het advies van Briejèr 'Spuit zo weinig als je durft' een betrouwbare basis gegeven. Deze bestrijdingsmethode, die plaatselijk in het buitenland reeds toegepast wordt, staat in de literatuur bekend onder de naam 'supervised control' en wordt door ons 'geleide bestrijding' genoemd.

De bemonsteringen, die daartoe in de aanplantingen op geregelde tijden moeten worden verricht, geschieden volgens bepaalde, reeds uitgewerkte en internationaal toegepaste methoden. Omdat zij met regelmatige tussenpozen moeten plaatsvinden, verkrijgt men een inzicht in de populatie-ontwikkeling van de schadelijke en nuttige organismen in het gewas. Wordt bij de schadelijke een dichtheid bereikt, waarboven economische schade zal worden aangericht, dan moet met de daarvoor in aanmerking komende chemische middelen ingegrepen worden.

In een cultuurgewas komt steeds een complex van schadelijke organismen, plantaardige zowel als dierlijke, voor. De geïntegreerde bestrijding dient dit gehele complex in beschouwing te nemen, daar de ervaring heeft geleerd dat maatregelen getroffen tegen het ene organisme vaak ook in sterke mate de populatiebewegingen van de andere kunnen beïnvloeden. Behalve aan het effect van insekticiden moet hier ook aan dat van fungiciden worden gedacht.

Het onderzoek naar de geïntegreerde bestrijding van plagen heeft zich in Nederland gedurende de laatste 10 jaren vooral geconcentreerd op de fruitteelt omdat in deze cultuur door het optreden van resistentie bij de fruitspintmijt *(Panonychus ulmi)* tegen insekticiden en acariciden het eerst de alarmklok werd geluid en men in Canada in Nova Scotia in de fruitteelt met de geïntegreerde bestrijding verrassende resultaten had bereikt.

Onderzoek door de Werkgroep

Het onderzoek inzake de geïntegreerde bestrijding van plagen omvat:

1 Inventarisatie van de schadelijke organismen en hun natuurlijke vijanden die in het betreffende gewas worden aangetroffen.

2 Bestudering van de biologie, fenologie en epidemiologie van de belangrijkste schadelijke organismen en hun natuurlijke vijanden.

Omtrent deze beide punten was in het verleden al veel onderzoek verricht.

3 Ontwikkeling van bemonsteringsmethoden, nodig om een juist inzicht te krijgen in het populatieverloop van deze schadelijke en nuttige organismen.

4 Onderzoek naar de betekenis van de natuurlijke vijanden als regulatoren van de populatiedichtheid van de schadelijke organismen.

5 Onderzoek naar de invloed van klimaatfactoren en cultuurmaatregelen op de mate van optreden van de schadelijke en nuttige organismen.

6 Onderzoek naar de frequentie van het schadelijk optreden van de belangrijkste ziekten en plagen van het cultuurgewas in de loop der jaren ter bepaling van hun betekenis.

7 Bepaling van de kritieke populatiedichtheid van de schadelijke organismen, dus van de populatiedichtheid, waarbij men de beslissing moet nemen om met chemische middelen in te grijpen.

8 Onderzoek naar de invloed van de chemische bestrijdingsmiddelen op de schadelijke organismen en hun natuurlijke vijanden.

9 Ontwikkeling van nieuwe bestrijdingsmethoden (door gebruik te maken van hormonen, feromonen, attractantia, repellants, pathogenen, genetische bestrijding enz.), waarvan de schadelijke nevenwerkingen tot een minimum zijn teruggebracht.

10 Onderzoek naar de oorzaak van het vermogen van de plaagorganismen om resistentie tegen bestrijdingsmiddelen te ontwikkelen.

11 De ontwikkeling van een geïntegreerd schema voor de bestrijding van ziekten en plagen en zijn toetsing in veldproeven.

12 Ombuiging van de gangbare chemische bestrijdingsschema's naar een even effectief werkend en economisch rendabel geïntegreerd schema.

Het onderzoek in de gebieden, genoemd in de punten 6 t/m 10 was ten tijde van de oprichting van de Werkgroep in belangrijke mate

achtergebleven. Het zoeken naar nieuwe wegen bij de bestrijding van ziekten en plagen heeft de interesse in deze onderwerpen in niet geringe mate gestimuleerd.

De secties van de Werkgroep: uitgangspunten en gedachtengangen

PROF. DR. J. DE WILDE

Toen in 1958 de Werkgroep werd opgericht, nam, evenals dit nog steeds het geval is, de chemische insektenbestrijding in Nederland een alles overheersende positie in vergeleken met andere bestrijdingswijzen. Geleidelijk hadden zich echter meer en meer bezwaren doen gelden door de ongewenste gevolgen van chemische bestrijding die in het vorige hoofdstuk al zijn genoemd. Kort samengevat bestonden deze bezwaren in:

1 De belangrijke stimulering van sommige plagen, bijv. spintmijten, als gevolg van de toepassing van chemische middelen als DDT.

2 Het optreden van resistentie tegen insekticiden.

3 Nevenwerkingen van insekticiden buiten het bestek van gewas en plagen, zoals gevaren voor telers en consument in verband met de giftigheid van middelen en het zich verspreiden van insekticiden in het milieu van mens en dier.

Briejer (1, 2) [1] had eerder dan vele anderen de gevaren van eenzijdige chemische bestrijding onderkend, en had gewezen op de onvermijdelijkheid van resistentie en de gevaren voor de consument.

Kuenen (4) had de oorzaken van de verstoring van de levensgemeenschappen in de Zeeuwse fruitteelt in beschouwing genomen en in twee categorieën verdeeld:

1 Invloeden op de levensgemeenschap in de boomgaard.

2 Invloeden op de fysiologische toestand van het gewas.

Wij zien tegenwoordig in, dat deze twee groepen van oorzaken feitelijk niet te scheiden zijn, en dat invloeden op fysiologisch niveau effecten kunnen hebben op populatieniveau en omgekeerd. Niettemin zijn deze beschouwingen van grote betekenis geweest voor het ordenen van onze gedachten in het eerste stadium van de ontwikkeling van de geïntegreerde bestrijding.

---

[1] Literatuurverwijzing naar p. 128

Een tweede belangrijke gedachtengang die wij mede aan Kuenen danken, betreft het economisch schadeniveau. Eerder had Leefmans ingezien dat men waarschuwingen bij de bestrijding van insekten moet baseren op het voorkomen van aantallen die naar alle waarschijnlijkheid tot schade zullen leiden. De 'muggenindex' in het draaihartigheidsonderzoek (7) is hiervan een voorbeeld. Kuenen (5) wees erop, dat de landbouw insekten kent die in een bepaalde streek steeds voorkomen en waarvan men grote aantallen kan dulden zonder dat er economische schade wordt aangericht, en daarnaast soorten die periodiek (dus niet ieder jaar) economische schade aanrichten, benevens soorten die men tot de permanente plagen moet rekenen en die jaarlijks moeten worden bestreden, omdat ze bijvoorbeeld al bij zéér lage dichtheid economische verliezen opleveren. Deze situatie is in fig. 1 weergegeven. Dit betekent, dat de economische drempelwaarde voor verschillende insektesoorten afzonderlijk moet worden bepaald. Verandering van criterium (bijv. veilingeisen) doet het insekt in een andere categorie belanden.

Fig. 1 Kuenen (1955) legde de nadruk op het feit dat het aantalsverloop van insektenplagen van nature schommelingen vertoont. Acht men het insekt schadelijk bij dichtheidsniveau c dan is het een permanente plaag. Bij een economische drempelwaarde b spreekt men van periodieke plagen, bij een drempelwaarde a is het insekt nooit zo talrijk dat het als plaag wordt beschouwd.

Of een insekt al of niet een plaag vormt, wordt behalve door de talrijkheid ook door economische criteria bepaald. Het streven van de geïntegreerde bestrijding is erop gericht dat de aantalsfluctuaties de economische drempelwaarde niet overschrijden.

Ik zou hieraan willen toevoegen, dat het natuurlijk ook kan voorkomen, dat zelfs een insekt met een lage economische drempelwaarde maar zelden als plaag optreedt, omdat de aantallen deze drempel vrijwel nooit bereiken. Men spreekt dan van regulatie van dichtheid op laag niveau.

Zo kan het ook voorkomen dat een plaag met een zeer hoge drempelwaarde ieder jaar schade verwekt, omdat het insekt ieder seizoen een zeer hoge populatiedichtheid opbouwt. In sommige tropische teelten en in kasgewassen ontmoet men dergelijke situaties, maar in de gematigde zône zijn ze in de vollegrondsteelt niet erg algemeen.

Tenslotte zou ik nog willen opmerken, dat de economische drempelwaarde uiteraard samenhangt met de natuurlijke weerstand van de plant, hetzij in de vorm van tolerantie, hetzij in die van de aanwezigheid van afweermechanismen. In verschillende gewassen is deze weerstand in belangrijke mate afhankelijk van de weersomstandigheden, en dikwijls ook van cultuurmaatregelen als bemesting, grondbewerking en snoei. Het ligt verder voor de hand dat de economische drempelwaarde van een bepaalde plaag ten aanzien van een bepaald gewas van een complex van fluctuerende factoren afhankelijk zal zijn, en dus niet ieder seizoen op hetzelfde niveau zal liggen.

Klaarblijkelijk geheel onafhankelijk van Kuenen zijn Californische onderzoekers (Stern c.s., 8) later tot soortgelijke concepties gekomen. Zij onderscheiden naast de economische drempelwaarde nog de critieke populatiedichtheid (fig. 2) die de dichtheid aangeeft bij welke de teler moet beslissen of hij zal gaan bestrijden, teneinde economische schade te voorkomen.

Een sterke stimulans tot het oprichten van de Werkgroep was ook het werk van Pickett in Nova Scotia. Deze onderzoeker en fruitteeltconsulent heeft het aangedurfd in de appelcultuur van de genoemde Canadese provincie een bestrijdingsschema aan te bevelen, waarin insekticiden zo weinig mogelijk worden toegepast. Het succes van dit schema werd door ons (3, 6) vastgesteld tijdens een bezoek aan Nova Scotia resp. New Brunswick ter gelegenheid van het 11e Internationale Entomologencongres te Montreal. Tegelijk bleek ons echter dat men merkwaardig weinig wist van de betekenis van de verschillende natuurlijke weerstandsfactoren die door het gemodificeerde schema klaarblijkelijk hun kans hadden gekregen.

Wij overwogen nu, dat de meeste plaag-insekten deel uitmaken van natuurlijke levensgemeenschappen buiten het cultuurgewas en dat

dáár door natuurlijke factoren een zo sterke regulatie van hun aantallen plaats vindt, dat zij er zelden of nooit massaal optreden, iets wat in onze cultuurgewassen wél het geval is.

Ervaringen in de Bosbouw hadden geleerd, dat bij een rijke en stabiele levensgemeenschap plagen zéér weinig voorkomen. Ook was uit ervaringen met de biologische bestrijding gebleken, dat sommige natuurlijke vijanden een plaag-insekt zeer effectief 'in toom kunnen houden', terwijl andere de aantallen maar weinig beïnvloeden.

De processen nu, die het aantalsverloop van organismen beheersen, worden bestudeerd door de populatiedynamica. Bij een grondige kennis van deze wetmatigheden en van de in de natuur voorkomende regulatiemechanismen zou men wellicht kunnen voorspellen welk type parasiet of roofvijand men zou moeten sparen, begunstigen of zelfs invoeren om het gewenste effect te bereiken. Maar ook in het algemeen leek het wenselijk meer te weten omtrent de betekenis van ecologische factoren zoals het weer, soortgenoten, vijanden, ziekten en de toestand van het gewas voor het aantalsverloop van schadelijke organismen. Wij waren ons ervan bewust, dat een geïntegreerde bestrijding de voortdurende aanwezigheid van een klein bestand van schadelijke organismen vooropstelt, opdat de natuurlijke vijanden niet

Fig 2 Stern c.s. (1959) gaven beschouwingen ten beste waarin eveneens de fluctuaties in de aantallen werden getoetst aan economische maatstaven. Naast de economische drempelwaarde (economic injury level) onderscheiden zij de kritische populatiedichtheid (economic threshold) waarbij de beslissing om te bestrijden wordt getroffen.

geheel verdwijnen. Het reguleren van de dichtheid van de schadelijke populatie op laag niveau moest daarom ons uitgangspunt zijn.

Naarmate wij dit inzagen, kwamen wij steeds meer onder de indruk van het gebrek aan kennis op vrijwel elk niveau omtrent de oorzaken van het ontstaan van plagen, van het gedrag van de dieren ten opzichte van bestrijdingsmiddelen en van de weerstandsfactoren in het milieu die hun aantallen in toom houden.

Zo kwamen wij er toe, secties op te richten met het doel het fundamenteel onderzoek in een aantal gebieden te stimuleren.

Een van die secties houdt zich bezig met grondleggend onderzoek in de populatiedynamica, en brengt de betekenis van populatiedynamische gedachtengangen voor het onderzoek naar het ontstaan van plagen voortdurend in discussie. In het bijzonder wordt hierbij de rol van parasieten en roofvijanden bij de regulatie van insekten-aantallen in beschouwing genomen.

Deze sectie staat onder leiding van Prof. Dr. H. Klomp.

Een specialistisch gebied van de biologische bestrijding, dat in het buitenland zijn praktische betekenis al bewezen had, maar vóór 1958 in Nederland geen beoefenaren telde, waren de ziekten van insekten. Van meet af aan heeft de werkgroep dit gebied in Nederland ontwikkeld. Het onderzoek betreft zowel virussen als bacteriën en schimmels, die als ziekteverwekkers bij insekten kunnen optreden.

De sectie 'Insektenpathogenen' stond aanvankelijk onder leiding van Dr. H. J. de Fluiter, later onder die van Dr. J. G. ten Houten.

De weerstand van de plant tegen zijn belagers bevatte zóveel onbekende factoren, dat het gewenst leek, dit gebied door een speciale sectie in studie te laten nemen.

Het ging hier in de eerste plaats om de vraag: Hoe komt het dat insekten bepaalde gewassen aantasten en andere mijden? De merkwaardige binding van vele insektesoorten aan de voedselplant moest worden ontrafeld. Maar ook leek het gewenst, na te gaan welke invloeden factoren als bemesting, standplaats etc. hebben op de gevoeligheid van de plant voor aantasting.

De sectie 'Plant-Dier' stond van meet af aan onder leiding van Dr. A. D. Voûte.

De resistentie van insekten tegen insekticiden was, zoals reeds vermeld, een der aanleidingen tot het oprichten van de werkgroep. Het leek gewenst, dit onderwerp door een der secties te laten bestuderen, teneinde

1 Een inzicht te krijgen in de verbreiding van het verschijnsel in Nederland.

2 Het oorzakelijke mechanisme van de resistentie op te sporen.

3 Te trachten, middelen te vinden om resistentie te voorkomen, dan wel door bepaalde behandelingen tegen te gaan.

Leider van deze sectie was Dr. D. Dresden, die het werk op lofwaardige wijze stimuleerde tot hij ons in 1966 ontviel. Zijn taak wordt voortgezet door Dr. F. L. Oppenoorth.

Gebrek aan selectiviteit bij de meeste algemeen toegepaste insekticiden in land- en tuinbouw was duidelijk mede een der oorzaken, die tot de oprichting van de Werkgroep hebben geleid. Zou het mogelijk zijn, stoffen te ontwikkelen die alleen effect hebben op insekten of misschien zelfs op afzonderlijke insektesoorten? Het behoud van natuurlijke vijanden stelt voorop, dat algemeen giftige middelen in het schema van de geïntegreerde bestrijding zoveel mogelijk dienen te worden geweerd, maar dat meer subtiele, liefst selectief werkende middelen noodzakelijk zijn. Het leek nu aantrekkelijk in de eerste plaats het insektenlichaam zélf te exploreren ten aanzien van stoffen, die in zeer kleine hoeveelheid zeer krachtige werkingen kunnen ontplooien. De studie van insektehormonen en -feromonen werd daarom het thema van een speciale sectie, die onder leiding staat van Prof. Dr. J. de Wilde.

De chemische bestrijding van plagen met behulp van conventionele insekticiden kan niet worden gemist zonder ernstige schade voor de landbouw. Dit algemeen erkende feit was uitgangspunt bij het oprichten van de sectie 'toepassing geïntegreerde bestrijding'. Deze sectie zou zich bezig houden met het onderzoek naar de omvorming van het thans algemeen gebruikelijke intensieve bestrijdingsschema in een geïntegreerd schema. Naarmate door het meer fundamentele onderzoek in de andere secties zich de inzichten verdiepten of nieuwe mogelijkheden naar voren kwamen, zouden ook deze nieuwe vondsten in veldproeven opgenomen worden om hun praktische toepasbaarheid en hun effect te onderzoeken.

In de eerste plaats werd de fruitteelt als studieobject gekozen en in het bijzonder de appelteelt. Het is immers in de meerjarige cultures dat men op den duur een min of meer stabiele fauna mag verwachten. Bovendien was de situatie in de appelteelt zodanig, dat per seizoen 25-30 bespuitingen met insekticiden en fungiciden noodzakelijk waren geworden. Gedurende acht jaar werd gewerkt in boomgaarden van particulieren, maar sedert 1966 beschikt de werkgroep over een eigen boomgaard 'de Schuilenburg' te Lienden waar geheel naar eigen inzicht kan worden tewerk gegaan.

De sectie stond aanvankelijk onder leiding van Prof. Dr. D. J. Kuenen, maar sedert 1960 onder die van Dr. H. J. de Fluiter.

Tenslotte dient nog te worden vermeld, dat in 1967 een zevende sectie aan de werkgroep werd toegevoegd die tot taak kreeg de zgn. genetische bestrijding te ontwikkelen. Hiertoe behoort ook de bekende 'steriele mannetjes' techniek.

Dergelijke methoden, die gericht zijn op het uitroeien van een schadelijk dier over een min of meer uitgestrekt gebied, behoren eigenlijk niet thuis in het schema der geïntegreerde bestrijding. Deze gaat er immers van uit, dat wij voor de regulatie noodzakelijke natuurlijke vijanden, bijv. van een plaag-insekt, in stand houden, wat uiteraard in veel gevallen alleen mogelijk is indien het betreffende insekt, zij het in geringe aantallen, aanwezig blijft.

De genetische bestrijdingsmethoden onderscheiden zich echter door een zeer grote selectiviteit. Indien het schema van de geïntegreerde bestrijding zou vastlopen op één enkele soort, die als 'kritieke plaag' ons streven in de weg zou staan, zou men zijn toevlucht tot autocide methoden kunnen nemen om hiermee de belemmeringen weg te nemen.

Deze sectie staat onder leiding van Dr. Ir. D. de Zeeuw.

In het volgende schema liggen de factoren besloten, waarmee men bij het invoeren van de geïntegreerde bestrijding te maken heeft. Het betreft de driehoeksverhouding mens-gewas-plaag met alle hieraan verbonden complicaties (fig. 3). Met romeinse cijfers is de sectie van de Werkgroep aangegeven, die zich met het onderhavige gebied bezighoudt.

Zoals men ziet is de economische kant, die aan de linkerzijde is vermeld, nog niet speciaal in studie genomen. Aangezien de eisen die

Fig 3 In de driehoeksrelatie Mens-Plant-Insekt ligt de kern van de geïntegreerde bestrijding besloten. Aan de buitenzijde zijn de verschillende factoren genoemd die dienen te worden geïntegreerd, aan de binnenzijde de factoren waarin sleutelproblemen liggen waarvoor men een oplossing dient te vinden.

aan het produkt worden gesteld door veiling en consument, belangrijke consequenties hebben voor de keuze der methoden in de geïntegreerde bestrijding, zal studie van de economische aspecten op den duur niet achterwege kunnen blijven.

Populatiebewegingen bij schadelijke dieren

PROF. DR. H. KLOMP

De bestrijding van plantenetende insekten in de land-, tuin- en bosbouw vindt plaats, wanneer zij economisch voelbare schade aan het gewas veroorzaken of zullen gaan veroorzaken. Door de bestrijding wordt het aantal dieren sterk gereduceerd, waardoor de schade grotendeels of geheel wordt voorkomen. Na de bestrijding keren de gunstige omstandigheden voor de ontwikkeling van de insekten echter terug en zij krijgen de gelegenheid om wederom uit te groeien tot schadelijke niveaus. Een herhaalde bestrijding staat voor de deur.

Bij de zojuist geschetste werkwijze vraagt men zich niet af wat de oorzaak is van het talrijke optreden van het plaaginsekt, noch of er ook mogelijkheden zijn om de vermeerdering te voorkomen. De oorzaak hiervan ligt besloten in het feit, dat het antwoord op deze vragen zeer moeilijk te geven is. Immers, het plaag-insekt maakt deel uit van een samengesteld systeem, waarin zoveel interacties optreden dat het uiterst moeilijk is om het samenspel van alle op elkaar inwerkende factoren te overzien. Toch zal het aantal van elke diersoort tenslotte verklaard moeten worden door een ontrafeling van alle oorzaak en gevolgreacties die in het samenspel optreden. De wetenschap die zich met deze materie bezighoudt is de populatiedynamica: de leer van de veranderingen van de aantallen in dierlijke bevolkingen.

Het is wellicht nuttig het bovenstaande wat meer te concretiseren. We beschouwen een boomgaard en stellen, om de zaak zo eenvoudig mogelijk te houden, dat daarin voorkomen een aantal bladbeschadigers, zoals bladluizen, rupsen en spintmijten. Hun aantallen worden bepaald door hun voortplanting en migratie en door een gevarieerd aantal sterfte-oorzaken: vogels, spinnen, roofwantsen, roofmijten, parasitaire insekten (o.a. sluipwespen), ziekten en abnormale weersomstandigheden.

De vogels eten niet alleen de bladbeschadigers, maar ook spinnen en sluipwespen. Door dit laatste beïnvloeden zij het effect van de

roofvijanden (predatoren) op de bladeters. Voorts wordt dit systeem van interacties beïnvloed door het weer. Bepaalde weerssituaties kunnen de voortplanting stimuleren of de migratie beïnvloeden en hebben effect op de activiteit van roofvijanden en de verbreiding van besmettelijke ziekten. Tenslotte kan de voedselplant door het weer worden beïnvloed en daardoor indirect de voortplanting van de insekten of hun migratie. De componenten van dit ingewikkelde systeem van interacties wijzigen zich tenslotte van dag tot dag, doordat in de loop van het seizoen bepaalde diersoorten verdwijnen en andere daarvoor in de plaats komen (10) [1]. In verschillende secties van de werkgroep wordt onderzoek over bovengenoemde factoren verricht; het zal echter duidelijk zijn dat een volledige analyse van deze systemen geen eenvoudige zaak is en dat met een beperkte staf van onderzoekers met beperkte hulpmiddelen slechts langzaam vooruitgang wordt geboekt. Hiervan zal in het hierna volgende beknopt verslag worden uitgebracht.

Het onderzoek binnen de sectie concentreerde zich vanaf de aanvang in hoofdzaak op twee levensgemeenschappen, nl. die voorkomend in appelboomgaarden en die welke op dennebomen optreedt. De keuze hiervan is gunstig omdat we daardoor zowel onderzoek doen aan economisch belangrijke diersoorten (bladluizen, spintmijten, e.a.), als aan insekten die vrijwel altijd op een zo laag niveau leven dat de voedselplant er niet nadelig door wordt beïnvloed.

De fruitspintmijt en zijn roofvijanden

Op appelbomen komen enkele fytofage mijten voor waarvan de fruitspintmijt *(Panonychus ulmi* Koch*)* de belangrijkste plantebeschadiger is. Deze mijt leeft aan de onderzijde van het blad en prikt met de naaldvormige monddelen de bladcellen aan en zuigt deze leeg. Dit microscopisch kleine dier treedt als regel talrijk op in goed verzorgde boomgaarden, waarin vooral stikstofbemesting bevorderend op de populatie-toename werkt. In verwaarloosde boomgaarden is de dichtheid als regel gering (12).

Men vermoedde, dat de geringe dichtheid van het spint in het laatste geval was toe te schrijven aan de roofvijanden, die altijd in deze boomgaarden worden aangetroffen. Een grondige inventarisatie

---

[1] Literatuurverwijzing naar p. 129

leerde dat er een drietal roofmijten in aanmerking komt, namelijk *Typhlodromus tiliae, T. tiliarum* en *T. potentillae*. Er komen veel meer soorten roofmijten op appelbomen voor, maar de overige soorten worden altijd op de stam en de dikke takken aangetroffen, waarop het spint niet voorkomt. Ook zijn er enkele roofwantsen waarvan de betekenis nog onvoldoende bekend is.

Om de betekenis van de roofmijten als vijanden van de fruitspintmijt te bestuderen werden proeven gedaan in kassen en in boomgaarden. Zo werd in 1964 een proef ingezet, waarbij op jonge appelbomen exemplaren van de spintmijt en van de roofmijt 'potentillae' werden geënt in verschillende verhoudingen. Globaal werden de volgende dichtheden gecreëerd:

	fruitspintmijt	*T. potentillae*
1	matig	hoog
2	hoog	hoog
3	matig	laag
4	hoog	laag

De ontwikkeling van deze populaties werd gevolgd door de dieren herhaaldelijk te tellen. Zo werd in de winter van 1964-1965 een schatting gemaakt van het aantal wintereieren van het spint. Daarbij bleek, dat dit laag was in de proeven 1 en 2, matig in de proef 3 en hoog in de laatste proef. In het voorjaar van 1965 werden de spintmijten op de bladeren geteld, en zoals op grond van het aantal wintereieren te verwachten was, bleek de spintdichtheid in 1 en 2 laag, in 3 matig en in 4 hoog te zijn. In de loop van de zomer 1965 veranderde dit echter; in de proeven 3 en 4 nam de dichtheid geleidelijk af. In 1966 en ook nog in 1967 schommelden de populaties van prooi en roofmijt op alle proefbomen om een lage waarde. De eerste had een gemiddelde dichtheid van 1 ex. per blad, de laatste telde gemiddeld 1 ex. per 3 tot 6 bladeren (13).

Hieruit blijkt dus duidelijk dat de roofmijten zeer goed in staat zijn om de dichtheid van de prooi op een laag niveau te houden (wanneer hun aanvangsdichtheid gunstig is), of op een later tijdstip tot een lage waarde te reduceren (wanneer hun aantallen in het begin laag zijn t.o.v. die van hun prooi). Dit doet vermoeden dat de roofmijten de dichtheid van het spint reguleren. Dit zou kunnen wanneer de roofmijt bij hogere prooidichtheden meer prooidieren per tijdseenheid

Fig. 1 Microscopische opname van drie roofmijten (het kleine exemplaar is een larve met zes poten) en een bijna volwassen spintmijt (met donkere vlek) op het bladoppervlak.

nuttigt dan bij lage prooidichtheid. Hierdoor zou zijn reproduktie toenemen en dit zou leiden tot een aantalsvermeerdering van de rovers. Dit laatste zou dan een verhoging van het sterftecijfer van de prooi betekenen, waardoor deze tenslotte in aantal gaat afnemen. Hierbij ontstaan cyclische schommelingen van prooi en predator, waarbij de laatste zijn top-aantallen iets later bereikt dan de eerste.

Bij de tellingen van 1966 en 1967 op de bomen (zie boven) bleken deze cyclische fluctuaties (zgn. oscillaties) echter niet op te treden. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het feit dat daarbij de dichtheid over een aantal bladeren werd gemiddeld. Wanneer de oscillaties per

blad optreden en niet gesynchroniseerd zijn, moet noodzakelijkerwijs een nivellering optreden, wanneer men de dichtheden van een aantal bladeren middelt. Deze veronderstelling vindt steun in het feit dat op een enkel blad nooit tegelijkertijd hoge dichtheden van prooi en roofmijt werden aangetroffen (11, 8). Dit is juist wat men kan verwachten wanneer de oscillaties van de rover in de tijd iets verschoven liggen t.o.v. die van de prooi.

Het zal duidelijk zijn dat op dit punt meer onderzoek gewenst is. Vooral detailonderzoek, waarbij nauwkeurig gelet wordt op de reacties van de predator op verschillende dichtheden van de prooi. Daarom werd parallel aan het veldwerk laboratoriumonderzoek gedaan. Hierbij werden voorlopig iets andere soorten gekozen, nl. de kasspintmijt *(Tetranychus urticae* Koch*)* en diens roofmijt *Typhlodromus longipilus* Nesbitt, die zich beter lenen voor laboratoriumonderzoek (fig. 1).

De kasspintmijt en zijn predator

De experimenten werden uitgevoerd in klimaatkasten, waarin de temperatuur, de vochtigheid en de belichting - factoren die in het veld zo variabel zijn - constant werden gehouden. Onder deze vereenvoudigde omstandigheden werd allereerst nagegaan hoe de roofmijt reageert op een toenemende prooidichtheid; in het veld was immers reeds gebleken dat dit een belangrijke component in het predatieproces is. Inderdaad werd gevonden dat bij groeiende prooidichtheid in het lage traject een verhoging van de consumptie optreedt. In het hoge traject van prooidichtheden treedt evenwel een nivellering op onder invloed van de verzadiging van de roofmijten. De prooidichtheid waarbij dit optreedt bleek afhankelijk te zijn van het ontwikkelingsstadium en van het geslacht van de rover. Vooral eierleggende vrouwtjes eten veel.

Dit laatste doet reeds vermoeden dat de eiproduktie en dus de vermeerdering van de roofmijt, afhankelijk zal zijn van de prooidichtheid. Dit punt werd gedetailleerd onderzocht en het bleek dat niet alleen verlaging van de prooidichtheid, maar ook toeneming van de predatordichtheid de ovi-positie periode verlengt. De eiproduktie per dag neemt onder die omstandigheden duidelijk af (9).

Hoe ingewikkeld deze relaties zijn bleek vooral uit de reacties van de roofmijten op zeer hoge dichtheden. Biedt men de rovers een zeer

hoge dichtheid van spinteieren aan (die ze graag consumeren), dan neemt hun levensduur af en hun migratiedrang neemt toe. Houdt men de rovers zelf op hoge dichtheid dan neemt hun migratiedrang echter af. Voorts werd gevonden, dat uit de eieren van vrouwtjes die bij hoge prooidichtheid leven, meer vrouwtjes komen dan uit eieren die bij lage prooidichtheid worden gelegd.

Hoewel bij dit onderzoek een schat van gegevens werd verzameld, kunnen wij hiermee de resultaten van het gebeuren in populaties van beide dieren, zowel in het veld als in het laboratorium, nog slechts fragmentarisch interpreteren. Hiervoor zijn nog aanzienlijk meer gedetailleerde gegevens nodig.

Bladluizen op appelbomen en hun parasieten

Een andere groep van dieren op appelbomen, waaraan veel aandacht werd geschonken, zijn de bladluizen en hun parasieten, hyperparasieten en roofvijanden. De analyse van dit complex leverde grote moeilijkheden op. Niet alleen omdat het ingewikkeld van structuur bleek te zijn, maar ook omdat verschillende groepen van parasieten onvoldoende bekend zijn, zodat de uitgekweekte dieren niet op naam te brengen zijn.

De appelgrasluis, de roze appelluis en de groene appeltakluis hebben elk een specifieke parasiet. De binding aan hun gastheer van twee van deze parasieten berust op specialisatie op bepaalde groepen van bladluizen. De derde parasiet, die voorkomt op de talrijke roze appelluis, is gebonden aan luizen die in sterk krullende bladeren voorkomen, een bladvorm die alleen bij zeer sterke aantasting optreedt (3).

Elk van deze parasieten heeft enkele hyperparasieten, dat zijn parasieten, die zich ontwikkelen op parasieten. Een deel van deze hebben ze gemeenschappelijk, terwijl daarnaast ook specifieke hyperparasieten voorkomen (4).

Voorts komen op appelbomen elf zweefvliegsoorten voor, waarvan de larven van bladluizen leven. Ze zijn bijna alle polyfaag; slechts een soort concentreert zijn activiteiten op de appelbloedluis, die een sterke wasafscheiding heeft.

Deze zweefvliegen, die zelf dus rovers van bladluizen zijn, hebben op hun beurt weer een groot aantal parasieten. Deze parasiteren alleen zweefvliegen, maar binnen deze groep zijn sommige specifiek terwijl andere diverse soorten aansteken (5).

Uit dit zeer beknopte overzicht moge blijken hoe gecompliceerd de interacties binnen de levensgemeenschappen kunnen zijn. Toch weerhield ons dit er niet van te trachten een inzicht te krijgen in de kwantitatieve aspecten van de relaties. Het zal duidelijk zijn dat dit alleen stapsgewijs kan gebeuren.

Er werd begonnen met de analyse van het effect van de appelbloedluisparasiet en wel omdat diens werking niet door hyperparasieten gecompliceerd wordt. Na zeer tijdrovende en zorgvuldig uitgevoerde tellingen bleek, dat de parasieten niet bijzonder effectief zijn en wel omdat het parasiteringspercentage in grote trekken tegengesteld verloopt met de dichtheid van de luizen. Is de dichtheid hoog, dan is de parasitering gering en omgekeerd (2). In het vroege voorjaar is de dichtheid van de luis zeer laag ten opzichte van die van zijn

Fig. 2 Globale weergave van de dichtheid van de appelbloedluis (- - - -) en van de parasitaire wespen (. . . . .). De getrokken lijn geeft aan welk percentage van de aanwezige luizen op elk moment geparasiteerd is. De dichtheden zijn niet in absolute getallen weergegeven.

parasiet, omdat de eerste tijdens de winter een veel hogere mortaliteit heeft. Als gevolg hiervan is de parasitering van de eerste generatie van de luis zeer hoog. Daarna neemt het aantal luizen snel toe en de parasiet slaagt er niet in deze toename een halt toe te roepen. Eerst wanneer de luizendichtheid door andere factoren - die verband houden met de kwaliteit van de voedselplant - weer begint af te nemen, zien we het parasiteringspercentage weer stijgen. Desondanks kan het aantal luizen in oktober-november nog weer aanzienlijk uitgroeien (fig. 2).

Hoewel deze relaties nog niet in alle onderdelen worden begrepen, is het wel duidelijk dat de parasieten als regulatoren van luizen van minder betekenis zijn dan de roofmijten voor het spint.

De dennespanner

Op dennen leven een aantal rupsesoorten, die alle van de naalden vreten. Het opvallende hierbij is, dat ze te zamen onder normale omstandigheden zo weinig talrijk zijn, dat ze geen merkbare schade doen aan de groei der bomen. Dit is van essentiële betekenis, omdat we sterk geïnteresseerd zijn in het gebeuren in populaties van planteneetende insekten met geringe dichtheden. De meest talrijke soort is de dennespanner *(Bupalus piniarius* L.*)*. Uit metingen bleek dat de aantallen hiervan in de periode 1950-1965 vrij sterk schommelden: van 5 tot 500 per boom. Om de oorzaken hiervan op te sporen werd jaarlijks gemeten in welke mate de voortplanting en de sterfte fluctueerden. Voor de eerste factor was dit betrekkelijk eenvoudig. Elk voorjaar werden in het bos enige honderden poppen verzameld en in het laboratorium uitgekweekt. Van de aldus verkregen vlinders werd de eiproduktie gemeten. De gemiddelde waarde hiervan varieerde van jaar tot jaar en het bleek dat dit samenhing met de popgrootte en deze op zijn beurt weer met de larvale groei. Het merkwaardige van dit verschijnsel was, dat de larvale groei in het bos samenhing met de dichtheid van de larven. Was deze hoog, dan werd de groei geremd en ontstonden kleine poppen die vlinders met een lage eiproduktie opleveren. Bij lage dichtheid van de larven ontstonden - onder invloed van een geringe remming van de groei - vlinders met een hoge eiproduktie. Het is duidelijk, dat dit verschijnsel om een verklaring vraagt. Hierop komen wij later terug.

Inmiddels bleek uit de analyse van de dichtheidsveranderingen, dat

het zojuist beschreven terugkoppelingsmechanisme van weinig betekenis is voor de bepaling van de aantallen van de spanner. Immers, zo'n mechanisme zou een uitgesproken effect moeten hebben, wanneer de dichtheid van een extreem hoge waarde terugvalt op een laag niveau. Dit hebben we sinds 1950 drie maal in de bestaande populatie meegemaakt, maar in geen van de gevallen was de daling voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de door de hoge larvale dichtheid geïnduceerde, lage reproduktie. Twee keer bleek de scherpe dichtheidsdaling een gevolg te zijn van een abnormale, hoge jeugdsterfte der larven; de derde keer was ze in hoofdzaak toe te schrijven aan het talrijke optreden van een parasiet, een sluipwesp, die een groot aantal van de poppen doodde (7). Voor een verdergaande analyse was het dus noodzakelijk om de oorzaken van de sterfte der jonge larven te bestuderen. Hierbij stuitten we op grote moeilijkheden. In de eerste plaats omdat de jonge larven zo klein zijn, dat hun resten niet zijn terug te vinden tussen het stof onder de bomen. In de tweede plaats omdat het aantal potentiële sterfteoorzaken zeer groot is. Op de bomen leven ca. 30 spinnesoorten, waarvan er zeker 15 als roofvijanden van de jonge spanners in aanmerking komen; voorts enkele roofwantsen en larven van lieveheersbeestjes, die in het laboratorium alle spannerlarven als prooi accepteren. De vraag is echter wat ze op de bomen doen en in welke mate ze bijdragen tot de mortaliteit van de dennespanners. Dit onderdeel is nu nog in studie en zal in de komende jaren worden uitgebouwd.

Hierboven bleek reeds, dat sterke dichtheidsdalingen ook het gevolg kunnen zijn van het talrijk optreden van een parasiet. De wespen vliegen in augustus in het bos op zoek naar larven. Ze leggen hun eieren met een legboor in de darmwand van de rups. Later, in het volgende voorjaar, worden de larven van de wesp actief en beginnen de weefsels van de gastheer, die dan in het popstadium is, op te eten. Het eindresultaat is, dat uit de pop een wesp komt in plaats van een vlinder. Van 1957 tot 1962 nam de dichtheid van de spanner regelmatig toe en hierdoor kon de wesp een hoge populatiedichtheid opbouwen. We moeten aannemen, hoewel dit nooit is bewezen, dat de wespen in jaren met veel gastheren meer eieren afzetten en dus meer nakomelingen voortbrengen, dan in jaren met weinig gastheren. Door de toename van het aantal wespen steeg het percentage aangestoken gastheren tot 60 % in 1964 en tot 80 % in 1965, zodat de spanner in enkele jaren sterk in aantal afnam.

Ook andere mortaliteitsoorzaken hadden onze aandacht, maar het zou te ver voeren om er hier bij stil te staan (7).

Populatiedichtheid en groei

Wij zullen nog een ogenblik terugkeren tot de boven reeds kort besproken groeiremming van de larven van de dennespanner. Ten overvloede zij er hier op gewezen, dat deze remming tot stand komt bij een overmaat aan voedsel. De oorzaak moet dus worden gezocht in een directe wederkerige beïnvloeding van de dieren.

Dit punt werd experimenteel onderzocht (fig. 3). Het bleek dat bij het kweken van larven in potten - telkens twee bij elkaar op een overmaat voedsel - de goeiremming bij de wijfjes 15-20 % en bij de mannetjes 10-15 % bedraagt, vergeleken met de grootte die solitair gekweekte dieren bereiken.

Bij een verschijnsel als dit is het van belang te weten hoe de larven elkaars aanwezigheid vaststellen. Het bleek dat geur hierbij geen rol

Fig. 3 Op deze wijze werd onderzocht hoe de groeiremming bij de larven van de dennespanner wordt teweeggebracht.

speelt; evenmin worden ze beïnvloed via de smaak door stoffen die de larven op de belopen naalden achter zouden kunnen laten. Dit toonde aan dat er directe lichamelijke contacten voor nodig zijn, en verder onderzoek leerde, dat hierbij uitgespuwde darminhoud van de ene op de andere larve wordt overgebracht. Door deze prikkeling wordt de stofwisseling gewijzigd met als resultaat een tragere en geringere groei. Hoe dit fysiologisch precies in zijn werk gaat werd niet onderzocht. Wel is er zo goed als zeker een bepaalde stof in het spel, want mechanische prikkeling alleen had geen effect. In dit verband was het onverwacht dat een andere dennerups, ook een spanner, die echter het verschijnsel van groeiremming niet vertoont, bij samen kweken met de dennespanner bij de laatste een even sterke remming veroorzaakt als de dennespanner zelf.

In de experimenten bleek dat de groei van de larven ook beïnvloed wordt door de temperatuur en de daglengte. Het bleek zelfs, dat deze factoren van veel grotere betekenis voor de groei kunnen zijn dan de dichtheid. In het veld was dat echter niet het geval, omdat zich daar de extreme laboratorium-omstandigheden niet voordoen. Op de bomen kon het grootste deel van de variatie in gemiddelde grootte, die zich van jaar op jaar voordoet, door variaties in de dichtheid worden verklaard (6).

Selectie onder dennespannerrupsen

Tenslotte werd aandacht geschonken aan de genetische samenstelling van de dennespannerbevolking en aan de wijzigingen die hierin in de loop der jaren optreden. Dit deel van het onderzoek vloeide voort uit de in de literatuur geopperde veronderstelling dat de regulatie van de dichtheid tot stand zou kunnen komen door aan de dichtheid gekoppelde veranderingen in de genetische samenstelling van de populatie. Bij hogere dichtheid zouden phenotypen uitselecteren met een geringere reproduktiesnelheid, waardoor de dichtheid tenslotte zou gaan afnemen.

De moeilijkheid bij een dergelijk onderzoek is het feit dat de phenotypen met lage reproduktie in het veld niet morfologisch te onderscheiden zijn, waardoor wijzigingen in de samenstelling uiterst moeilijk zijn vast te stellen. Aangezien op dit terrein zeer weinig onderzoek is gedaan en er over de selectief werkzame factoren vrijwel niets bekend is, werd besloten te beginnen met het bestuderen van het

selectie-proces bij een goed herkenbare genetische vorm, namelijk een type dat als larve geel is in plaats van groen.

Normale groene dennespannerlarven zijn voortreffelijk gecamoufleerd tegen de achtergrond van dennenaalden. Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat de schutkleur ontstaan is door toedoen van visueel jagende roofvijanden als vogels. Bij een klein deel van de larven is de kleur echter geel en zulke dieren vallen erg op tussen de groene naalden. In proeven bleek dan ook, dat koolmezen en zwarte mezen de gele rupsen heel wat gemakkelijker tussen de naalden kunnen vinden dan groene. Bij gelijk aanbod was de verhouding van gevonden dieren ongeveer 5 gele tegen 1 groene. Dat dit verschil in risico tussen geel en groen geen gevolg is van een smaakverschil bij de mezen, bleek in een proef waarbij de beide vormen naast elkaar op een neutrale ondergrond van boomschors werden aangeboden. Onder die omstandigheden werden geel en groen in gelijke aantallen door de mezen gegeten.

Ten aanzien van de mezen is 'geel' dus duidelijk in het nadeel t.o.v. 'groen'. Toch zijn er elk jaar weer gele dieren in de populatie aan-

Fig. 4 Een gele wesp heeft een dennespanner larve opgespoord en is bezig deze in stukken te bijten.

wezig en de vraag rijst welke factoren hiervoor verantwoordelijk zijn.

Voor een verdere analyse was het noodzakelijk om de genetische achtergrond van het kleurverschil te bestuderen. In kruisingsproeven werd gevonden dat de gele kleur berust op een gen en dominant is over groen. De chemische basis van de kleuren bleek eenvoudig te zijn. Groene rupsen maken een gele en een blauwe kleurstof. Bij gele rupsen ontbreekt de blauwe component.

Bij de kruisingsproeven werd een homozygoot gele stam verkregen, waardoor het mogelijk werd allerlei eigenschappen van homozygoot gele, heterozygoot gele en groene dieren te vergelijken. Hierbij werd gevonden, dat bij solitair gekweekte larven het gewicht van groene hoger is dan van gele. Dit zou kunnen betekenen dat de groene bij lage dichtheid in het voordeel is ten opzichte van de gele. Bij hoge dichtheid werden de poppen van beide vormen even zwaar, zodat hun levenskansen dan, althans ten aanzien van dit punt, gelijk zijn.

Tot zover blijkt de groene vorm dus in het voordeel te zijn. Proeven over de prooikeuze van de gewone gele wesp gaven echter een ander beeld. Het was reeds bekend dat deze wespen in dennebomen jagen en telkens rupsen aandragen in hun nest (fig. 4). Het lag daarom voor de hand na te gaan of er verschillen waren in het risico van gele en groene larven. Daartoe werden in de omgeving van een wespenest rupsen geplaatst op dennetwijgen; telkens slechts een per twijg en om en om een gele en een groene. Daarna werd vastgesteld hoeveel twijgen met groene en hoeveel twijgen met gele rupsen door de wespen werden aangevlogen en het resultaat was, dat de eerste meer werden bezocht dan de laatste. Hierbij werd voorkomen dat een leerproces optrad, omdat elke aangevlogen wesp werd weggevangen.

Wanneer geen gave rupsen werden aangeboden, maar alleen hun lichaamsvocht - dat op de naalden werd gesmeerd en daar spoedig uitdroogde - dan bleken de wespen eveneens een voorkeur voor 'groen' te bezitten. Dit laat zien dat ze op geurverschillen afgaan. Ten aanzien van wespen is de groene rups dus in het nadeel (1).

Inmiddels betekent dit niet, dat dit de factor is welke het vóórkomen van geel in de populatie teweegbrengt. Voordat dit kan worden uitgemaakt moet er aanzienlijk meer bekend zijn over de betekenis van de wesp als rover van spannerlarven. In dit opzicht sluit het onderzoek nauw aan bij het populatie-dynamische werk dat hierboven werd besproken.

Lichaamseigen stoffen als bestrijdingsmiddel

PROF. DR. J. DE WILDE

Hormonen

De gedachte, 'lichaamseigen stoffen' als hormonen in de insektenbestrijding te kunnen toepassen, werd in Nederland het eerst geuit in een IPO-stafvergadering op 21 december 1951 in Amsterdam. Zij kwam voort uit het onderzoek naar de rol van hormonen in de diapauze van de coloradokever.

Het zag er naar uit dat de winterrust bij deze kever door afwezigheid van een bepaald hormoon, het corpus allatum-hormoon, werd veroorzaakt. En wat lag meer voor de hand dan te veronderstellen, dat men de winterrust zou kunnen verbreken door het hormoon op de een of andere wijze aan het dier toe te dienen. In die tijd was de coloradokever een bedreiging voor de Nederlandse aardappelteelt. Vastgesteld was dat de meeste kevers omstreeks augustus al in winterrust gaan. Zou men nu deze rust kunnen verbreken, dan zouden de kevers actief worden op een moment, waarop er geen aardappelloof meer te velde aanwezig was, en zou een enorme sterfte het gevolg zijn.

Later, in 1956, toonde Williams aan dat in de achterlijven van sommige zijdevlinders grote hoeveelheden van dit corpus allatum-hormoon aanwezig zijn. Dit hormoon, later juveniel hormoon genoemd, bleek de cuticula van insektenpoppen te kunnen doordringen na uitwendige toediening en Williams suggereerde toen het mogelijke gebruik als contact-insekticide.

Inmiddels hadden Butenandt en Karlson in 1954 een tweede belangrijk insektenhormoon kristallijn uit zijderupspoppen geïsoleerd: het vervellingshormoon, door hen ecdyson genoemd. Aanvankelijk verkregen zij uit ruim een ton poppen een hoeveelheid van 25 milligram, hetgeen niet toereikend was voor de bepaling van de chemische structuur.

Men kon nu met beide hormonen onder bepaalde omstandigheden effecten teweeg brengen die uiteindelijk de dood tengevolge hebben omdat zij hetzij irreversibele veranderingen in het uitwendige skelet veroorzaken, hetzij de synchronisatie van het dier met zijn omgeving verstoren.

Toediening van juveniel hormoon aan vlinderpoppen was bijvoorbeeld in staat de ontwikkeling tot volwassen insekt te blokkeren. In plaats van een vlinder werd een tweede pop gevormd, hetgeen de dood betekent. Larven van wantsen, met dit hormoon behandeld, werden na extra vervellingen reuzenlarven of tussenvormen tussen larven en volwassen dier en kwamen zo niet tot voortplanting.

Met ecdyson kon men bij vlinderpoppen de winterrust op elk moment verbreken, helaas voorlopig alleen nog bij injectie. Nader onderzoek leerde dat in Crustaceae een variant van het ecdyson van insekten, namelijk het β-ecdyson werkzaam was. Later bleek deze stof ook bij insekten zij het in geringere hoeveelheden dan ecdyson een rol te spelen. Het wordt nu ecdysteron of 20-hydroxyecdyson genoemd.

Hormonale insekticiden

Toen in 1958 de Werkgroep Harmonische Bestrijding van Plagen werd opgericht, waren bovengenoemde feiten het uitgangspunt. Behalve het Laboratorium voor Entomologie van de Landbouwhogeschool interesseerde het Biologisch Laboratorium van Philips-Duphar te 's-Graveland zich voor de toepassing van insektenhormonen in de landbouw, waarbij ook de door Amerikaanse onderzoekers geopperde gedachte dat een insekt tegen zijn eigen hormonen nooit resistentie zou kunnen ontwikkelen, een belangrijke rol speelde. Nu valt te betwisten of deze stelling houdbaar zal zijn omdat resistentie tegen insekticiden bij insekten op een groot aantal verschillende mechanismen kan berusten; in het verslag van de betreffende sectie wordt hierop nader ingegaan. Duidelijk is wel dat enkele typen van resistentie zoals gedragsresistentie en de eventuele toename van de ondoordringbaarheid van cuticula en zenuwmembranen ook ten opzichte van hormonen zouden kunnen ontstaan. Toch blijft het feit bestaan dat fysiologische resistentie de belangrijkste vorm van resistentie is en het valt inderdaad niet gemakkelijk in te zien hoe een insekt ongevoelig kan worden voor de eigen hormonen, dan wel abnormale hoeveelheden

hiervan zou kunnen afbreken zonder de natuurlijke hormoonwerkingen afbreuk te doen.

Naast deze, uit een oogpunt van toepassing aantrekkelijke overwegingen, stonden enkele nadelen: insektenhormonen zijn niet zeer selectief. Zij zijn werkzaam in insekten van de meeste orden en kunnen dus hun eventuele ongunstige werkingen uitoefenen op vriend en vijand tegelijk, dus op schadelijke zowel als nuttige soorten zoals bloembestuivers, parasieten en roofvijanden. Verder bleek al spoedig dat hormonen bij verschillende typen van veelvormigheid van insekten zoals de kasten van termieten, de fasen van sprinkhanen en de morfen van bladluizen een belangrijke rol spelen.

Er volgde nu een periode van levendige onderzoekactiviteit, die in de discussies van de sectie zijn weerslag vond. Het onderzoek bewoog zich al spoedig op het terrein van de biosynthese van de hormonen, hun werking op het niveau van de cellen en de celprocessen, hun werking ten aanzien van ecologisch belangrijke reacties als diapause, voortplanting, fasevorming en de betrekkingen tussen parasiet en gastheer. De centrale rol van het juveniel hormoon in de diapauze en de voortplanting van de coloradokever werd al spoedig bevestigd. Histologisch onderzoek gaf inzicht in de betekenis van speciale cellen in de hersenen bij het regelen van het endocriene systeem dat ook de seizoensactiviteiten van de coloradokever bepaalt (fig. 1). Uit weer ander onderzoek kwam naar voren dat de hormonen van de vlinder *Bupalus piniarius* wel degelijk een invloed moesten hebben op de ontwikkeling van de parasietvlieg *Eucarcelia rutilla* met het gevolg dat deze gelijktijdig verschijnt met zijn gastheer (5) [1].

Later werd ook de groei en de metamorfose in het onderzoek betrokken omdat gedurende de gehele larvale ontwikkeling de hormonen hierop een allesbeheersende werking hebben. Het karakter van de insektenontwikkeling brengt mee dat verstoringen van het groeipatroon door abnormale hormoontoedieningen leiden tot niet omkeerbare en dus dodelijke afwijkingen in het uitwendige skelet. Het werd bovendien belangrijk geacht om de rol van deze hormonen in de normale ontwikkeling te leren kennen. Speciale aandacht werd hierbij geschonken aan de zgn. programmafixatie van de larvale ontwikkeling, waarbij meestal een zeer bepaald aantal stadia met ieder een eigen mate van differentiatie wordt waargenomen.

---

[1] Literatuurverwijzing naar p. 130

Fig. 1 In de kop van de coloradokever ziet men achter de hersenen de gepaarde endocriene klieren die diapauze en voortplanting regelen.

Het laboratorium van Philips-Duphar hield zich vooral bezig met de nabootsing van de werking van het juveniel hormoon door verschillende zgn. mimetica. Uitgaande van de veteigenschappen van het natuurlijke hormoon (toen nog niet geïdentificeerd) werden systematisch reeksen lipiden op hun eventuele werking onderzocht. Voor de toetsing werd gebruik gemaakt van poppen van coloradokevers, waarbij de metamorfose tot volwassen dier door juveniel hormoon kan worden vestoord. Op deze wijze werd de werkzaamheid van squaleen en vervolgens ook van farnesol vastgesteld.

Intussen werd ook in Duitsland door Schmialek de juveniel-hormoonwerking van farnesol en een aantal derivaten vastgesteld. De publikatie hiervan vond plaats juist vóór het 's-Gravelandse onderzoek zo ver gevorderd was dat octrooiering gerechtvaardigd was. Naderhand is gebleken dat zowel farnesol als de destijds bekende derivaten nog vele orden van grootte minder werkzaam moesten zijn dan het natuurlijke hormoon.

Werkingsmechanisme

Ook wat het werkingsmechanisme van de hormonen betreft bewoog het onderzoek binnen de sectie zich al spoedig in de voorste linie. Als uitgangspunt nam men het effect van het corpus allatumhormoon op de stofwisseling van de volwassen coloradokever. Onderzocht werd vooral het effect op verschillende enzymsystemen, die aanwezig zijn in de mitochondriën en in het bijzonder de zogenaamde sarcosomen, de reuzen mitochondriën van de vliegspieren. Aanvankelijk leek het alsof toevoeging van juveniel-hormoonpreparaten de ademhaling van deze celpartikels stimuleerde (9, 13, 14). Een direct effect op de enzymen van de ademhalingsketen leek daardoor in het vooruitzicht (10). Door een nieuwe vondst bleek de zaak echter gecompliceerder te zijn. Vastgesteld werd dat het hormoon bij de coloradokever de structuur van de vliegspieren onderhoudt. Wordt de klier die het hormoon produceert (het corpus allatum) inactief gemaakt of verwijderd, dan degenereren de vliegspieren en mét hen de mitochondriën die aansprakelijk zijn voor het leeuwenaandeel van de ademhaling van de totale kever (11, 12).

Voortgezet onderzoek toonde aan dat de ademhalingsfermenten die in de sarcosomen zetelen, bij degeneratie van de vliegspieren als gevolg van verwijdering van het corpus allatum, inderdaad snel verdwijnen en de overige ademhalingsfermenten meer geleidelijk.

Ook vond men dat er toch een directe werking van het hormoon op de activiteit van intacte mitochondriën is (9, 3). Deze heeft echter betrekking op de kringloop van de energieke fosforzure esters waarbij deze celpartikels eveneens een rol spelen.

In hoofdzaak ging de interesse echter uit naar het effect van het juveniel hormoon op de synthese van bouwstoffen in de levende cel. Hierbij werd vooral gedacht aan de eiwitten die in de eerste plaats een rol spelen in de structurele opbouw van de celmembranen. Het onderzoek werd uitgevoerd met de Afrikaanse treksprinkhaan *(Locusta migratoria migratorioides)*. Uit het werk van verschillende onderzoekers was reeds gebleken dat het juveniel hormoon bij volwassen insekten noodzakelijk is voor de rijping van eieren in het ovarium (eierstok). Nu werd het waarschijnlijk dat het juveniel hormoon de vorming van bepaalde dooiereiwitten in het zgn. vetlichaam teweeg brengt, welke eiwitten vervolgens via de bloedbaan naar de eierstok worden vervoerd (2, 3).

Tot zover het onderzoek over de werking van het juveniel hormoon op volwassen insekten. Het werd uit dit onderzoek dus duidelijk dat dit hormoon naar alle waarschijnlijkheid een functie heeft in de synthese van enkele zeer bepaalde eiwitten en dat er waarschijnlijk sprake is van een specifiek werkende stof.

De juistheid van deze hypothese kon pas worden nagegaan na opheldering van de chemische structuur van het juveniel hormoon.

Pogingen hiertoe werden ondernomen door onderzoekers van het Organisch Chemisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Utrecht die in 1964 tot de werkgroep toetraden. Later bleek dat dit werk ook elders al ver gevorderd was. De bij de zuivering van het hormoon noodzakelijke kwantitatieve toetsingen werden in het Laboratorium voor Entomologie van de Landbouwhogeschool uitgevoerd door middel van een aan de plaatselijke omstandigheden aangepaste toetsmethode met behulp van poppen van de wasmot *Galleria mellonella*. Het uitgangsmateriaal, volwassen manlijke vlinders van *Hyalophora cecropia* en *Philosamia cynthia*, werd ook op grote schaal en vaak met aanzienlijke moeilijkheden in dit laboratorium gekweekt. Het chemische werk bevestigde de hittebestendigheid en de onverzeepbaarheid van het hormoon, maar de gevonden wateroplosbaarheid bleek groter te zijn dan werd verwacht. U.V. bestraling van ruwe hormoonextracten in metanolische oplossing gaf een nog niet verklaarde activiteitentoename te zien. Tot een volkomen zuivering van het actieve bestanddeel kwam het niet.

Structuur en winning

De structuurbepaling van het ecdyson werd voltooid in het jaar 1965, hetgeen de verdere studie van vervellingshormonen een geweldige stimulans heeft gegeven. Door het feit dat dit hormoon een steroid bleek te zijn werd bovendien aansluiting gevonden bij de reeds sterk ontwikkelde wetenschap die zich met deze groep van hormonen bij vertebraten bezig houdt.

In 1967 maakten Röller c.s. in Madison USA de chemische structuur van het uit Cecropia verkregen juveniel hormoon bekend; het is een uitermate werkzame stof, waarvan reeds een dosis van 0,000.000.005 milligram per dier een positief resultaat in de Galleria toets kan opleveren! De structuur vertoonde grote verwantschap met de reeds bekende farnesol-derivaten. Deze verbindingen zijn meestal

esters van sesquiterpenen, stoffen die bij hogere dieren en bij de mens niet als hormonen worden aangetroffen en die daarin over het algemeen geen sterke fysiologische werking hebben.

Van het vervellingshormoon ecdyson is eveneens een specifiek effect op de vorming van bepaalde insekteneiwitten aangetoond. Voor beide hormonen geldt ook nu nog dat de werkingswijze ten aanzien van ontwikkelingsfysiologische processen nog lang niet volledig is opgehelderd, al zijn er uiteraard vele hypothesen.

Het was nu zaak om voldoende hoeveelheden van de beide insektenhormonen en hun eventuele mimetica voor het onderzoek beschikbaar te krijgen om zo mogelijk hiermee ook veldproeven op kleine schaal te kunnen beginnen. De synthese van beide hormonen in het laboratorium bleek echter uiterst moeizaam en kostbaar zodat het vinden van enkele rijke natuurlijke bronnen van hormonen en mimetica zeer welkom was.

Fig. 2 Snoert men bij vliegenmaden met behulp van een rubbermembraam de voorste segmenten op een vroeg gekozen moment af, dan wordt het vervellingshormoon alleen in het kopgedeelte vrijgemaakt en blijft het achterdeel een 'permanente larve' (0). Spuit men in toenemende hoeveelheden ecdysteron in (35-100), dan krijgt men in toenemende mate verpopping in het achterdeel te zien. Op grond hiervan kan men het ecdysteron-gehalte van preparaten toetsen.

Na een publikatie van K. Nakanishi in 1966 waarin de isolering van vervellingshormoon uit de conifeer *Podocarpus nakai* wordt beschreven, werd aanvankelijk door de N.V. Organon te Oss getracht materiaal van deze of verwante soorten te verkrijgen. Dit had weinig resultaat. Het in de handel verkrijgbare 'Podohout' bleek niet rijk aan dit hormoon dat zich voornamelijk in de groene delen bevindt. Verder zoekend in phylogenetisch verwante geslachten waarvan gemakkelijker materiaal te verkrijgen was werd tenslotte in een gezamenlijk project van Organon en het Laboratorium voor Entomologie te Wageningen een aanzienlijke activiteit gevonden in blad van de alom aanwezige *Taxus baccata* (1, 7). Dit onderzoek op grote schaal werd mede mogelijk gemaakt door een ingrijpende verbetering van de klassieke snoeringsmethodiek voor vliegenlarven nodig voor de bioassay van vervellingshormonen (fig. 2).

Bij Organon werd een charge van 120 kg vers Taxusblad opgewerkt via methanolextractie en diverse passages van chromatografiekolommen tot 10 gram zuiver ecdysteron en een geringere hoeveelheid ponasteron A, een veel minder goed in water oplosbaar steroid met vervellingshormoonactiviteit. Ecdyson werd in *Taxus* niet gevonden, het werd later wel door andere onderzoekers in varens gevonden, tezamen met een aantal andere varianten van de uit insekten geïsoleerde vervellingshormonen met vrijwel overeenkomstige activiteit.

De invloed op plantenetende insekten

Met het beschikbaar komen van hoeveelheden zuiver vervellingshormoon werden nieuwe lijnen van onderzoek mogelijk, met name injectie en toediening met het voedsel of drinkwater. Penetratie door een intacte insektencuticula kon voor deze hormonen niet worden aangetoond, zoals te verwachten was voor een goed in water oplosbaar produkt. Niettemin is vrij recent aangetoond dat bepaalde stoffen zoals undecyleenzuur deze penetratie kunnen bevorderen. Gezocht werd naar een eventueel effect van opname met het voedsel van bladetende insekten in vergelijking met de effecten verkregen door injectie. Deze wijze van toediening bleek vrijwel zonder effect te blijven. Nader onderzoek van enkele insekten die zich met blad van *Taxus* kunnen voeden zoals de lapsnuittor *Othiorrhynchus sulcatus* en de bladroller *Batodes angustorianum* toonde aan dat de vervellingshormoonactiviteit onveranderd in de excrementen wordt

teruggevonden.

Toediening per injectie in larven van allerlei families geeft, afhankelijk van het tijdstip van toediening een vertraging dan wel een versnelling van de volgende vervelling. Hoge doses (meer dan ca. 10 μgram per dier) verstoren de vervelling meestal zodanig dat de dood er op volgt. Deze proeven hebben geleid tot meer inzicht in het mechanisme dat de larvale ontwikkeling in een aantal stadia programmeert. Zo heeft een vervroegde vervelling meestal het inlassen van een extra vervelling ten gevolge, terwijl een sterke vertraging kan leiden tot het overslaan van een stadium in overeenstemming met vroegere resultaten van implantaties van prothoracale klieren bij sprinkhanen (6). De eerder waargenomen invloed van corpus allatum transplantaties op de ontwikkeling bleek geheel verklaard te kunnen worden als een indirect effect, namelijk door stimulering van de prothoracale klier door de implantaten.

Anders dan bij de bladetende insekten bleek dat de larven van katoenwantsen *(Dysdercus völkeri)* die naast droge zaden zuiver water tot zich namen sterk gehinderd worden door in dit water opgeloste vervellingshormonen. Concentraties hoger dan 100 dpm waren zonder meer toxisch en werden slecht geaccepteerd. Concentraties tussen 1 en 100 dpm werden even slecht geaccepteerd als de hogere concentraties maar waren vrijwel niet toxisch. Zelfs een concentratie van 1 dpm bleek nog afwerend te werken bij gelijktijdige aanbieding van zuiver water (8).

Het sterolmetabolisme van insekten werd door enkele leden van de werkgroep, verbonden aan het Centraal Laboratorium TNO te Delft uitvoerig onderzocht (4). Uitgangspunten hierbij waren het onvermogen van insekten om zelf steroiden te synthetiseren en het steroidkarakter van het vervellingshormoon. Alle steroiden die het insekt nodig heeft moeten dus worden verkregen door opname en eventuele modificatie van steroiden uit het voedsel.

Uit Duits onderzoek was reeds bekend geworden dat ecdyson in het insekt uitsluitend uit cholesterol wordt gevormd, een dierlijk sterol dat naar men tot voor kort aannam in planten niet voorkomt. Fytofage insekten moeten dus plantaardige sterolen zoals β-sitosterol ombouwen tot cholesterol, waarbij de specifieke aethyl-zijketen van deze plantensterolen moet worden afgesplitst. Dit was aanleiding om te gaan zoeken naar specifieke enzymen die deze afsplitsing reguleren, een remming hiervan zou een selectief bestrijdingsmiddel van plan-

tenetende insekten kunnen worden. Hierbij moet aangetekend worden dat wel reeds stoffen bekend zijn die het cholesterolmetabolisme beinvloeden, maar deze zijn ook giftig voor andere dieren en de mens (bijv. 'triparanol').

Het zoeken naar steroidhormonen van gewervelde dieren in kakkerlakken en de meeltor *Tribolium confusum*, leverde tot dusverre niet het resultaat op dat daarvan op grond van literatuurgegevens had mogen worden verwacht. Bij de studie van het steroidmetabolisme werd veel gebruik gemaakt van radioactief gemerkte steroiden. Zo werd in samenwerking met de Isotopenafdeling van het Centraal Laboratorium voor het eerst radioactief gemerkt β-sitosterol (3-^{14}C) bereid. De biologische afbraak en omzetting van dit produkt wordt thans nog bestudeerd. Enkele van de resultaten konden reeds worden verwerkt in een uitgebreid overzichtsartikel (4).

Mimetische stoffen als bestrijdingsmiddel

Het onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van het juveniel hormoon in de insektenbestrijding werd in niet geringe mate gestimuleerd door de ontdekking en de synthese van een reeks zogenaamde mimetische stoffen, d.w.z. stoffen die hetzelfde effect hebben als het hormoon zelf ofschoon zij hieraan niet geheel identiek zijn. Eerder werd reeds het farnesol genoemd met een reeks hiervan afgeleide verbindingen met dezelfde werking. Vervolgens kwam de 'papierfactor' op het toneel, een ester van todomatuinezuur die in verschillende soorten Amerikaans krantenpapier voorkomt en die afkomstig bleek te zijn uit het hout van *Abies balsamea*. Ook Nederlands krantenpapier bleek deze activiteit in sterke mate te bezitten. De papierfactor is een specifiek juveniel hormoonmimeticum voor een enkele wantsenfamilie, reeds 1/1000 van een μ gram kan op de metamorfose verstorend werken, terwijl andere wantsen totaal ongevoelig zijn. Tot de gevoelige groep behoort het geslacht *Dysdercus* met vele voor de katoencultuur schadelijke soorten in de tropen.

Een nieuwe ontwikkeling werd ingeluid door Williams & Law in 1965, die een mimeticum van het juveniel hormoon bereidden door zoutzuurgas door een ethanolische oplossing van farneseenzuur te leiden. Door onderzoekers van het Organisch Chemisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Utrecht en het Laboratorium voor Insekticidenonderzoek te Wageningen werden pogingen ondernomen deze

'synthese' uit te voeren aan de hand van de summiere literatuurgegevens. Dit bleek zeer moeilijk en voortgang werd pas geboekt toen na een uitgebreide literatuurstudie een betere elegante bereiding van farnesal uit farnesol ontwikkeld werd, waaruit vervolgens het farneseenzuur verkregen kon worden. Chlorering van dit materiaal leverde een iets gekleurde olie waarvan Staal de activiteit kon bevestigen, zij het ook dat deze nog een fractie lager was dan de originele Williams/Law factor. Het reactiemengsel bevat overigens tenminste enkele tientallen verschillende componenten (gechloreerde én niet-gechloreerde), waarvan aethylfarnesoaat dihydrochloride waarschijnlijk de belangrijkste is. Aan de samengesteldheid dankt het mengsel waarschijnlijk de zeer universele werkzaamheid, omdat enkele afzonderlijk onderzochte componenten nogal specifiek voor enkele insektenfamilies bleken te zijn. De chlorering vertraagt waarschijnlijk de biologische afbraak, een aspect dat van praktische waarde kan zijn bij vergelijking met natuurlijk juveniel hormoon waarvan de halfwaardetijd in het organisme op ten hoogste enkele uren gesteld moet worden.

Ook kwam nog een juveniel hormoonanalogon bereid door Dr. W. Bowers te Beltsville, USA in ons bezit, de methylester van 10,11-epoxy farneseenzuur. In het bijzonder met deze stof kon worden vastgesteld dat de vroeger opgestelde hypothese dat de imaginale diapauze met juveniel hormoon kan worden verbroken, inderdaad opgaat. Bij vier verschillende schadelijke keversoorten, waaronder de coloradokever, werden diapauzekevers uitwendig behandeld met het

Fig. 3 Verstoring van de embryonale ontwikkeling van de sprinkhaan Locusta migratoria *door juveniel hormoon, uitwendig toegediend.*

A. Normaal volgroeid embryo. B. Misvormd embryo na behandeling van het ei met Cecropia-*extract. De achterpoten en andere extremiteiten zijn niet uitgegroeid. Een dergelijk embryo komt niet uit het ei maar kan in deze toestand nog geruime tijd blijven leven.*

produkt waarna de diapauze werd verbroken en reproduktie optrad.

Bij het werken met gezuiverde hormonen en mimetica werd terloops ontdekt dat ook de embryonale ontwikkeling van insekten zeer gevoelig is voor een uitwendig opgebrachte dosis juveniel hormoon. Dit werd door Staal en de Wijs verder uitgewerkt voor de sprinkhaan *Locusta migratoria migratorioides* en verschillende wantsensoorten en zijdevlinders (fig. 3).

Indien de toediening vroegtijdig plaats vindt, d.w.z. gedurende de eerste twee dagen van de ei-ontwikkeling, is het effect spektaculair en de mortaliteit volledig. De ontdekking van dit universele principe kan van groot praktisch belang worden.

Voorlopige balans van de hormonale bestrijding

Tenslotte resumeren wij hier dan nog de voornaamste eigenschappen van de als hormoon werkzame stoffen die voor de bestrijding van insektenplagen van belang zouden kunnen worden.

1 De giftigheid van deze hormonen ten aanzien van gewervelde dieren is afwezig of zeer gering, vergeleken met de klassieke insekticiden.

2 Het insekt kan waarschijnlijk zeer moeilijk een fysiologische resistentie tegen zijn eigen hormonen opbouwen, andere vormen van resistentie zijn echter denkbaar.

3 In het bijzonder de juveniel hormoonpreparaten blijken zeer gemakkelijk door de insektenhuid te dringen, zodat een binnendringen in alle mogelijke levensstadia en in insekten van zeer verschillende levenswijze verzekerd lijkt.

4 Verschillende ontwikkelingsprocessen zijn gevoelig voor de hormonen, andere fasen daarentegen zijn niet gevoelig. Het is nog te vroeg om hieruit een voordeel dan wel een nadeel voor praktische toepassing af te leiden. Het is niet ondenkbaar dat 'anti-hormonen' kunnen worden ontwikkeld die juist die levensstadia zouden kunnen aangrijpen die nu nog buiten schot lijken te moeten blijven.

5 Een nadeel lijkt het ontbreken van een snelle werking van de stof, temeer omdat een herhaling van de behandeling bij gebleken mislukking van de behandeling meestal zinloos zal zijn.

6 De beschikbare gegevens wijzen er op dat zowel universele als meer of minder specifieke hormoonpreparaten tot ontwikkeling kunnen komen, hetgeen een goede aanpassing van het middel aan de

plaag in kwestie in verband met de speciale ecologische omstandigheden mogelijk maakt.

Uit het bovenstaande blijkt dat de voordelen van de hormonale bestrijding vrijwel zeker tegen de nadelen zullen opwegen.

Het lijkt zeer waarschijnlijk dat de praktische toepassing van insektenhormonen nu in het zicht komt zodra de industrie grotere hoeveelheden kan produceren en chemische modificaties ter beschikking komen die de mogelijkheden nog zullen vergroten. Het is een verheugende ontwikkeling dat verschillende industrieën dit werk thans ter hand hebben genomen.

Feromonen

Nog slechts enkele jaren geleden is in het kader van onze sectie het onderzoek naar het gebruik van sexuele attractiestoffen in de insektenbestrijding ter hand genomen. Het wordt aan het Laboratorium voor Insekticidenonderzoek te Wageningen uitgevoerd. Het betreft hier in hoofdzaak stoffen die door vrouwelijke insekten worden geproduceerd en die de functie hebben het vinden van de partner bij de voortplanting te bevorderen. Het was reeds lang gebleken dat het hier gaat om specifieke stoffen, waarvan uiterst geringe hoeveelheden uitsluitend de eigen soort aanlokken. Onderzoek heeft uitgewezen dat reeds één of enkele moleculen die in aanraking komen met de antennen van het mannetje, het dier tot grotere activiteit en specifiek zoekgedrag kunnen aanzetten. Een sterkere werking van een stof op een biologisch systeem is wel nauwelijks denkbaar. Een zoekgedrag bestaat in de regel hierin dat de mannetjes 'tegen de wind in' gaan vliegen, waardoor de wijfjes op zeer grote afstand kunnen worden opgespoord. Men heeft berekend dat het feromoon van een vrouwelijke kakkerlak op de mannetjes een werking uitoefent, waarvan de prikkelenergie op 10^{-11} erg kan worden gesteld. Bij een reactie-energie van 10^{4} erg kunnen we nu dus berekenen dat het effect van het feromoon in het insektenlichaam met een factor 10^{15} wordt versterkt!

Het ligt voor de hand dat men met dergelijke stoffen uitgebreide vangacties op touw zou kunnen zetten, en met dit doel voor ogen heeft men inderdaad van een aantal insektensoorten het feromoon geïsoleerd en geïdentificeerd. Hierbij hebben vooral moderne gaschromatografische technieken een belangrijke rol gespeeld. In de USA heeft men zo het 'gyplure', een krachtig werkend sex-attractant

van de plakker *(Porthetria dispar)* in handen gekregen. De verspreiding van dit insekt vanuit het N.W. van Amerika naar het Zuiden heeft men weten te voorkomen door in een bepaalde zône duizenden sex-vallen op te hangen. Deze vallen vormden een voortreffelijk waarschuwingssysteem en gaven een goed inzicht in het populatieniveau van de vlinders. Indien dit niveau nu te hoog werd, kon plaatselijk een bestrijding worden uitgevoerd met conventionele middelen.

Minks heeft nu dit onderwerp ter hand genomen bij de vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana)*. Hij heeft reeds snel in het veld kunnen vaststellen dat ook bij dit insekt, dat in de schemering vliegt, de wijfjes een krachtig werkend feromoon produceren dat de mannetjes aanlokt zodat een verder werken in deze richting de moeite zeker waard zal zijn. Door onderzoek van Ankersmit was reeds eerder de mogelijkheid om deze bladroller in het laboratorium op grote schaal te kweken op een kunstmatige voedingsbodem onderzocht met positief resultaat. Gehoopt mag worden dat dit de benodigde grote hoeveelheid vlindermateriaal zal opleveren die de basis moet vormen voor de isolatie en identificatie van het feromoon.

Resistentie tegen insekticiden

DR. F. J. OPPENOORTH

Resistentie-ontwikkeling tegen insekticiden heeft de landbouw in Nederland, evenals overal elders, voor moeilijkheden geplaatst, en vormt een bedreiging met meer moeilijkheden in de toekomst. Als gevolg van het uitselecteren van individuen met verminderde gevoeligheid voor de vergiften zijn vooral bij enkele soorten van mijten en vliegen, nl. de kasspintmijt, de fruitspintmijt en de kool-, uie-, bone- en wortelvlieg, bestrijdingsmoeilijkheden ontstaan. Bij het spint bestaat reeds resistentie tegen een groot aantal middelen (zie tabel 1), bij de genoemde vliegensoorten nog alleen tegen aldrin, dieldrin en verwante verbindingen. De bestrijding van deze plagen kan worden voortgezet met andere insekticiden, wat echter gepaard gaat met hogere kosten. Bovendien bestaat er een grote kans dat ook deze door resistentie-ontwikkeling zullen worden uitgeschakeld. Tot dusver is de chemische industrie echter nog steeds een stap voorgebleven.

De sectie 'Resistentie' van de Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO heeft in haar 10-jarig bestaan het doel nagestreefd tot een beter inzicht te komen in de factoren die de resistentie-ont-

Tabel 1 Resistentie-ontwikkeling van de kasspintmijt in de rozenteelt in Aalsmeer. (Resistentie tegen middelen die geen algemene toepassing hebben gevonden is hier niet vermeld).

Middel	Algemene toepassing sinds	Resistentie sinds	Cross-resistentie
Parathion	1949/50	1950/51	diverse OP-middelen
Demeton	± 1954	1955/56	alle OP-middelen
Chloorbenzilaat	1955/56	1960	chloorpropylaat, dicofol
Tetradifon	± 1956	± 1960	tetrasul, CPAS
Pentac	1965/66	—	—

wikkeling bepalen, en heeft hierbij vooral een coördinerende taak vervuld. Naast het voortzetten van reeds bestaand onderzoek over de huisvlieg is vooral aandacht besteed aan de voor Nederland zo belangrijke resistentie van het kasspint. Eén van zijn taken is hierbij geweest een nauw contact tot stand te brengen tussen het meer fundamentele werk en het praktijkonderzoek waarbij de beste bestrijding van de plaag voorop staat. In het onderstaande zullen enige resultaten van het resistentie-onderzoek worden vermeld met de bedoeling naar voren te brengen wat hun betekenis tot dusver is, en wat van verder onderzoek kan worden verwacht.

Reeds voordat resistentie in de Nederlandse landbouw van zich deed spreken was onder leiding van Dr. D. Dresden in 1950 een begin gemaakt met de studie van de genetische en biochemische achtergrond van de resistentie. Hierbij werd voornamelijk gewerkt met de huisvlieg, die ook in Nederland snel resistentie ontwikkelde tegen talrijke verbindingen, maar die geen plaag van grote betekenis vormt. Dit insekt is echter een zo geschikt proefdier, dat het nog steeds een aangewezen object vormt voor de bestudering van talloze vragen in de insekten-farmacologie. Enkele hoofdzaken op genetisch en biochemisch gebied zijn de volgende:

De genetische basis van vele vormen van resistentie is betrekkelijk eenvoudig, één of enkele genen zijn verantwoordelijk voor de resistentie van stammen die in de praktijk ontstaan zijn. Daarmee hangt samen dat resistente stammen dikwijls een duidelijk patroon vertonen van giffen waartegen resistentie bestaat, het zgn. cross-resistance patroon, dat karakteristiek is voor een bepaald resistentiemechanisme. Wanneer echter in het laboratorium wordt geselecteerd wordt dikwijls geen noemenswaardige resistentie verkregen, of resistentie van een ander type. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de afwezigheid van belangrijke resistentie-genen in een groep van beperkte omvang, anderzijds doordat natuurlijke selectie onder laboratorium-omstandigheden een veel kleinere rol speelt. Voor biochemisch onderzoek is het van belang de genetische basis eerst te leren kennen en stammen te maken die voor het onderzoek geschikt zijn. Dit komt hierop neer dat een resistentie-gen in een gevoelige stam wordt ingekruist, zodat de stammen met en zonder dit gen vergeleken kunnen worden (4) [1].

De oorzaak van de resistentie, d.w.z. het verschil dat bestaat tus-

[1] Literatuurverwijzing naar p. 131

sen de gevoelige en de resistente dieren, kan van verschillende aard zijn. De volgende mogelijkheden kunnen worden onderscheiden:

1 Verschillen in gedrag van het dier, waardoor minder insekticide wordt opgenomen (bijv. verschil in rustplaats, activiteit of voedingsgewoonte).

2 Verschillen die leiden tot een geringere concentratie van het insekticide op de plaats waar het zijn dodelijke werking heeft, bijv. door

a veranderingen in huid of darm, waardoor minder wordt *opgenomen,*

b verhoogde *uitscheiding,*

c *ophoping* op plaatsen waar het vergif relatief onschadelijk is,

d *verhoogde detoxicatie* (afbraak van het insekticide),

e vermindering van reakties, waarbij uit het insekticide een vergiftige stof moet worden gemaakt, dus *verminderde 'toxicatie'.*

3 Verschillen die de werking zelf van het vergif verminderen, bijv. verminderde gevoeligheid op de plaats van werking of verminderd belang van de plaats van werking, doordat een ander fysiologisch proces de taak van het vergiftigde proces overneemt.

Resistentie bij de huisvlieg

Bij de huisvlieg berust de resistentie dikwijls op verhoogde detoxicatie (2 d). Zo bleek resistentie tegen organische fosfaten te worden veroorzaakt door de vorming van detoxicatie-enzymen, die deze insekticiden langzaam ontgiften. Deze enzymen zijn niet geheel nieuwvormingen, maar zijn modificaties van een enzym dat in gevoelige vliegen voorkomt. Het enzym in gevoelige vliegen (aliesterase a) is als het ware voorbestemd om tot het detoxicatie-enzym te worden omgebouwd: het reageert snel met het gif en splitst één gif molucule, maar blijft daarna geremd door de fosforylgroep van het gif. In de plaats van het gen uit gevoelige dieren dat de structuur van dit enzym bepaalt treedt bij de resistenten een mutant op die een veranderd enzym maakt waarbij de fosforylgroep het enzym verlaat zodat het enzym weer vrij is. Deze ombouw tot detoxicatie-enzym gaat gepaard met het verlies van een groot deel van de esterase activiteit. In verschillende stammen komen verschillende mutanten voor die variaties kunnen maken die het 'moeder enzym' vervangen: dit maakt aanpassing aan bepaalde groepen van organische fosfaten mogelijk (1, 5).

Naast deze groep van detoxicatie-enzymen, die de vergiften hydroly-

seren, komen er andere voor die ze oxyderen. Hierbij zijn mechanismen met een zeer geringe specificiteit, die bijv. zowel organische fosfaten en carbamaten als DDT onschadelijk kunnen maken. Weer een ander mechanisme splitst HCl af uit DDT, en is in zijn werking specifieker, nl. beperkt tot verwanten van DDT waar deze omzetting mogelijk is. Het zal duidelijk zijn dat de kennis van wat op dit gebied mogelijk is mede bepaalt met wat voor chemische eigenschappen de vergiften moeten zijn toegerust om ze zoveel mogelijk immuun te maken voor dergelijke detoxicatieprocessen.

Behalve de verschillende detoxicatiemogelijkheden zijn er vormen van resistentie bij de huisvlieg, die waarschijnlijk in groep 3 uit bovenstaand schema thuishoren, zoals dieldrin-resistentie en een bepaalde vorm van DDT-resistentie.

Aangezien deze uiteenzetting van de situatie bij de huisvlieg de indruk wekt dat de mogelijkheden praktisch onbegrensd zijn, is het wellicht goed erop te wijzen, dat de meeste insekten aanzienlijk beperkter schijnen te zijn in hun aanpassingsvermogen.

Resistentie bij spintmijten

Het onderzoek van de kasspintmijt *(Tetranychus urticae* Koch*)* ondervond oorspronkelijk grote moeilijkheden, aangezien het allerminst een geschikt proefdier is. De kweek kan alleen plaats vinden op planten, het dier is extreem klein (20 μg), er was van zijn genetica en biochemie zeer weinig bekend. Door een goede samenwerking van verschillende laboratoria (Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, Amsterdam, Laboratorium voor Insekticiden Onderzoek en Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen en Agrochemisch Laboratorium van Philips-Duphar, 's-Graveland) is het ondanks deze bezwaren gelukt tot goede resultaten te komen.

Ook bij de kasspintmijt berust resistentie veelal op één gen, dat de eigenschappen van een enzym bepaalt. Het gen voor resistentie tegen organische fosfaten verleent een uitzonderlijk hoge graad van resistentie (tot 1000 × voor sommige produkten) en een zeer sterke cross-resistentie. Dit laatste houdt in dat de resistentie zich uitstrekt tot een grote groep van verwante verbindingen. De oorzaak van de resistentie is in dit geval niet een verhoogde afbraak, zoals bij de huisvlieg, maar een verandering op de plaats waar het gif zijn werking uitoefent. Dit is, net als in andere dieren, het enzym cholinesterase,

en remming van dit enzym is fataal doordat de normale werking van het zenuwstelsel niet meer mogelijk is. In resistente stammen blijkt dit enzym zeer veel langzamer door de giffen te worden geremd dan in

Fig. 1 Toedienen van een gifoplossing aan een mijt. Een mijt, vastgezogen in een plastic slangetje, wordt in contact gebracht met een capillairtje in een glazen houder. De inhoud van het capillairtje (0.0005 mm³) wordt daarna uitgeblazen.

Fig. 2 Proefopstelling voor de kweek van spintmijten. In schaaltjes bevinden zich geïsoleerde bonebladeren op watten met een zoutoplossing. De mijten kunnen de bladeren niet verlaten.

gevoelige dieren, en dit verschil is verantwoordelijk voor de genoemde hoge resistentie (6).

Veel aandacht werd besteed aan de vraag, wat bepaalt of een insektesoort gemakkelijk resistentie ontwikkelt (de mijten en de huisvlieg zijn berucht) of dit nauwelijks doet (zoals thripsen, bladluizen, om enkele van de zeer individuenrijke groepen te noemen) (2). Vermoedelijk is de adaptabiliteit t.a.v. insekticiden een uiting van een meer algemene genetische aanpasbaarheid, die moet berusten op het handhaven van genetische variabiliteit binnen de soort. Het is nog niet duidelijk hoe de grootte van deze variabiliteit bepaald wordt en wat de genoemde soorten, de huisvlieg en de spintmijten, tot hun uitzonderlijke prestaties in staat stelt.

Bij mijten werd een uitvoerig onderzoek ondernomen om na te gaan of de mutatiefrequentie wellicht een uitzonderlijk hoge waarde heeft, zodat hieruit het gemak van resistentie-ontwikkeling verklaard zou kunnen worden. Bij *Tetranychus pacificus* werd voor een aantal genen een frequentie gevonden van rond 1 op 10.000, wat zeker hoog genoemd kan worden. Of dit echter betekent dat deze waarde ook voor andere genen hoog ligt is zeer de vraag (3).

Betekenis voor de praktijk

Het inzicht verkregen door het resistentie-onderzoek leidt niet tot een direct advies waardoor dit probleem in het vervolg tot het verleden behoort. Wel is het bruikbaar bij het beoordelen van de ernst van de situatie en het zoeken naar een oplossing. Uit het bovenstaande is wel gebleken dat resistentie zeker niet universeel is: talrijke soorten kunnen lange tijd zonder moeilijkheden met dezelfde middelen bestreden worden. Bij sommige soorten, waaronder de spintmijten, is echter een voortdurend zoeken naar nieuwe middelen geboden. Voor de chemici van de industrie is het daarbij van belang te weten waarin de resistente dieren van de gevoelige afwijken. In het geval van de huisvlieg, waar sprake is van verhoogde detoxicatie, zouden remmers die voor de ontwikkelde detoxicatiemechanismen onaantastbaar zijn, uitkomst bieden. In het geval van het kasspint met hun resistent cholinesterase, zijn stoffen nodig die het veranderde cholinesterase remmen, of middelen met een andere werking. Om anders dan door screenen, het lukraak proberen van nieuwe middelen, hierover iets te kunnen zeggen, is een gedetailleerde kennis nodig van

de eigenschappen van de enzymen in de resistente dieren. Een voorbeeld levert de organisch-fosfaatresistentie bij de huisvlieg. De detoxicatie-enzymen bleken hetzij di-methyl- of di-ethylverbindingen te kunnen afbreken, terwijl ze nog geremd werden door di-propylverbindingen. Indien de nood aan de man komt (er zijn op het ogenblik nog verschillende bruikbare fosfaten beschikbaar) zou het gebruik van propylverbindingen dus weer enige tijd uitkomst kunnen bieden. Bovendien kunnen dergelijke middelen, die de detoxicatie op hun beurt remmen, gebruikt worden in mengsels met andere insekticiden: ze werken dan als *synergisten*.

Een van de doeleinden van het verdere onderzoek van de spint-cholinesterasen, vooral van de vergelijking van het resistente met het normale, is een inzicht te verkrijgen in de factoren die de rembaarheid door verschillende stoffen bepalen. Het volgende voorbeeld kan een indruk geven van de wijze van werken bij dit onderzoek. Bij gevoelig en resistent spint-cholinesterase werd de remming bestudeerd van drie isomeren van hydroxyphenyl trimethylammonium. Hierbij bleek dat de meta-analoog, net als bij de sidderaal cholinesterase voor het gevoelige enzym een veel hogere affiniteit heeft dan de beide andere isomeren. Dit is echter niet zo bij het resistente enzym, de affiniteit is hier 10 × lager, terwijl die voor de andere isomeren vrijwel ongewijzigd is. Het is duidelijk dat de hydroxygroep in de meta positie een heel specifieke interactie aangaat met een groep in het gevoelige enzym, terwijl dit niet zo is in het resistente enzym. Bedoelde groep moet in het resistente enzym dus minder reactief zijn of een andere positie innemen. Dergelijke informatie kan van belang zijn bij het synthetiseren van nieuwe snelle remmers van het resistente enzym.

Er moet hier gewezen worden op het internationale karakter van het resistentieprobleem, en dus ook van het onderzoek. Sommige soorten die resistentie ontwikkelen zijn wijd verspreid over grote delen van de wereld, en het onderzoek is zo veelomvattend dat een samenwerking van laboratoria en industrieën in vele landen nodig is. Gelukkig zijn resultaten, verkregen bij één soort, dikwijls ook van belang voor andere soorten. Eén van de vele voorbeelden hiervan is de grote overeenkomst in resistentiemechanisme (een veranderd cholinesterase) bij kasspint en runderteek, beide organismen die schade van enorme omvang veroorzaken.

Samenvatting

Resistentie berust dikwijls op specifieke veranderingen van bepaalde enzymen in de resistente insekten. Hierdoor treden veranderingen op in de vergiftigings- of ontgiftigingsreacties. Een studie van de enzymveranderingen moet de gegevens leveren voor een aanpassing van de bestrijdingsmiddelen aan de veranderde situatie, hetzij door synthese van nieuwe middelen, hetzij door toepassing van synergisten die ontgifting kunnen blokkeren.

Een studie van verschillende genetische systemen en hun betekenis voor het aanpassingsvermogen aan chemische middelen is bovendien van belang in verband met de voorspelling van de kans op resistentieontwikkeling. Deze kans op zijn beurt bepaalt de urgentie van de ontwikkeling van andere bestrijdingsmethoden dan alleen de chemische.

De relatie tussen dier en voedselplant

DR. A. D. VOÛTE

De sectie 'Plant-Dier' onderzoekt de relaties tussen schadelijke insekten en mijten en hun voedselplanten. Tot dusver heeft de sectie zich alleen beziggehouden met de voedselrelatie tussen de plant en het dier. De andere relatie, het fungeren van de plant als blijvende of tijdelijke 'woonplaats' voor de vretende stadia van het dier, wordt misschien in een later stadium in het onderzoek betrokken.

Wil een schadelijk insekt zich op een bepaalde voedselplant kunnen handhaven en er eventueel periodiek tot een massale vermeerdering overgaan, dan is hiervoor vereist:

1 dat de plant geschikt is als woonplaats en als voedsel. Hij moet bewoonbaar zijn - d.w.z. de nodige beschutting, eventueel ook bescherming tegen vijanden geven - en als voedsel zodanige kwaliteit hebben dat de populatie in een goede conditie blijft. Dit houdt tevens in, dat zij geen gifstoffen mag bevatten die de ontwikkeling van het insekt tegenwerken.

2 dat de plant herkenbaar is wat betreft haar geschiktheid als woonplaats en als voedsel. Voor het onderzoek betekent dit, dat men dient te weten:

a waarmee het insekt zijn voedselplant waarneemt;

b waaraan het zijn voedselplant herkent, of wel als negatie hiervan:

c waardoor het van bepaalde planten wordt weggehouden (afweerwerking).

Hoewel het uiteindelijke doel van het onderzoek is, de rol te leren kennen die de voedselplant in het veld speelt bij het bevorderen of tegengaan van massale vermeerdering van schadelijke dieren, moet een groot deel van het onderzoek in het laboratorium plaatsvinden, daar de toestand in het veld veelal niet te ontrafelen is. Wel zal men de in het laboratorium gevonden gegevens steeds moeten vergelijken met hetgeen men in het veld waarneemt, ten einde op de hoogte te blijven of men nog 'in de pas' loopt. Doet men dit niet, dan bestaat

de kans dat men zich niet voldoende rekenschap geeft van de, altijd onnatuurlijke, omstandigheden in het laboratorium en dat men foutieve conclusies met betrekking tot het veld zal trekken.

Er zijn verschillende problemen in het laboratorium en in het veld onderzocht. Gestreefd wordt thans naar een nauwe coördinatie tussen deze op zichzelf zeer verschillende manieren van benadering van de problematiek.

De invloed van de voedselplant

Onderzoek in het veld De bosbouwliteratuur en die handelend over boomgaarden bevatten vele aanwijzingen voor de afhankelijkheid van het optreden als plaag van de toestand van de opstand. Het binnen de sectie verrichte onderzoek toonde inderdaad aan, dat de toestand van de voedselplant mede oorzaak kan zijn voor het optreden van een plaag. Zo vond men bij het onderzoek over de bastaardsatijnvlinder, de plakker en de ringelrups dat aan eenzelfde boom de bladeren van top, zuid- en noordzijde een verschillende voedingswaarde hebben (7) [1]. Hetzelfde kan worden gezegd van bladeren van verschillende exemplaren van eenzelfde boomsoort, zelfs wanneer zij in eenzelfde gebied voorkomen, en van de bladeren van verschillende boomsoorten die alle als voedselplant kunnen dienen.

De chemische samenstelling van de bladeren vertoont een overeenkomstige variabiliteit. Waardoor de voedingswaarde van de plant afhankelijk is van de chemische samenstelling is echter nog niet geheel duidelijk. Het onderzoek hieromtrent is nog gaande.

Het weer beïnvloedt niet slechts via de chemische samenstelling van het blad, maar ook op andere wijze de verhouding voedselplant-insekt (7). Jonge rupsen van de plakker verlaten laat uitlopende eiken omdat zij er geen voedsel vinden. Was bij het uitkomen van de ringelrupsen uit het ei het blad reeds oud, dan was dit ongunstig voor hun ontwikkeling. In proeven kon deze nadelige invloed worden teniet gedaan bij het verschijnen van het Sint Janslot, maar in de natuur zal dit vermoedelijk van geen of weinig betekenis zijn.

Bij het optreden van een plaag ziet men dat de bastaardsatijnvlinder aan de reeks sterk aangevreten of kaalgevreten boomsoorten telkens weer een andere soort toevoegt. Dit gebeurt niet door een

---

[1] Literatuurverwijzing naar p. 132

overlopen van de rupsen van de ene boom naar de andere. De plaag ontwikkelt zich autochtoon op de nieuwe soorten. Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat de toestand van de boom onder invloed van het weer aan wijzigingen onderhevig is en dat de betreffende boom of boomsoort alleen onder speciale omstandigheden als voedselplant geschikt is (8).

In een periode van lage bevolkingsdichtheid houdt de soort zich staande in terreinen met een variatie aan groeiplaatsen, waardoor bomen van eenzelfde soort, bijv. eik, zich daar verschillend ontwikkelen (7). Het ene jaar worden enkele bomen tamelijk sterk bevreten, het volgende jaar zijn het weer andere bomen, soms zelfs van een geheel andere soort. Het maakt de indruk dat de soort zich, afhankelijk van het weer en de daardoor beïnvloede hoedanigheid van de bomen, nu eens in de ene dan weer in de andere boom of boomgroep handhaaft. Voor de populatie als geheel is dan deze grote verscheidenheid in standplaats en aantal soorten van voedselbomen nodig om behouden te blijven. In een eenzijdig gebied zou in sommige jaren geen enkele boom of boomsoort het de soort mogelijk maken

Fig. 1 Eierleggende ♀♀ van de bastaardsatijnvlinder.

Fig. 2 Winternest (in eik) van de bastaardsatijnvlinder.

om er zich te handhaven.

Het in stand blijven van de bastaardsatijnvlinder en de plakker is volgens deze opvatting dus afhankelijk van de structuur van het landschap en dus een probleem van landschapsecologische aard (7).

In de Duitse bosbouwliteratuur vindt men gegevens die wijzen op een verhoogde sterfte onder plaaginsekten als gevolg van het bemesten van een bos. Deze resultaten pasten goed in de gedachtengang dat de conditie van het bos niet alleen bepalend is voor de ontwikkelingsmogelijkheid van secundaire, maar eveneens voor die van primaire plagen. Deze gedachte, waarvoor ook in Nederlands onderzoek aanwijzingen waren verkregen, houdt in dat het verschil tussen primaire en secundaire plagen minder groot is dan men aanvankelijk meende. Van een relatie tussen de toestand van het bos en het optreden van

plagen kan een preventief gerichte bosbescherming profijt trekken.

De Duitse resultaten waren dan ook aanleiding tot het nemen van dergelijke proeven in ons land. In een 44-jarig grove-dennenbos van matige tot slechte groeiklasse, gelegen onder 't Harde, werd een proefveld aangelegd, waarin een stikstof-, fosfaat- en kalibemesting, ieder afzonderlijk en in hun verschillende combinaties, werden opgenomen. In 1960, het jaar vóór de aanleg van het proefveld, woedde in dit bos een kleine plaag van de dennebladwesp *Diprion pini*. De bemesting met stikstof werd jaarlijks herhaald (400 kg kalkammonsalpeter per ha per jaar); die met fosfaat werd alleen in 1961 uitgevoerd (1000 kg superfosfaat per ha), terwijl kali tweemaal werd gegeven (in 1961 en 1964; beide keren 300 kg patentkali/ha). De waarnemingen bestonden uit: metingen van de bevolkingsdichtheid van de dennebladwesp *(Diprion pini)* en de dennespanner *(Bupalus piniarius)* in de verschillende proefveldjes, gewichts- en grootte-bepalingen van in het proefveld verzamelde exemplaren van deze insekten, kweekproeven in een insektarium op takken uit het proefveld, chemische analyse van de naalden en groeimetingen aan de bomen.

De algemene tendens van de resultaten in de jaren 1961-1967 bevestigde de Duitse uitkomsten niet (2). Slechts in het eerste proefjaar werd een geringere cocondichtheid van de dennebladwesp waargenomen in de met stikstof bemeste veldjes, t.o.v. de veldjes die geen N ontvangen hadden. In de overige jaren moest de analyse van de dichtheidsverschillen beperkt blijven tot de dennespanner, daar de aantallen van de dennebladwesp toen in het gehele proefveld zeer laag waren. Van een duidelijk effect van de bemesting op de popdichtheid van de dennespanner was geen sprake: de verschillen tussen de behandelingen waren klein en meestal toevallig. In sommige jaren waren er zelfs aanwijzingen voor een bevorderende werking van de (stikstof-) bemesting op de dichtheid en de grootte van de dennespannerpoppen.

Eenzelfde tendens, nl. die van enige bevorderende werking van de (voornamelijk stikstof-) bemesting op de cocon-, resp. popgrootte van de dennebladwesp en de dennespanner en de denne-uil *(Panolis flammea)*, werd waargenomen in een uitgebreide kweekproef in 1966. Reële verschillen in sterfte deden zich hierbij echter niet voor. De grootte en de minerale samenstelling van de naalden reageerden echter wel duidelijk positief op de bemesting, met name op die met stikstof. Suikerbepalingen van de naalden, die parallel aan de kweekproef

met de dennebladwesp werden verricht, gaven slechts geringe verschillen te zien; het suikergehalte was in de naalden van bomen van de volledig bemeste veldjes iets hoger dan dat van naalden van bomen uit de onbemeste veldjes.

Merkwaardig, en geheel onverwacht, waren tenslotte de uitkomsten van de groeimetingen aan de bomen. In de periode 1961-1967 bleek de diktegroei in het gehele proefveld ongeveer tweemaal zo groot te zijn geweest als in een even lange periode (1954-1960) vóór de proef, en eveneens tweemaal zo groot als het gemiddelde van bossen van deze groeiklasse en leeftijd. De grens in diktegroei bij 1960-1961 was opvallend scherp, en de homogeniteit van het groeipatroon, binnen de twee perioden, is opvallend groot. Zoals gezegd, heeft de sterke groei na 1960 zich bij àlle bemestingen voorgedaan; het extra-effect van de bemesting bleek relatief onbelangrijk (10 %).

Uit deze resultaten werd geconcludeerd dat bemesting van een grovedennenbos niet onder alle omstandigheden tot aantalsvermindering van bladvretende insekten hoeft te leiden (2). Dat werpt de vraag op: onder welke omstandigheden dan wèl en onder welke niet? Het antwoord ligt misschien besloten in de groei van de bomen. Laten we uitgaan van twee veronderstellingen: dat een slechte groeitoestand van de bomen bevorderend, en een goede remmend op de aantalsuitbreiding van bladvretende insekten werkt en dat ook in een gemiddeld slecht groeiend bos perioden van slechte en (zeer) goede groei elkaar kunnen afwisselen.

Bemesting, zo luidt dan de nog alleszins speculatieve conclusie, kan alleen dàn zinvol zijn als maatregel ter bescherming van het bos tegen bladvretende insekten, wanneer het bos in een fase van slechte groei verkeert. Als uitgangspunt voor nader onderzoek zou deze speculatie bruikbaar kunnen zijn.

Uit onderzoek in appelboomgaarden (11) bleek dat een met stikstof bemeste boomgaard een grotere fruitspintpopulatie bevatte dan een boomgaard met een slechte stikstofvoorziening. Een wijziging in de stikstofbemesting gaf een overeenkomstige wijziging in de grootte van de populaties. De invloed van grondbewerking, bemesting, snoei en chemische bestrijding op het optreden van de fruitspintmijt *Panonychus ulmi* Koch werd uitvoerig bestudeerd (11). Het bleek dat een goede verzorging in de vorm van grondbewerking, bemesting en snoei, allen factoren die de groei van de boom gunstig beïnvloeden,

het optreden van de mijten in sterke mate bevorderde, ook wanneer chemische bestrijding werd nagelaten en parasieten en roofvijanden zich konden vermeerderen. Bij een goede bemesting had de chemische bestrijding van de ziekten en plagen in de appelboomgaard nog een extra toeneming van de mijtenpopulatie tot gevolg. Op bladeren van bemeste bomen bleek de reproduktie van de mijten hoger te zijn dan op die van onbemeste bomen.

Onderzoek in het laboratorium Teneinde de omstandigheden zo goed mogelijk te kunnen conditioneren, was het wenselijk te beschikken over methoden om proefdieren te kweken op kunstmatige voedingsbodems. Hiervan toch kan de samenstelling naar believen worden gewijzigd, terwijl de reactie van het proefdier op deze wijziging direct bestudeerd kan worden.

Op deze manier werd de groei van de larven van de coloradokever op een kunstmatig dieet bestudeerd. Een volledige ontwikkeling werd nog niet verkregen, maar wel bleek reeds het volgende (20):

1 Bepaalde combinaties van niet specifieke verbindingen kunnen zowel de voedselopneming door de larven als door de imagines stimuleren. De mate van voedselopneming is echter niet eenvoudig te meten.

2 Voordat een continue vraat plaatsvindt, hebben de larven een aanpassingsperiode nodig, die korter duurt naarmate zij ouder worden. Voor de eilarven duurt de aanpassingsperiode ongeveer 24 uur. Larven van het vierde stadium, gedragen zich wanneer zij overgebracht worden van aardappelbladeren naar een geschikt kunstmatig dieet dat geen stoffen uit de voedselplant bevat, eender als op bladeren, d.w.z. de larven nemen onmiddellijk voedsel op.

Op het beste dieet dat tot nu toe ontwikkeld is, vertonen de larven in het vierde stadium geen significant verschil in groei- en ontwikkelingssnelheid met larven, voortgekweekt op aardappelbladeren. De groei van jongere larven op hetzelfde dieet is daarentegen onregelmatig en in het algemeen suboptimaal.

Uit proeven met de groene perzikluis *(Myzus persicae)* bleek dat populaties van deze bladluis onbeperkt lang gekweekt kunnen worden op het voedingsmedium van Mittler en Dadd (9). Door de snelle ontwikkeling van micro-organismen was het echter noodzakelijk de media elke 48 uur te verversen. Bij kortdurende proeven kan gebruik gemaakt worden van kaliumsorbaat en nepagine-M als antibiotica (4).

Proeven met kunstmatige media die genomen werden in aansluiting met de proeven in de grindcultures, hebben uitgewezen, dat een verhoging van de $MgCl_2$-concentratie van het medium tot een verstoring van het voedingsgedrag leidt. Dit effect berust waarschijnlijk op de verhoogde osmotische waarde van de media. Verlaging van de aminozuurconcentratie bleek een belangrijke vermindering van de larvenproduktie tot gevolg te hebben. Onderzocht wordt of de luizen de geringe voedingswaarde van een medium kunnen compenseren door de hoeveelheid per tijdseenheid opgenomen medium te verhogen.

Ook wordt getracht spintmijten te kweken op een kunstmatig dieet. Hoewel aanzienlijke vorderingen zijn gemaakt, was het nog niet mogelijk de dieren hun gehele cyclus op kunstmatig dieet te doen volbrengen.

Het toedienen van bepaalde voedingsstoffen aan een plant resulteert niet steeds in het toenemen van de overeenkomstige elementen in het blad. Het blijkt dat wij voordat het onderzoek vruchtdragend kan zijn, meer moeten weten over de gang der elementen van bodem via plant naar planteneter. De methodiek voor een elementenbalans diende daarom eerst te worden uitgewerkt.

Fig. 3 Het kweken van coloradokever-larven op een kunstmatig dieet verschaft veel inlichtingen over de stoffen in de plant die het insekt nodig heeft.

Om meer inzicht te krijgen in de specifieke rol van bepaalde voedselelementen in de verhouding voedselplant-parasiet werd gebruik gemaakt van zg. balansproeven (18). Er werd een kleine watercultuur ontwikkeld, waarin tijdens een korte proefperiode in een gesloten systeem de kwantitatieve verdeling van een bepaald element over de voedseloplossing, de plant en zijn dierlijke vijanden (bladluizen resp. mijten) wordt nagegaan. Deze proeven gaven inlichtingen over de mate van ionenopname door de wortels, de hoeveelheid voedsel die onder bepaalde omstandigheden door de dieren wordt opgenomen, en de reactie van de dieren op de chemische veranderingen in het voedsel in de vorm van verschillen in de populatie-ontwikkeling.

De invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op het dier

Bladluizen In de praktijk van de aardappelteelt was waargenomen dat het verouderingsproces van de aardappelplant invloed heeft op de mate van virustransport in de plant en op de mate van aantasting van de plant door bladluizen, o.a. de groene perzikluis *(Myzus persicae)*. Naarmate de plant ouder werd, werd er minder virus naar de knollen getransporteerd, terwijl ook de plant minder aantrekkelijk werd voor bladluisaantasting. Dit alles gaf aanleiding tot het instellen van een onderzoek naar de invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op de ontwikkeling van erop levende bladluizen. Begonnen werd met de bestudering van de relatie tussen de ontwikkeling van de bladluis *Myzus persicae* op aardappel en de bemesting van de planten in potproeven. Men vond een positieve correlatie tussen een extreem hoge en extreem lage N-gift en de ontwikkeling van de bladluis (19). Daarna werd overgegaan op het kweken van aardappel in grindculturen op een aantal verschillende voedingsoplossingen (16). De voedingsoplossingen werden samengesteld op advies van de heer A. A. Steiner (CPO Wageningen). Alle oplossingen hebben dezelfde zuurgraad, osmotische waarde en totale anionen- en kationenconcentratie. Alleen bij een zeer laag stikstofniveau (minder dan 0,5 mgaeq NO_3^-/l) werd een duidelijk positieve invloed geconstateerd van een geringe verhoging van het stikstofniveau op de ontwikkeling van de luizen. Van de kationen werd een positieve invloed van magnesium en een negatieve van kalium gevonden. Beide correlaties waren echter niet significant.

Op grond van deze resultaten werd een nieuwe voedingsoplossing samengesteld met een laag nitraat- en magnesiumgehalte en een hoog kalium- en sulfaatgehalte. De voortplantingscapaciteit van de bladluizen gekweekt op planten met deze voedingsoplossing, was wel significant lager dan die van de bladluizen, gekweekt op planten op de overige voedingsoplossingen, hoewel het N-gehalte in de planten gelijk was aan het gemiddelde totale N-gehalte van de planten uit de andere voedingsoplossingen. Een hoge kaliumconcentratie in de voedingsoplossing bleek alleen een negatieve invloed te hebben op de reproduktie van de bladluizen als deze gecombineerd was met een lage magnesiumconcentratie.

De gegevens die de grindcultuur opleveren, zijn van groot belang voor het verkrijgen van een algemeen inzicht in de voedingsfysiologische relatie tussen voedselplant en dierlijke parasiet. Deze is nodig indien we willen trachten onze kennis over de relatie tussen voedselplant en planteneter te benutten voor de geïntegreerde bestrijding. Willen we tot een daadwerkelijke bestrijding komen, dan zal het noodzakelijk zijn de biochemische achtergrond van de bij de proeven in grindcultuur gevonden effecten op te helderen. In verband hiermee zijn we vooral geïnteresseerd in de energieoverdracht van voedselplant naar de dierlijke parasiet. Een begin hiermee is gemaakt door het opzetten van de bovengenoemde balansproeven. Het geheel van voedingsoplossing, plant en fytofaag wordt, uitgaande van een bepaald voedingselement, als een gesloten systeem gezien. De hoeveelheid van het betreffende element dat door de planten uit de voedingsoplossing is opgenomen, wordt bepaald, evenals de hoeveelheid die de bladluizen weer uit de planten hebben opgenomen.

De voedingsbehoeften van de groene perzikluis worden ook onderzocht door het kweken van deze dieren op kunstmatige voedingsbodems.

Spintmijten Ten behoeve van het onderzoek naar de invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op de ontwikkeling van op planten parasiterende mijten werd in 1964 een grindcultuur van éénjarige appelonderstammen EM IV op acht verschillende voedingsoplossingen opgezet (17). De samenstelling van de voedingsoplossingen werd zo gekozen dat er in de bladeren zo groot mogelijke verschillen in de chemische samenstelling zouden optreden zonder gebreksverschijnselen te veroorzaken. De totale anionen- en kationenconcen-

traties waren voor alle oplossingen gelijk. Hetzelfde geldt voor de osmotische waarde en de pH. De voedingsoplossingen werden samengesteld in overleg met het Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek te Wageningen.

Chemische analyses van de bladeren wezen uit dat de planten wel reageren op de verschillen in concentraties in de voedingsoplossingen. Er treedt echter, vooral wat het stikstofgehalte van de bladeren betreft, een sterke seizoensinvloed op. Indien echter de eiproduktie van de mijten *(Tetranychus urticae)* op bladeren met het hoogste totaal-stikstofgehalte vergeleken werd met die van mijten op bladeren met het laagste totaal-stikstofgehalte, dan bleek in alle proeven de eiproduktie op bladeren met een hoog N-gehalte significant hoger te zijn. Onder bepaalde omstandigheden was ook de eiproduktie van de mijten op bladeren met een hoge magnesiumbemesting hoger dan die van mijten op bladeren met een lage Mg-bemesting. Het omgekeerde kan gezegd worden van het element kalium.

Hoewel deze proeven veel informatie verschaffen over de invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op de populatieontwikkeling van de mijten, geven zij weinig of geen inlichtingen over de biochemische processen welke aan de verkregen resultaten ten grondslag liggen. Daarvoor is een meer fundamentele kennis van deze processen noodzakelijk.

Om meer inzicht te krijgen in de specifieke rol van bepaalde voedingselementen in de waardplant-mijt verhouding werd ook hier begonnen met het opzetten van balansproeven (18). Door de mijten te kweken op kunstmatige voedingsbodems hoopt men in de toekomst tevens een duidelijk inzicht te krijgen in de voedingsbehoeften van de dieren en een zwakke schakel te ontdekken in de keten van chemische reacties die de verhouding plant-mijt bepalen.

Het herkennen van de voedselplant

Hoe de signalen in het zenuwstelsel verlopen en welke zintuigen bij het herkennen van de voedselplant worden gebruikt, is een probleem van zintuigfysiologische aard. Voor het nagaan van de relatie tussen voedselplant en insekt zijn de resultaten van een deugdelijk onderzoek vooral naar methodiek van belang. Kan men namelijk aan de zintuigprikkeling nagaan of een dier in contact komt met voorkeursvoedsel dan wel met een stof die een afstotende werking heeft, dan kan men

de voorkeur gemakkelijker analyseren.

Uit het onderzoek (13) is gebleken, dat voedselherkenning vooral met smaak- en reukzintuigen gebeurt. Bij rupsen bevatten deze zintuigen slechts enkele tientallen zintuigcellen. Desondanks is het onderscheidingsvermogen groot, doordat iedere cel voor bepaalde stoffen een typisch gevoeligheidsspectrum bezit dat slechts ten dele spectra van enkele andere cellen overlapt. Een bepaalde geur of opgeloste stof zal dus enkele cellen prikkelen, en uit de combinatie van deze gestimuleerde cellen herkent de rups de aard van die stof. Het plantenrijk is voor de rups niet slechts verdeeld in acceptabele en niet-acceptabele planten, maar binnen deze groepen kunnen nog verschillende planten van elkaar onderscheiden worden.

De smaakstoffen die een plant voor een rups karakteriseren, kunnen algemene voedingsstoffen (suikers en zouten) zijn, doch ook voor bepaalde plantengroepen karakteristieke stoffen. Zo bleek de koolrups twee smaakcellen te bezitten die zéér gevoelig zijn voor mosterdolieverbindingen die in kool voorkomen. Door verschillen in gevoeligheidspatronen tussen beide cellen kan het dier met behulp van de gecombineerde reactie verschillende mosterdolie-verbindingen onderscheiden (14). Deze conclusie op grond van de zintuigkarakteristieken komt overeen met de in de literatuur beschreven opvatting die is gebaseerd op gedragstudies.

Een gedetailleerde kennis van de reuk- en de smaakzin zal een rol in de bestrijding kunnen gaan spelen doordat men voor een bepaalde rupsesoort onaantrekkelijke stoffen kan gebruiken om een gewas te beschermen. Ook kunnen aantrekkelijke verbindingen worden aangewend om het insekt naar een insekticide te lokken.

Fagostimulantia Tot voor kort was het een wijdverbreide mening, dat de voorkeur van de coloradokever voor de aardappelplant althans ten dele moest worden toegeschreven aan vraat-stimulerende stoffen (fagostimulantia) die kenmerkend zouden zijn voor deze plant. Om dit te onderzoeken en de desbetreffende stoffen eventueel te isoleren, werd een kwantitatieve toets ontwikkeld ter bepaling van de vraat-stimulerende activiteit van bestanddelen van aardappelblad (12). Deze toets zou ook voor soortgelijk onderzoek op ander terrein van waarde kunnen zijn. De verkregen resultaten toonden aan dat aardappelbladextracten wel vraat-stimulerende stoffen voor de coloradokeverlarven bevatten, doch dat deze stoffen noch uitzonderlijk actief, noch zeer

kenmerkend voor aardappelblad zijn en dus niet als specifieke fagostimulantia kunnen worden opgevat. Een mengsel van bekende, algemeen voorkomende voedingsstoffen (suikers, aminozuren, sterolen, vetzuren) kan even werkzaam zijn als aardappelblad-extract.

De fagostimulantia-theorie is minder in overeenstemming met de verkregen experimentele gegevens dan verschillende andere theorieën ter verklaring van de voorkeur van de coloradokever voor de aardappelplant. Deze voorkeur zou bijv. ook kunnen worden toegeschreven aan de afwezigheid van vraatbelemmerende stoffen - die in niet-aanvaarde voedselplanten wel voorkomen - in combinatie met de aanwezigheid van gewone nutriënten in de vereiste concentraties.

Attractantia Dat een herkenning niet steeds op een combinatie van voedingsstoffen berust, maar ook van een bepaalde stof afhankelijk kan zijn, bewijst het onderzoek dat is verricht naar termietenattractantia (6).

In grenehout waarop een bepaalde schimmel was geënt, kon de aanwezigheid van tenminste vier lokstoffen voor een termiet die in gematigde en subtropische gebieden voorkomt, worden aangetoond. In uiterst geringe hoeveelheid (10^{-9} g) op filtreerpapier gebracht, oefenen deze lokstoffen reeds een werking uit. Hun concentratie in het hout bleek echter zo gering te zijn, dat isolatie ervan in hoeveelheden die identificatie mogelijk zouden maken, uiterst moeilijk was. Er werd echter reeds een schema uitgewerkt waarmee door combinatie van chemische en fysische scheidingstechnieken een dergelijke isolatie mogelijk moet zijn. Met een aanzienlijke produktievergroting van de hoeveelheid beschimmeld hout en het uitwerken van geschikte semitechnische methoden is een begin gemaakt.

Een aantal stoffen die in de literatuur beschreven zijn als lokstoffen voor termieten, bleken veel minder actief te zijn dan de bovengenoemde lokstoffen; zij vertoonden ook een geheel ander gedrag bij gaschromatografie.

Indien voorkeur of afkeur van een insekt voor verschillende exemplaren van één voedselplant niet dezelfde is doordat zij in samenstelling verschillen, kan men van selectie en cultuurmaatregelen een gunstig resultaat verwachten.

In het Centraal Laboratorium TNO te Delft werd een onderzoek ingesteld naar lokstoffen voor de aspergevlieg, daar reeds eerder uit

proeven gebleken was dat in deze plant stoffen voorkomen, die zeer attractief zijn voor deze vlieg (10). De vliegen bleken een voorkeur te vertonen voor perssap van groene scheuten boven sap uit witte, ondergrondse stengeldelen (5). Een nieuwe preferentietoets werd uitgewerkt. Het onderzoek wordt voortgezet.

Voorkeur voor voedselplanten

De voorkeur van de coloradokever *(Leptinotarsa decemlineata)* voor verschillende Solanumsoorten werd te Wageningen bestudeerd (1). De kever bleek op verschillende soorten gekweekt te kunnen worden en wel het beste op *Solanum tuberosum* (aardappel), *S. dulcamara* (bitterzoet), *S. rostratum* (buffalo bur) en *S. carolinense* (horse nettle); minder goed op *S. lycopersicum* (tomaat) en niet op *S. nigrum* (zwarte nachtschade). Er bestaat als voedselplant ongeveer gelijke voorkeur voor *S. tuberosum, S. carolinense, S. dulcamara* en *S. rostratum* en een aversie tegen *S. lycopersicum* en *S. luteum. S. lycopersicum* bevat een 'phagorejectant' (tomatine), bij *S. luteum* ontbreekt het aan 'fagostimulantia' in de ruimste zin van het woord. Geen van deze twee planten bleek toxisch te zijn.

'Conditioning' (= dressuur) op *S. dulcamara* leek in de proeven voor te komen, maar bleek het gevolg te zijn van de temperatuur en van de fysiologische toestand van de proefplanten. Bij het stijgen van de temperatuur nam de voorkeur voor *S. dulcamara* toe, dit ging samen met een stijgende voedselopneming. De voorkeur verdween echter bij verlaging van de temperatuur. Het onafgebroken kweken van enige generaties van de coloradokever op *S. dulcamara* had wel een verschuiving in de voedselvoorkeur ten gunste van deze plant tot gevolg.

Ovipositiegedrag en voedselkeuze berusten op verschillende mechanismen, daar de kevers voor de ei-afzet een voorkeur vertonen voor *S. luteum* boven *S. tuberosum,* hoewel *S. luteum* geen geschikte voedselplant is en niet wordt gegeten. De verminderde eiproduktie, die optrad als de dieren gevoed werden met blad van *S. luteum,* bleek reversibel te zijn; hij was een gevolg van het feit, dat er niet gevreten werd.

Reukprikkels wekken het voedselzoekgedrag op; dit laatste wordt verder door gezichtsprikkels gericht.

Toekomstig onderzoek

Van veldwaarnemingen, verricht door ecologen, mag men theorieën verwachten en waarschijnlijkheden. Een nadere analyse moet in het laboratorium door meer fysiologisch ingestelde onderzoekers gebeuren. Van deze analyse mag men een gedetailleerder inzicht en meer zekerheid verwachten. Omgekeerd kan het veldonderzoek de projectie naar buiten opleveren van hetgeen in het laboratorium is gevonden. Alleen de combinatie van laboratorium- en veldwaarnemingen zal dus een dieper begrip brengen. Tot dusver is met verschillende diersoorten in het laboratorium en in het veld gewerkt. De waarnemingen hebben ons echter nog slechts hoofdzakelijk verder gebracht in de methodiek van het onderzoek, zodat de verkregen resultaten nog niet konden worden gecombineerd. Om hieraan tegemoet te komen, is besloten een gemeenschappelijk project onder handen te nemen. Hiertoe heeft de sectie twee mogelijkheden overwogen:

1 het centraal stellen van één diersoort;
2 het centraal stellen van één voedselplant.

Na rijp beraad is besloten tot het sub 2 gestelde en is de appel als voedselplant gekozen. Verschillende leden van de sectie zullen met behulp van hun methodieken appelinsekten bestuderen. Het onderzoek van de appel zal aan al deze onderzoekingen een gemeenschappelijke basis geven. Regelmatig contact tussen de onderzoekers zal er toe bijdragen dat door het onderzoek ontwikkelde mogelijkheden ook inderdaad worden gebruikt. De appel is een van onze belangrijkste gewassen. De te bestuderen insekten en mijten behoren allen tot de schadelijke of zeer schadelijke soorten, ten aanzien van welke ook door andere secties naar een geïntegreerde bestrijding wordt gestreefd. Voor de praktijk van de geïntegreerde bestrijding mogen wij van deze vorm van groepswerk belangrijke resultaten verwachten.

Wij menen dat de werkzaamheden in onze sectie er toe kunnen leiden dat:

1 aan de gewassen een grotere weerstand tegen het optreden van plagen wordt gegeven, hetzij door cultuurmaatregelen hetzij door een gerichte selectie;
2 lokstoffen en afweerstoffen worden ontwikkeld met behulp waarvan het gebruik van insekticiden is te beperken.

Uit de aard der zaak ligt het niet in de bedoeling uitsluitend naar de appel te kijken. Ook andere gewassen zullen in het onderzoek

worden betrokken. Maar de appel is belangrijk en bovendien hebben we het voordeel dat de werkgroep beschikt over een proefboomgaard waarin ook het onderzoek van de andere secties wordt geconcentreerd.

Bestrijding van insekten met pathogenen

DR. J. G. TEN HOUTEN

Insekten worden evenals warmbloedige dieren aangetast door een reeks van pathogenen. Dat kunnen virussen, rickettsiae, bacteriën, schimmels, protozoën en nematoden zijn. Van bijen en zijderups is sinds onheuglijke tijden bekend dat pathogenen hele volken en kweken kunnen vernietigen. Het lag dus voor de hand na te gaan in hoeverre pathogenen gebruikt zouden kunnen worden bij de bestrijding van die insekten, die wij als schadelijk voor onze gewassen of als vectoren van ziekten van mens en huisdier kennen.

De bestudering van deze mogelijkheden werd te meer urgent toen bleek dat steeds meer schadelijke insekten resistentie tegen tal van chemische bestrijdingsmiddelen ontwikkelden. Insektepathogenen zouden hier uitkomst kunnen bieden hetzij door een directe doding, bijvoorbeeld door afgescheiden toxinen, hetzij door de initiëring van een epidemie.

Men heeft vooral in Amerika reeds vroegtijdig de mogelijkheden die hier lagen onderkend. De bekendste auteur op dit gebied is Steinhaus (22, 23, 24) [1], die verscheidene boeken over dit onderwerp schreef. In 1959 richtte Steinhaus het Journal of Insect Pathology op, dat sindsdien een zeer ruime verspreiding heeft gekregen. Al deze geschriften hebben het onderzoek en de praktische toepassing van de insektenpathologie zeer gestimuleerd.

In Europa is sinds 1958 een speciale werkgroep van de Organisation Internationale pour la Lutte Biologique (OILB) actief met deze problemen bezig. Het spreekt vanzelf dat er in de eerste plaats veel onderzoek nodig is over de etiologie van insektenziekten, over de pathofysiologie, de verschillen in virulentie van isolaten van de pathogenen en over de invloeden van temperatuur, luchtvochtigheid en andere uitwendige omstandigheden op de pathogenese. Verder is het

[1] Literatuurverwijzing naar p. 134

nodig na te gaan of insekten immuniteit of resistentie tegen de pathogenen ontwikkelen en of de pathogenen zonder gevaar voor warmbloedige dieren en de mens toegepast kunnen worden bij de bestrijding van plagen in cultuurgewassen. Daarna zal men pas met succes op grote schaal van insektepathogenen gebruik kunnen maken bij de geïntegreerde bestrijding van insekteplagen.

In Nederland is vóór de oprichting van de werkgroep nauwelijks aadacht aan insektepathogenen besteed en zeker geen bewuste studie gemaakt van de problemen in verband met de uiteindelijke toepassing in de praktijk. Het is verheugend dat enkele onderzoekers zich sinds enige jaren geheel aan deze problematiek kunnen wijden. Er zijn intussen reeds belangwekkende resultaten verkregen. Dat is voor de geïntegreerde bestrijding belangrijk omdat selectieve chemische bestrijdingsmiddelen nog schaars zijn.

Er bestaat een uitstekende internationale samenwerking tussen de insektepathologen. Van tijd tot tijd worden symposia of colloquia georganiseerd. Het laatste International Colloquium on Insect Pathology and Microbial Control is in 1966 in Wageningen gehouden. Het verslag van dit colloquium (11) bevat vele belangrijke bijdragen en een aantal resoluties o.a. met betrekking tot de standaardisering van preparaten van pathogene bacteriën en virussen. Tevens bleek hoezeer de mogelijkheden voor de massaproduktie van insektepathogene bacteriën, schimmels en virussen zijn verbeterd.

In Nederland is het onderzoek uitsluitend geconcentreerd op schimmels, bacteriën en virussen, die overigens ook elders de meeste aandacht krijgen. Terwille van de overzichtelijkheid zullen deze groepen afzonderlijk worden behandeld.

Schimmels

Over de waarde van het toepassen van schimmels ter bestrijding van insekten lopen de meningen sterk uiteen. De meeste mycologen menen dat entomofage schimmels ubiquisten zijn; dat betekent dat ze overal aanwezig zijn. Om tot ontwikkeling te komen wachten ze alleen tot de uitwendige omstandigheden daartoe gunstig zijn. Anderzijds zijn er onderzoekers die wel degelijk toepassingsmogelijkheden voor schimmels zien, vooral als ze samen met subletale doses van insekticiden zoals DDT worden toegediend. Met name in Rusland is aan dergelijke combinaties aandacht besteed. Wij hebben de daar

verkregen goede resultaten in Nederland nog niet kunnen reproduceren (2).

Het aantal schimmels dat onder bepaalde omstandigheden voor insekten pathogeen is, blijkt vrij groot te zijn. Daaronder zijn er die aanleiding kunnen geven tot allergieën bij de mens en enkele zoals *Aspergillus fumigatus* zijn zelfs pathogeen voor gewervelde dieren inclusief de mens. Op het bovengenoemde Colloquium van 1966 is een resolutie aangenomen om zich bij de standaardisatie en massale kweek van schimmels te beperken tot soorten waarvan bekend is dat ze ongevaarlijk zijn voor gewervelde dieren.

In grotten in Zuid-Limburg sterven de daar massaal overwinterende vliegen *(Helomyzidae)* en muggen *(Culex pipiens)* voor 90 % door schimmelinfecties vooral met *Entomophthora*-soorten (25).

Aan de wijze waarop infectie van larven van de coloradokever door de schimmel *Beauveria bassiana* tot stand komt, werd in de Werkgroep speciale aandacht geschonken (2). Deze schimmel tast onder gunstige omstandigheden van temperatuur en vochtigheid de larven aan, doordat de sporen kiemen op de cuticula, waarna de hyphen binnendringen. De wijze waarop, en de uitwendige omstandigheden waaronder dit geschiedt, werden in talrijke infectieproeven en door histologisch onderzoek van de geïnfecteerde larven nagegaan. Het zou voorts zeer belangrijk zijn als de infectie ook door opneming met het voedsel tot stand kon komen. In dat geval zouden de uitwendige omstandigheden weinig invloed meer hebben op het slagen van de infectie. Zeer gedetailleerd onderzoek heeft echter kunnen bewijzen dat dit niet of nagenoeg niet voorkomt. Ook als de sporen, die niet kiemen in de darmtractus, vervangen werden door de voorgekiemde blastosporen, kon in de regel geen infectie - uiteraard met uitsluiting van die door de cuticula - tot stand gebracht worden.

Bacteriën

Hoewel er meer bacteriesoorten bekend zijn die insekten aantasten heeft het onderzoek zich internationaal vooral geconcentreerd op *Bacillus thuringiensis,* waarvan verscheidene preparaten in de handel zijn. Het vele onderzoek dat in de laatste tien jaar ook door industriële laboratoria is verricht komt eveneens in de taxonomie tot uiting. De eensgezindheid over de soort en zijn variëteiten (typen) mag in de bacteriologie welhaast uniek worden genoemd. Tegenwoordig is men

nauwelijks meer volledig als men bij het beschrijven van zijn experimenten niet het serotype (gebaseerd op de serologische reacties) van de gebruikte soort vermeldt.

Standaardisering van de eigenschappen van *B. thuringiensis* (= B.t.)-preparaten is een onderwerp, waarmee zowel de onderzoekers te Amsterdam als die te Wageningen zich intensief hebben beziggehouden. De bacterie kent vele stammen, die verschillen in toxische werking. Het belangrijkste toxine is als endo-toxine of pre-toxine aanwezig in de vorm van kristallen, die door de sporulerende stammen gevormd worden. Enkele stammen bleken daarnaast nog te beschikken over andere toxinen, die vaak een ander werkingsspectrum hebben. Het was dus van groot belang de toxische waarde van een B.t.-preparaat te bepalen. In het Laboratorium voor Toegepaste Entomologie te Amsterdam is daarvoor een methode uitgewerkt, waarbij individuele rupsen van het koolwitje *(Pieris brassicae)* na een hongerperiode op kleine schijfjes koolblad (diameter 4 mm) geplaatst werden, zonder dat ander voedsel beschikbaar was. De schijfjes bevatten een met een micro-pipet exact bepaalde dosis B.t., en dienden geheel opgegeten te worden (12).

In 1966 werd deelgenomen aan een onderzoek door een wereldomvattende werkgroep, dat tot doel had een internationaal standaardpreparaat te vinden voor de standaardisering van commerciële produkten (3). Hierbij werd te Amsterdam gebruik gemaakt van bovengenoemde techniek, die op enige punten gemodificeerd moest worden. De techniek is eenvoudig en kan dan ook zonder dure apparatuur op ieder laboratorium worden uitgevoerd. De variaties bleken echter vrij groot te zijn, ofschoon sommige andere deelnemers aan de standaardiseringswerkgroep nog aanmerkelijk grotere variaties in hun proeven bleken te hebben. Op het ogenblik wordt een nieuwe techniek ontwikkeld, waarbij gewerkt wordt met pas uitgekomen larven van het eerste stadium. Hiervan zijn nog niet voldoende gegevens bekend.

Het bleek niet mogelijk de letale dosis voor een rupsensoort in een bepaald stadium uit te drukken in het aantal sporen, dat in een preparaat aanwezig is, daar het laatste niet gecorreleerd is met de hoeveelheid en de samenstelling der toxinen in de preparaten. Ook de 'dosis-response' correlatie, die algemeen voor een sterktebepaling wordt gebruikt, bleek door de zeer snelle intoxicatie en het niet continu eten der dieren slechts onder bepaalde voorwaarden op te gaan. Niet de doding, maar de hoeveelheid opgenomen behandeld

voedsel werd daarom door de onderzoekers van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen gebruikt om de sterkte van verschillende preparaten te bepalen (14). Daarbij werd niet, zoals bij de Franse en Amsterdamse methode, uitgegaan van de relatieve dosering op het voedsel (de verspoten concentratie op een blad), maar in Wageningen kon men met behulp van radioactieve isotopen de werkelijke hoeveelheid preparaat bepalen die per individu werd opgenomen door rupsen van koolwitjes van het derde stadium.

Met de gegevens van voedselopname en preparaatopname konden diverse maag- of darminsekticiden min of meer gekarakteriseerd worden. Zo wordt voedsel behandeld met loodarsenaat gedurende de eerste $1^1/_2$ uur onafhankelijk van de concentratie in gelijke mate opgenomen als onbehandeld voedsel. Voedsel met een hoge concentratie van een B.t.-preparaat wordt slechts gedurende de eerste 10 minuten opgenomen, daarna begint de intoxicatie. Bij een lagere dosering eten de dieren net zoveel behandeld voedsel tot een bepaalde hoeveelheid preparaat is opgenomen, dan treedt ook hier weer de eetstop op. Deze hoeveelheid is in zekere mate karakteristiek voor het getoetste preparaat, terwijl vreemde stoffen, die invloed hebben op de consumptie, afwijkingen laten zien. Door de gevoeligheid van de meetapparatuur voor de radioactiviteit komt de individuele variabiliteit van de rupsen sterk naar voren; hij werkt storend op de reproduceerbaarheid van de resultaten. Toch meent men dat de methode bruikbaar zou kunnen zijn om de zuiverheid van een preparaat aan te tonen (14). Dit onderzoek is thans vrijwel afgesloten.

Het onderzoek in Amsterdam heeft zich de eerste jaren moeten beperken tot praktische toepassingsmogelijkheden van *Bacillus thuringiensis*. Het eerste object, dat is onderzocht, betrof de bestrijding van ringelrupsen *(Malacosoma neustria)* in de stad Amsterdam. Reeds sedert de dertiger jaren geschiedde deze bestrijding daar door bestuiving van de iepen langs de grachten en in de parken met derrispoeder (1 tot 2 % rotenon), dat als een weinig gevaarlijk gift geldt, daar het snel ontleedt. Ideaal is deze bestrijdingswijze echter niet, zodat in nauwe samenwerking met de Dienst der Beplantingen de mogelijkheden van toepassing van het ongevaarlijke B.t.-preparaat werden beproefd. Na geslaagde laboratoriumproeven (4), werden bestuivingen op de stadskwekerij en in enige straten uitgevoerd (13). De proeven liepen over enige jaren; een complicatie vormde het feit, dat tevens een virusziekte (polyhedrosis) veelvuldig bij de ringelrupsen

optrad. Deze virusziekte is niet uit te buiten als bestrijding, daar de vervloeiende cadavers van de rupsen nog grotere bezwaren opleverden voor het publiek dan de gezonde o.a. door het bevuilen van auto's. De uitkomsten van de gebruikelijke bestrijding met Derrispoeder werden vergeleken met die van met B.t. behandelde bomen, percelen en straten. Aanwijzingen werden verkregen dat B.t. iets beter werkt dan Derris. Helaas staat de prijs van B.t. een toepassing op ruimere schaal in de weg.

In latere jaren zijn incidenteel behandelingen met B.t. toegepast tegen andere rupsenplagen in Amsterdam: het middel bleek bruikbaar te zijn tegen spinselmotten *(Hyponomeuta* spp.*)*; in het Amsterdamse Bos leverde een vergelijkende proef met B.t., Sevin en Derris voor de B.t.-preparaten een gunstig resultaat op bij de bestrijding van de eikenbladroller *(Tortrix viridana)*; de behandeling moet echter wel op het juiste tijdstip geschieden. Ook elders in ons land bleek de bestrijding van spinselmotten *(Hyponomeuta* spp.*)* en wintervlinder *(Operophthera brumata)* met B.t.-preparaten goede resultaten op te leveren.

In tegenstelling tot *Tortrix viridana* kunnen andere Tortriciden zoals de veel moeilijkheden veroorzakende vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana)* en de heggebladroller *(Archips rosana)* met B.t.-preparaten minder goed bestreden worden. Gewoonlijk bedroeg de sterfte na behandeling slechts 50-70 %.

Virussen

Dat insekten door virussen kunnen worden vernietigd is al lang bekend. Ook weet men dat bepaalde virussen onder gunstige omstandigheden een epidemie teweegbrengen. De perspectieven voor toepassing van insektevirussen in een geïntegreerd bestrijdingsschema voor plagen in land-, tuin- en bosbouw leken dus alleszins gunstig.

Als eerste punt van onderzoek werden bij een aantal uiteenlopende insektesoorten de daarin aanwezige virussen geïnventariseerd. Elektronenmicroscopisch onderzoek van de polyedervirussen van de ringelrups *(Malacosoma neustria)*, de kooluil *(Mamestra (Barathra) brassicae)*, de voorjaarsuil *(Orthosia incerta)*, *Scoliopteryx libatryx*, de vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana)*, en de witvlakvlinder *(Orgyia antiqua)*, ter bestudering van hun natuurlijke morfologie, volgde (18, 19, 20, 21).

De polyedervirussen worden in twee groepen ingedeeld, nl. de kern- en de cytoplasmapolyedervirussen. De kernpolyedervirussen vermeerderen zich hoofdzakelijk in de kernen van de verschillende weefsels van de gastheer; het zijn veelhoekige eiwitlichamen waarin staafvormige virusdeeltjes onregelmatig gerangschikt voorkomen en die DNA (desoxyribonucleinezuur) bevatten. De cytoplasmapolyedervirussen bestaan uit bolvormige virusdeeltjes van het RNA(ribonucleïnezuur)-type die in een veelhoekig eiwitlichaam liggen ingebed; deze eiwitlichamen vermeerderen zich in het cytoplasma van het epitheelweefsel van de middendarm.

In samenwerking met Dr. A. R. de Oliveira (Brazilië) werd onderzoek verricht over de serologische eigenschappen van het *Tipula*-regenboogvirus (TIV) en het opsporen van het antigeen in de verschillende weefsels van het koolwitje *(Pieris brassicae)* (17). Het TIV, oorspronkelijk geïsoleerd uit de langpootmug *(Tipula paludosa)*, kan zich in de koolwitjesrups *(P. brassicae)* vermeerderen. De vermeerdering in dit laatste dier kan echter alleen plaatsvinden na injectie van het virus in de lichaamsholte, maar niet via orale toediening. Het virus heeft de vorm van een veelhoekige bol met een diameter van ca. 160 mμ; het bevat DNA en vermeerdert zich in het cytoplasma van de verschillende weefselcellen.

Het met dit virus uitgevoerde onderzoek maakte het mogelijk ervaring op te doen met een serologische techniek om de virusvermeerdering in de bloedcellen van *P. brassicae* te volgen. Ook werden infectieproeven verricht met het desoxyribonucleïnezuur (DNA) van het TIV in *P. brassicae*.

Van de onderzochte virussen leken vooral die van de kooluil *(Mamestra brassicae)* en de vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana)* voor praktische toepassing in aanmerking te komen. De rupsen van deze beide vlindersoorten bleken elk latent geïnfecteerd te zijn met twee typen virussen, een cytoplasmapolyedervirus en een kernpolyedervirus. Alle vier virussen konden worden geïsoleerd.

De karakterisering van deze virussen geschiedde met de elektronenmicroscoop. De cytoplasmapolyedervirussen van beide rupsen bleken morfologisch identiek te zijn; het zijn nl. bolvormige virusdeeltjes ingebed in een polyedervormig eiwitkristal (fig. 1 B). De gemiddelde diameter van de eiwitkristallen verkregen uit *A. reticulana* was echter kleiner dan die van de eiwitkristallen uit *M. brassicae*. Daarentegen waren de kernpolyedervirussen van beide rupsen morfologisch geheel

verschillend. Die van *A. reticulana* zijn zeer klein en de afzonderlijke virusstaafjes zijn ingebed in een polyedervormig eiwitkristal (fig. 1 B, C). De zeer grote kernpolyeders van *M. brassicae* herbergen de staafvormige virusdeeltjes in de vorm van bundels (fig. 1 A, D).

Na deze onderzoekingen werden de beide kernpolyedervirussen op de desbetreffende insekten vermeerderd en onderzocht op hun pathogeniteit. De verkregen resultaten leken met het oog op een bestrijding van bepaalde schadelijke insekten in de praktijk hoopvol. Het bleek nl. dat de beide kernpolyedervirussen zeer pathogeen waren voor de vruchtbladroller *A. reticulana*. Alle larvale stadia van *A. reticulana* waren gevoelig voor het eigen virus na toediening ervan via het voedsel. Daarentegen was het virus van *M. brassicae* alléén pathogeen wanneer de eerste twee larvale stadia van *A. reticulana* ermee werden geïnfecteerd. Ongeveer 10 dagen na toediening gingen de dieren dood en hun opgezwollen lichamen zaten vol polyeders die na rotting van de lichaamsdelen en uitwassing door middel van centrifugering in schoon waten in zuivere toestand konden worden verkregen (8, 9).

Inmiddels hadden kasproeven, uitgevoerd in het Proefstation voor de Fruitteelt te Wilhelminadorp, uitgewezen dat het kernpolyedervirus van *A. reticulana* te gebruiken was als bestrijdingsmiddel tegen *A. reticulana* (8). De tijd was rijp geworden om over te gaan tot de produktie van dit virus in grote hoeveelheden. Het nadeel van *A. reticulana* is echter, dat deze soort zeer klein is en dus ook een lage virusopbrengst geeft. Bovendien was zij moeilijk te kweken. Daarom werd *M. brassicae* in produktie genomen hetgeen na de introductie van kunstmatige voedingsbodems niet moeilijk was. Deze rupsen zijn groot; de opbrengst aan virus per dier is vele malen groter dan bij *A. reticulana*. Naderhand werd gevonden dat ook *A. reticulana* vrij gemakkelijk op een kunstmatig dieet kan worden gekweekt (1, 10). De produktie van beide virussen kon nu ter hand worden genomen om de virussen in de eerst komende jaren op kleine schaal in veldproeven aan te wenden teneinde meer gegevens te vergaren over hun bruikbaarheid bij de bestrijding van de vruchtbladroller.

Een van de grote problemen bij het gebruik van insektevirussen in de praktijk is de massaproduktie. De mogelijkheid van weefselcultuur als basis voor virusvermeerdering wordt elders nagegaan, maar in Nederland gebruiken de onderzoekers voor de massavermeerdering nog de rupsen. Dat geeft weinig moeilijkheden nu men deze op een kunstmatige voedingsbodem massaal kan kweken. Of men aldus vol-

doende virus kan bereiden voor toepassing op grote schaal moet nog blijken. Voor enige veldproeven is het materiaal echter zeker voldoende. In de eerste veldproeven die in 1966 en 1967 in Zeeland

genomen zijn, bleek dat 50 tot 80 % van de jonge vruchtbladrollerrupsen dood ging na een beneveling met een kernpolyedervirussuspensie, die 8 tot 80 × 10^5 viruspolyeders per ml bevatte (8). In 1968 zijn proeven genomen in de proefboomgaard 'de Schuilenburg' te Lienden. Het virus bleek specifiek in te werken op bepaalde rupssoorten en was onschadelijk voor verschillende natuurlijke vijanden zoals bijvoorbeeld de eiparasieten van de heggebladroller.

De toepassing in het groot van insektevirusspreparaten was in 1967 in Amerika nog niet toegestaan door de Food en Drug Administration ondanks het feit dat op uitgebreide schaal proeven met kernpolyedervirussen en andere insektevirussen zijn genomen bij zes soorten gewervelde dieren. Nooit werd enige aanwijzing voor toxiciteit of pathogeniteit waargenomen. Ignoffo (7) zei dan ook op het Symposium te Wageningen dat virussen, en met name de kernpolyedervirussen, waarschijnlijk de veiligste insektepathogenen zijn om in het groot te worden toegepast.

Onderzoek van fundamentele aard wordt sinds 1966 in het Laboratorium voor Toegepaste Entomologie te Amsterdam verricht. Hoofddoel is het onderzoek naar de biochemische omzettingen van de eiwitten in het bloed van rupsen tijdens de periode dat zij geïnfecteerd werden met virusziekte. Veel voorbereidend onderzoek was daarvoor nodig. De betrouwbaarheid van de onderzoekobjecten werd zeer verhoogd door toepassing van nieuwe technieken van kweken op kunstmatig voedsel. Dit gaf tevens een belangrijke arbeidsbesparing. *Pieris brassicae, Mamestra brassicae* en *Adoxophyes reticulana* zijn thans, op deze wijze gekweekt, steeds voorhanden.

Fig. 1 Kernpolyeders behandeld met natriumcarbonaat en bestraald met palladium (A, B), of behandeld met fosforwolframzuur (C - E).

A. Drie kernpolyeders van Mamestra brassicae *gevuld met virusbundels, en twee lege polyedermembranen. 10.000 x.*

B. Links: kernpolyedermembraan met de afzonderlijke virusdeeltjes; rechts: gedeeltelijk opgeloste cytoplasmapolyeder. Beide van Adoxophyes reticulana. *10.000 x.*

C. Polyedermembraan van A. reticulana *met de afzonderlijke virusdeeltjes; van sommige virusdeeltjes zijn de buitenste membranen als gedraaide strengen afgewikkeld. 10.000 x.*

D. Een virusbundel van M. brassicae *met zeven virusstaafjes omgeven door de buitenste membraan. 12.000 x.*

E. Een afzonderlijk virusdeeltje van A. reticulana; *de schroefvormige structuur van het virusstaafje is duidelijk zichtbaar. 120.000 x.*

Sinds eind 1966 worden ook de rupsen van het koolwitje *(Pieris brassicae)* op een kunstmatig medium gekweekt. Door gebruik te maken van plastic weggooidozen is een aanmerkelijke arbeidsbesparing bij de kweek verkregen. Het medium dat gebruikt wordt, is ontwikkeld door David en Gardiner (Cambridge, Engeland). Verscheidene generaties zijn nu reeds op dit medium gekweekt met bevredigend succes. Aan het medium, dat een agar basis heeft, wordt poeder van koolbladeren, dat echter ook door sinigrin kan worden vervangen, toegevoegd. Teneinde na te gaan of het dieet volwaardig is, werden de eiwitconcentraties van de lichaamsvloeistof (hemolymf) van larven vergeleken, die op kool en op het dieet met koolpoeder, resp. sinigrin waren gekweekt (5). Geen verschillen in maximum eiwitconcentraties werden gevonden, ofschoon wel een langzamere ontwikkeling werd waargenomen bij de exemplaren op de kunstmatige diëten. Ook bleken er verschillen in pigmentatie van de hemolymf op te treden: dieren die op een medium zonder kool of koolpoeder waren gekweekt, bleken geen carotenen in de hemolymf te bevatten. Deze carotenen bleken dus direct uit de kool in het lichaam te worden opgenomen.

Een aanvang is gemaakt met een studie omtrent de pathofysiologische veranderingen, die optreden in de kooluil *(Mamestra brassicae)* na infectie met een kernpolyedervirus. Voorlopig zijn alleen nog maar

Fig. 2 Het aantal 'infectieuze eenheden' dat uit een viruszieke rups tevoorschijn treedt, is van de orde van een miljard, terwijl sluipwespen het als regel niet verder brengen dan honderd. Dit betekent dat virusziekte zich zeer snel kan uitbreiden. Hierbij dient men echter te bedenken dat een sluipwesp zijn waard actief zoekt, terwijl een virus passief wordt verspreid.

de eiwitten bestudeerd. Gebruik wordt gemaakt van polyacrylamide-gel-elektroforese voor de fractionering van de eiwitmonsters. In de hemolymf bleken slechts kwantitatieve verschillen in de eiwitpatronen voor te komen. Hemolymf van zieke exemplaren geeft vooral een vermindering te zien in enkele hoogmoleculaire eiwitten. Ook zijn de eiwitten van de vetlichamen van gezonde en zieke larven onderzocht. Hierbij zijn enkele nieuwe eiwitfracties gevonden, die waarschijnlijk door het virus gevormd worden. Hun ontwikkeling wordt nu nog verder gevolgd en aan de karakterisering van deze eiwitten zal nog nader worden gewerkt.

Het polyedereiwit vertoont na elektroforese tenminste twee fracties. Dit is waarschijnlijk een gevolg van het uiteenvallen van het polyedereiwit in sub-units. Om dit te bestuderen moet men de beschikking hebben over een zeer zuivere polyedersuspensie. Daarvoor is een techniek ontwikkeld, waarbij de onzuivere polyedersuspensie achtereenvolgens wordt gecentrifugeerd in suikeroplossingen van verschillend soortelijk gewicht. Aldus kunnen zeer zuivere suspensies verkregen worden (6).

In de toekomst willen de Amsterdamse onderzoekers trachten de produktie van kernpolyedervirus door de vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana)* te vergroten door veranderingen aan te brengen in het dieet van deze rupsen. Uit pathofysiologisch onderzoek van zieke dieren zijn aanwijzingen verkregen dat dit inderdaad mogelijk moet zijn.

Genetische bestrijding

DR. IR. D. DE ZEEUW

In de Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO is ook ondergebracht het onderzoek dat erop gericht is schadelijke insekten te bestrijden door in te grijpen in hun genetisch systeem. Genetisch afwijkende dieren worden in de populatie losgelaten waardoor de voortplantingskansen geringer worden of zelfs tot nul worden teruggebracht. Verschillende overzichtsartikelen geven doel en werkwijze van deze methode aan (4, 24, 25) [1]. Bij de projecten over de uievlieg en de vruchtbladroller bewerkt ioniserende straling steriliteit van de insekten; bij het project over het kasspint wordt gebruik gemaakt van bastaardsteriliteit, die optreedt na kruising van een bepaald ras met de bestaande populatie. De genetische bestrijding vormt een zeer selectief wapen. De invloed op de biocoenose is beperkt tot invloed op de talrijkheid van parasieten en predatoren van het betreffende insekt. De voornaamste reden voor het in studie nemen van de 'sterile-male' methode voor de bestrijding van de uievlieg is de verontrustende ontwikkeling van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen bij de groep van fytofage vliegen als uievlieg, wortelvlieg, koolvlieg en bonenvlieg (16), terwijl ook het residu-probleem bij een aantal groentegewassen reëel is. De uievlieg is gekozen omdat deze het grootste economische belang vertegenwoordigt - de export van al dan niet verwerkte uien had in 1967 een waarde van 100 miljoen gulden (14) -, terwijl de concentratie van de uieteelt in het zuidwesten van Nederland voordeel biedt bij de toepassing van de methode (3). De vruchtbladroller vormt in appelboomgaarden een obstakel voor de toepassing van de geïntegreerde bestrijding, omdat juist deze rupsen niet bevredigend bestreden kunnen worden daar een goed selectief bestrijdingsmiddel nog niet beschikbaar is. Men is daarom nog genoodzaakt middelen met een breed werkingsspectrum te gebruiken,

[1] Literatuurverwijzing naar p. 136

waardoor de resultaten behaald met selectieve middelen of met biologische bestrijding bij andere plagen weer te niet kunnen worden gedaan. Het succes van de geïntegreerde bestrijding hangt dus in sterke mate af van het ontwikkelen van een selectieve bestrijdingsmethode voor de vruchtbladroller.

De studie over het gebruik van de genetische bestrijding van de kasspintmijt berust op de resultaten van langjarig genetisch onderzoek (5). Uit de kruising van bepaalde genetisch afwijkende mannetjes met de wijfjes van een populatie in de kas worden steriele hybriden verkregen. Aangezien de wijfjes hier bij parthenogenetische voortplanting, dus bij uitblijven van bevruchting door een mannetje, slechts mannetjes voortbrengen, is het verkrijgen van grote aantallen mannetjes mogelijk. Daar de resistentieproblemen bij het spint talrijk zijn, terwijl ook de fytotoxische werking van bestrijdingsmiddelen en het residu moeilijkheden geven, is er voor de geschetste bestrijdingsmethode ruim perspectief aanwezig.

De uievlieg

Kweektechniek Toen in 1965 begonnen werd met het onderzoek naar de mogelijkheden van een bestrijding van de uievlieg met behulp van de populatie-sterilisatie techniek, bleken er in de literatuur betrekkelijk weinig gegevens voorhanden te zijn die als basis konden dienen. Vooral met betrekking tot het kweken, de paringsbiologie en voortplanting, en de oriëntatie op de waardplant was weinig onderzoek gedaan. Het was dan ook noodzakelijk om eerst een aantal technieken te ontwikkelen alvorens met de studie van de sterilisatie te kunnen beginnen. Als eerste diende een methode voor de continue kweek van de vlieg gevonden te worden (17). Het in diapauze gaan bleek voorkomen te kunnen worden door larven te kweken bij 20°C en 16 uur daglengte. De hieruit verkregen poppen bleken bij een temperatuur van 4°C zonder nadelige gevolgen zeker een jaar bewaard te kunnen worden; werden zij daarna bij hogere temperatuur gebracht dan ging de ontwikkeling normaal verder.

De volwassen vliegen worden gevoed (21) met in water opgelost sojahydrolysaat en honing of met een droog mengsel van magere melkpoeder, gist en suiker, terwijl water afzonderlijk wordt verstrekt (fig. 1). Op deze wijze gevoed, leven de vliegen gemiddeld zes weken en produceren de wijfjes een 150-200 eieren. Als substraat voor het

eileggen dient een schaaltje met vochtig zilverzand, waarop een stukje ui als stimulans. De in het zand gelegde eieren, het grootste deel, kunnen door opspoelen en affiltreren gemakkelijk daaruit verwijderd worden. Het uitkomen van de eieren verloopt optimaal bij een hoge luchtvochtigheid (21).

Veel aandacht is besteed aan het opkweken van de larven. Na veel vallen en opstaan is men tot een medium gekomen dat bestaat uit wortelmeel, gist en conserveringsmiddelen, waaraan terwille van een

Fig. 1 Kweekkooitje voor de uievlieg. In de buisjes bevinden zich verschillende voedingsstoffen, resp. sojahydrolysaat, honing en water. Bij de schijf ui worden de eieren gedeponeerd.

goede structuur wat gemalen filtreerpapier wordt toegevoegd (22, 23). Het geheel wordt met water aangemaakt tot een brei.

Radiologisch onderzoek Het radiologisch het gedeelte vanonderzoek betreffende de toepassing van de steriele-mannetjestechniek bestaat uit verschillende delen:

1 De bestraling en de daarmee verband houdende veranderingen in het gedragspatroon van de bestraalde dieren.

2 De toepassing van radioactieve isotopen (radioisotopen).

1 In 1965 zijn voorbereidende proeven gedaan om na te gaan bij welke dosis γ-stralen een dominant letale factor in de mannetjes kan worden geïnduceerd. Uit deze proeven (10), waarin doses van 10, 20 en 40 KR werden gebruikt, bleek dat de optimale dosis in ieder geval beneden de 10 KR moest liggen en verder dat bestraling in het laatste gedeelte van het popstadium de beste resultaten oplevert. In 1966 en 1967 (22, 23) zijn deze proeven herhaald met doses van 2, 3, 4 en 5 KR. Momenteel worden alle proeven gedaan met dieren die behandeld zijn met een dosis van 3 KR, een dosis waarbij zowel mannetjes als wijfjes vrijwel geheel steriel zijn. Steriliteit betekent in dit geval dat in het sperma van de mannetjes dominant letale factoren zijn geïnduceerd, zodat na bevruchting van een normaal wijfje de embryo's niet levensvatbaar zijn. Bij de wijfjes verhindert de bestraling de ontwikkeling van de ovariën, zodat geen eieren geproduceerd worden. Een herstel van de fertiliteit bij het ouder worden van de behandelde dieren blijft achterwege. In tegenstelling tot de verwachting werd bij de bestraalde dieren een verlenging van de levensduur waargenomen.

Bij de 'sterile male' techniek moet onderscheid worden gemaakt tussen insekten waarvan het wijfje één keer paart, dus monogaam is, en insekten waarvan het wijfje meerdere keren paart, dus polygaam is. In het eerste geval moet het bestraalde mannetje eenzelfde paringsfrequentie aan de dag leggen als het onbestraalde mannetje. De hoeveelheid sperma en de beweeglijkheid van het sperma is van ondergeschikt belang. In proeven werd geen verschil tussen bestraalde en nietbestraalde uievliegmannetjes waargenomen wat betreft de paringsfrequentie (12). Bij een polygame soort echter is naast de paringsfrequentie van de mannetjes ook de hoeveelheid en de kwaliteit van het sperma van de bestraalde mannetjes van belang omdat de bevruchtingskansen van de eieren hier van beide factoren afhangen.

Daarom is nagegaan (11) of het wijfje van de uievlieg polygaam dan wel monogaam is. Hiertoe werd een onbehandeld, maagdelijk wijfje samengebracht met een jong dito mannetje. Na verloop van 2 weken waren eitjes afgezet die op de gebruikelijke manier tot uitkomen werden gebracht. De aanwezigheid van larven duidde op een geslaagde paring. Hierna werd het eerste mannetje vervangen door een met ^{32}P gemerkt mannetje. De na deze verwisseling gelegde eitjes werden verzameld, op filtreerpapier gemonteerd en ge-autoradiografeerd. Het bleek, dat de eitjes radioactief waren en dat het wijfje in ieder geval nóg een maal gepaard moest hebben en dus polygaam is en verder dat niet alle eitjes van het eerste legsel na de verwisseling van de mannetjes radioactief waren, maar die van het tweede legsel wèl. Deze techniek zou van belang kunnen zijn bij het bepalen van het competitievermogen van het sperma van bestraalde mannetjes.

2 Gemerkte vliegen kunnen gebruikt worden om hun vliegafstand en hun verspreiding te bepalen. Daarom is gezocht naar methoden om uievliegen te merken met radioisotopen. In het volwassen stadium kunnen de dieren eenvoudig gemerkt worden door een isotoop te mengen door voedsel of drinkwater (10). Deze methode heeft echter het nadeel dat de vliegen na het uitkomen uit de pop geruime tijd in een kooi gehouden moeten worden en als oudere dieren moeten worden losgelaten. Een beter beeld van de gedragingen van de vlieg krijgt men wanneer de gemerkte dieren na het uit de pop komen direct in dezelfde omstandigheden verkeren als hun wilde soortgenoten. Daarom werd ook getracht om radioactieve vliegen te verkrijgen door het behandelen van de larven of de poppen. Het beste resultaat werd verkregen als vrijwel volgroeide larven gedurende 24 uur gedompeld werden in een waterige oplossing van ^{22}Na onder ruime toevoeging van zuurstof. In onze proeven werd gebruik gemaakt van een $^{22}NaCl$-oplossing ter sterkte van 1 μCi per ml. Daar de halfwaardetijd van ^{22}Na 2,6 jaar is en tot dusverre geen toxische effecten waargenomen zijn, lijkt dit isotoop voor deze proeven zeer goed bruikbaar.

Concurrentievermogen van bestraalde mannetjes Nadat was vastgesteld dat een stralingsdosis van 3 KR de vliegen steriel maakt, was het van groot belang na te gaan of de bestraalde mannetjes kunnen concurreren met niet bestraalde (22). Tot nu toe zijn hierover twee proeven gedaan. De verkregen resultaten wijzen erop dat de bestraal-

de mannetjes, althans onder proefomstandigheden, niet achterbleven bij de normale, fertiele mannetjes. Ook in deze proeven werden aanwijzingen verkregen dat de wijfjes polygaam zijn.

Histologisch en cytologisch onderzoek Een van de voorwaarden voor een geslaagde toepassing van de populatie-sterilisatiemethode is dat het gedrag van de gekweekte bestraalde dieren gelijkwaardig is aan dat van de dieren in het veld. Aangezien uit de literatuur (9) blijkt dat de bestraling dikwijls een schadelijk effect heeft op de insekten, zonder dat duidelijk wordt waaraan dit te wijten is, werd het noodzakelijk geacht grote aandacht te besteden aan het effect van de bestraling op de uievlieg. Het histologisch en cytologisch onderzoek (20) naar de bestralingseffecten op de gonaden van de uievlieg wil een fundamenteel wetenschappelijke achtergrond bieden betreffende de effecten van ioniserende straling op het weefsel en de cellen van de mannelijke geslachtsorganen van de uievlieg, alsmede betreffende eventuele pathologische verschijnselen in andere weefsels en organen.

Met behulp van geschikte technieken wordt nagegaan hoe de normale ontwikkeling van de mannelijke geslachtsorganen geschiedt. Op basis van deze kennis zijn meer betrouwbare conclusies te trekken omtrent invloeden van ioniserende straling op het verloop van de spermavorming en processen die daarbij een rol spelen.

De technieken, gebruikt bij het verwerken van het materiaal, blij-

Fig. 2 A. Chromosomen bij een normale kerndeling in testisweefsel van een niet-bestraald ♂ van de uievlieg.

B. Chromosomen, in stukken gebroken door een bestraling van de pop met 3 KR harde X-stralen.

ken van groot belang te zijn voor het verkrijgen van betrouwbare en reproduceerbare gegevens. Daarom werd veel aandacht besteed aan het vergelijken en verbeteren van deze methoden, aangepast aan de aard van het materiaal en de behoeften van het onderzoek.

Gevonden werd dat bestraling van twaalf dagen oude poppen van de uievlieg met 3 KR harde X-stralen de vorming van een groot deel der spermatiden tot rijpe beweeglijke spermiën niet verhindert. Jonge celtypen in de mannelijke geslachtsklieren kunnen zich echter niet verder ontwikkelen, waardoor afbraak van deze cellen optreedt en herstel van de stralingsschade niet mogelijk blijkt. In testes van juist uit de pop gekomen bestraalde mannelijke vliegen worden geen normale delingen gevonden, hetgeen de histologische waarnemingen bevestigt. Morfologisch vertonen de gevormde spermiën geen afwijkingen, doch normale wijfjes gepaard met bestraalde mannetjes leggen eieren die niet uitkomen. Inductie van dominant letale factoren in het sperma staat daardoor vast (fig. 2). Bij bestraalde vrouwelijke dieren treedt een remming op van de ovariënontwikkeling. Het stadium van de dooiervorming in de oudste eikamers wordt nog juist bereikt, maar de vorming van volledige eieren vindt niet meer plaats; na enige weken worden de dooierresten van deze eieren door het lichaam teruggenomen. De ovariën nemen daarbij sterk in omvang af.

Andere organen en weefsels dan de gonaden vertonen geen met de lichtmicroscoop waarneembare afwijkingen, hetgeen nog niet wil zeggen dat er aan deze organen geen schade zou zijn toegebracht. Dit wordt nog verder onderzocht.

Fenologie In verband met het tijdstip waarop bestraalde dieren losgelaten dienen te worden, is het noodzakelijk een goed inzicht te verkrijgen in de fenologie van de uievlieg en methoden te ontwikkelen waarmee een juist beeld van het verschijnen en van de vluchtperioden kan worden verkregen. De waarnemingen hieromtrent worden gedaan aan de hand van het uitkomen van de vliegen in vangbakken die gezet worden op een sterk aangetast perceel uien of op bijeengebracht aangetast materiaal (18). De uievlieg blijkt volgens de voorlopige gegevens (18, 19) drie verschijningsperioden te hebben, nl. een eerste van eind april tot eind juni-begin juli, een tweede van eind juni tot eind augustus-begin september en een derde in de tweede helft van september. In het algemeen gesproken zijn in het begin van de vlucht de mannetjes in de meerderheid, en in het tweede deel de wijfjes.

Zowel bij de eerste als bij de tweede generatie blijkt een gedeelte van de pupariën geen vliegen op te leveren. De rustperiode van deze zgn. overliggende pupariën wordt onder natuurlijke omstandigheden pas in het volgende jaar doorbroken. De eruit voortkomende vliegen verschijnen naar het schijnt allen bij de eerste vlucht in dat jaar.

De vruchtbladroller

In de inleiding is reeds het belang geschetst dat toepassing van de populatie-sterilisatietechniek bij de vruchtbladroller zou kunnen hebben voor de geïntegreerde bestrijding van plagen in appelboomgaarden. Over deze plaag is reeds veel onderzoek verricht onder andere over de fenologie (6), ziekten (13) en parasieten (7), over de verspreiding, de populatiedichtheid en over het merken van de motjes met radioisotopen (12). Door de ontwikkeling van een kunstmatig dieet voor de rupsen van de vruchtbladroller, gebaseerd op het tarwekiemmedium van Adkisson et al. (1), ontstond de mogelijkheid voor het tot stand brengen van een massakweekmethode, één van de voorwaarden voor toepassing van de genetische bestrijdingsmethode. In het begin werden de rupsjes individueel in buisjes met medium opgekweekt (8) omdat ze elkaars nabijheid niet verdragen. Deze wijze van kweken is echter zeer arbeidsintensief. De nu meestbelovende kweektechniek bestaat uit het uitstrooien van kleine brokjes voedingsmedium op de bodem van een kweekbak, waarna hierop een rooster wordt gelegd. Op punt van uitkomen staande eispiegels worden hierop gelegd en de jonge uitkomende rupsjes vinden in de vele hoeken van rooster en dieet goede schuilplaatsen voor een continue ontwikkeling.

Voor sterilisatie (2) komen om technische redenen alleen het ei- en het volwassen-vlinderstadium in aanmerking, daar voor de scheiding van poppen of larven van het voedingsmedium nog geen geschikte techniek is gevonden.

Bestraling van eieren kort voor het uitkomen van de rupsjes bleek weinig perspectief te bieden. Bij de laagste stralingsdosis (1 KR) werden uit de eieren ruim 70 % goed ontwikkelde vlindertjes verkregen. De eieren, die door deze motten gelegd waren, kwamen echter normaal uit. Pas bij een bestraling van de eieren met 5 KR bleken de vlindertjes maar een geringe vruchtbaarheid te bezitten. Een groot gedeelte (85 %) van de vlinders, opgekweekt uit deze bestraalde eieren, had echter misvormde vleugels, waardoor zij niet konden vliegen.

Betere vooruitzichten biedt bestraling van de volwassen vlinders. In navolging van Canadees onderzoek met het fruitmotje (15) werden in een eerste proef pas ontpopte vlinders onder CO_2-narcose bestraald met 50 en 25 KR harde X-stralen. Het resultaat was dat bij 50 KR, zowel bij kruisingen tussen bestraalde als tussen bestraalde en onbestraalde dieren, geen levensvatbare nakomelingschap werd voortgebracht. Na bestraling met 25 KR kwam bij kruising van bestraalde wijfjes met onbestraalde mannetjes 2,5 % van de eieren uit. De zich uit deze eieren ontwikkelende dieren werden verder gekweekt om de vruchtbaarheid van het nageslacht te bepalen. Vooral van vlinders is namelijk bekend dat de invloed van de bestraling zich nog kan openbaren als onvruchtbaarheid van de volgende generatie. Het grootste deel van de voortgekweekte dieren bleek inderdaad onvruchtbaar te zijn, maar er bevonden zich toch enkelen onder die bij kruising met normale dieren een levensvatbare nakomelingschap gaven. De CO_2-narcose verminderde de paringsactiviteit tot de helft, hetgeen bleek bij tellen van het aantal spermatophoren dat bij de wijfjes aanwezig was. Bij de paring wordt namelijk het sperma in een later terug te vinden kapsel door het mannetje overgebracht, terwijl het aantal spermatophoren overeen komt met het aantal paringen. Om deze reden werd in een volgende proef de bestraling uitgevoerd zonder CO_2-narcose. Nu bleek dat bij een stralingsdosis van 25 KR geen levensvatbare nakomelingen ontstonden (zowel bij kruisingen tussen bestraalde als bij kruisingen met onbestraalde dieren). Door bestraling met 14 KR werd het percentage uitkomende eieren bij de kruising: bestraalde mannetjes met onbestraalde wijfjes, teruggebracht tot 2 %. In kruisingen waarbij bestraalde wijfjes betrokken waren, kwam uit geen enkel ei een rupsje. De spermatophorentelling wees uit dat de paringsactiviteit van de bestraalde dieren niet veel minder was dan die van niet-bestraalde, terwijl de eiproduktie van de bestraalde wijfjes iets kleiner was dan die van niet-bestraalde. Door het vermijden van de CO_2-narcose kon dus met een veel lagere stralingsdosis worden volstaan. De stralingsdosis zal echter nog door verder onderzoek nader gepreciseerd moeten worden.

Als belangrijke punten van onderzoek komen verder nog naar voren:

1 Het zoeken naar een goede methode voor de aantalsbepaling en het verspreidingsvermogen van *Adoxophyes reticulana* in het veld, vooral voor zo ver het de wijfjes betreft.

2 Het vereenvoudigen van de kweektechnieken en het opzetten van een massakweek.

De tot nu toe bereikte resultaten vormen een aanmoediging om de pogingen de vruchtbladroller met behulp van de steriele-mannetjestechniek te bestrijden, voort te zetten.

De kasspintmijt

Zoals in de inleiding is uiteengezet, berust het project over de kasspintmijt op een andere basis dan de beide voorgaande. Het onderzoek naar de genetische variabiliteit bij spintmijten werd in 1967 begonnen. Het wil een beter inzicht geven in het eigenaardige genetische systeem van spintmijten, en is gepland over een periode van vier jaar.

Dit fundamenteel gerichte onderzoek werd niet in de eerste plaats ingegeven door een academische belangstelling, doch beoogt meer een praktische doelstelling: nieuwe biota ontwikkelen voor de bestrijding van deze plaag. Dat bestudering van de genetische bestrijding van schadelijke organismen door kruisen met incompatibele stammen lonend kan zijn, is gedemonstreerd in de medische entomologie, waar onvermoede successen geboekt zijn d.m.v. manipulaties met het in de natuur voorhanden zijnde genetische materiaal bij ziekten-overbrengende muggen van de geslachten Culex, Anopheles en Aëdes.

Het project omvat verschillende onderdelen, zoals onderzoek naar de geslachtsbepaling, de overerving van subvitale en lethale factoren, en de bestudering van incompatibiliteiten tussen verschillende populaties. Het laatste onderdeel biedt concrete perspectieven voor een bestrijdingstype: het steriliseren van populaties in kassen d.m.v. een incompatibele stam. Een aantal primaire facetten betreffende deze wijze van bestrijding is onderzocht. De resultaten zijn bemoedigend. Zo bleek het mogelijk de incompatibele stam resistent tegen insekticiden te maken. Daarnaast zijn de ♂♂ aanvaardbaar competitief met ♂♂ van de in kassen voorkomende stammen. De massaproduktie is economisch uitvoerbaar, daar gebruik gemaakt kan worden van de haplo-diploide geslachtsbepaling van deze mijten: onbevruchte ♀♀ produceren slechts ♂♂. In arbeidstijd uitgedrukt is het mogelijk om 100 ♂♂ per minuut werktijd te fabriceren. Bovendien blijken ♂♂ onder behoud van potentie bij lage temperaturen over langere tijd bewaard te kunnen worden.

De prognose voor dit onderzoek is dat in 1969 in de praktijk geexperimenteerd moet worden teneinde de oecologische factoren alsmede de wijze van verspreiding van de ♂♂ te analyseren.

Geïntegreerde bestrijding in de appelteelt

DR. H. J. DE FLUITER

Het onderzoek van Pickett en zijn medewerkers, dat in Nova Scotia (10) tot een opvallend goed werkende geïntegreerde bestrijding van de ziekten en plagen in de appelteelt leidde, werd in hoofdstuk 2 reeds besproken. Het merkwaardige is dat men in Nova Scotia empirisch tot dit schema is gekomen. Toen het tot stand gekomen was en bleek te werken, wist men echter nog niet hoe het werkte. Het onderzoek naar het werkingsmechanisme van het systeem volgde namelijk pas later. Ook bleek al spoedig dat het door Pickett uitgewerkte schema elders niet bruikbaar was, ook niet in Canada zelf (8) [1]. Bovendien bleek dat enige middelen, die een belangrijk onderdeel van het schema vormen, niet overal toegepast kunnen worden. Zo bleek onder meer dat Ryania - althans het in Europa verkrijgbare - in Nederland aanleiding gaf tot verruwing van de schil bij enkele gevoelige appelrassen, waaronder Golden Delicious. Ook tegen de opneming van loodarsenaat en Bordeauxse pap in een bestrijdingsschema voor de appelteelt bestonden in Nederland bezwaren. Dit alles maakte het noodzakelijk om voor ons land een geheel nieuw schema te ontwikkelen. Getracht werd een dergelijk schema op te bouwen op basis van onderzoek omtrent de boomgaardfauna, de verhouding tussen de schadelijke dieren en hun natuurlijke vijanden, hun gevoeligheid voor de gangbare chemische bestrijdingsmiddelen en de invloed van de voedselplant op de ontwikkelingsmogelijkheden van de schadelijke organismen.

Men begon dus met de ontrafeling van het probleem om daarna door synthese te komen tot een - op de resultaten van het onderzoek steunend - bestrijdingsschema, waarvan men dan het werkingsmechanisme onder alle omstandigheden zou kennen.

Voor dit onderzoek was belangrijk dat reeds eerder was gebleken

---

[1] Literatuurverwijzing naar p. 138

dat in onbehandelde boomgaarden het aantal diersoorten groter was dan in behandelde boomgaarden, doch dat het aantal dieren per soort er kleiner was. In de met chemische middelen behandelde boomgaarden kwamen minder soorten voor, maar de soorten die er voorkwamen, waren er met veel meer individuen vertegenwoordigd en waren voornamelijk schadeverwekkende soorten. Eronder waren sommige soorten (o.a. de fruitspintmijt) die in onbehandelde (verwaarloosde) boomgaarden nooit als plaag optraden, maar in behandelde (= verzorgde) boomgaarden meestal ernstige moeilijkheden veroorzaakten. Weer andere soorten traden in beide categorieën van boomgaarden schadelijk op. Het lag voor de hand te veronderstellen dat in het eerste geval in de verwaarloosde bedrijven een natuurlijk weerstandscomplex aanwezig was, dat in het verzorgde bedrijf om bepaalde redenen ontbrak. Ook mocht aangenomen worden, dat voor de dieren, die in beide boomgaardtypen als plagen optraden, een voldoend werkend complex van natuurlijke weerstandsfactoren ontbrak. In het eerste geval konden er mogelijkheden voor een biologische bestrijding verwacht worden; in het laatste geval zou verder onderzoek waarschijnlijk aantonen, dat men er zonder toepassing van chemische middelen niet zou kunnen komen. De vraag was of deze veronderstellingen juist waren.

Bij de bespreking van de taak van de Werkgroep werd erop gewezen dat het doel van het onderzoek is, te komen tot een duurzame en economisch rendabele bestrijding van ziekten en plagen door integratie van de oecologische en de technische bestrijding en voorts, dat het streven gericht is op het voorkómen van plagen. De nadruk moet dus gelegd worden op het treffen van preventieve maatregelen; pas wanneer deze om de een of andere reden falen, zal men curatief moeten ingrijpen.

Om het optreden van plagen te voorkómen is de aanwezigheid van een zo groot mogelijke natuurlijke weerstand tegen de vermeerdering van de schadelijke organismen in onze cultures gewenst. Dit kan bereikt worden door het treffen van maatregelen die de weerstand van de plant vergroten, haar voor de ontwikkeling van schadelijke organismen minder geschikt maken òf de werking van het complex van natuurlijke vijanden en pathogenen versterken. Dit laatste kan men doen door hun ontwikkeling te bevorderen, door het complex zo veel mogelijk te sparen bij het uitvoeren van noodzakelijk geworden be-

spuitingen met bestrijdingsmiddelen, of door de natuurlijke vijanden en pathogenen opzettelijk te gaan kweken om ze bewust bij de bestrijding te gaan gebruiken (biologische bestrijding). Ook de teelt van resistente of weinig gevoelige rassen van het cultuurgewas moet tot de weerstandsverhogende maatregelen gerekend worden.

De geïntegreerde bestrijding eist niet alleen een grondige kennis van de plantaardige en dierlijke organismen die in het betreffende cultuurgewas economisch schadelijk kunnen gaan optreden, doch verlangt ook de nodige kennis van hun natuurlijke vijanden als regelaars van hun getalsterkte. Voor dit laatste is het ook noodzakelijk dat men de verhoudingen die er tussen de organismen bestaan, kent, vooral wanneer het om voedselconcurrenten of om schadelijke dieren en hun roofvijanden, parasieten en hun hyperparasieten gaat. Ook moet men goed bekend zijn met de invloed van de chemische middelen die in de fruitteelt algemeen worden toegepast op de schadelijke en de nuttige dieren.

De Commissie voor Fytofarmacie zorgt voor het welzijn van de mens als consument van de behandelde produkten door het opstellen van voorschriften voor een veilig gebruik en een wettige toepassing van de middelen.

Schadelijke dieren in de boomgaard, hun vijanden en pathogenen

Het onderzoek van de Werkgroep concentreerde zich op de fruitteelt en in het bijzonder op de appelteelt. Bij de inventarisatie van de fauna van de appelboomgaarden, waarover door het onderzoek van de 'Studiegroep Insektenfenologie' van de 'Studiekring voor Oecologisch Onderzoek' van het Koninklijk Genootschap voor Landbouwwetenschap reeds veel bekend was geworden, concentreerde de werkgroep zich vooral op de schadelijke dieren en hun natuurlijke vijanden, en op de uitbreiding van de kennis omtrent hun onderlinge betrekkingen. Deze vertoonde nog grote hiaten die opgevuld moesten worden alvorens men tot een waardering van de verschillende elementen voor het tot stand brengen van een evenwichtige levensgemeenschap kon komen.

De organismen, die in de Nederlandse appelboomgaarden economische schade kunnen aanrichten, zijn de volgende:

Schadelijke organismen	Opmerkingen
Plantaardige parasieten	
appelschurft *(Venturia inaequalis)*	
appelmeeldauw *(Podosphaera leucotricha)*	
vruchtboomkanker *(Nectria galligena)*	
vruchtrot *(Pezicula malicorticis)*	
Dierlijke plagen	
kommaschildluis *(Lepidosaphes ulmi)*	Deze aantasting is, vermoedelijk mede door het gewijzigde cultuursysteem, sterk in betekenis afgenomen.
appel-grasluis *(Rhopalosiphum insertum)*	Migreert in voorjaar van appel naar grassen; in het najaar vindt terugmigratie naar appel plaats. Overwintering op appel als ei.
roze appelluis *(Dysaphis plantaginea)*	Migreert in het voorjaar naar weegbree-soorten; in het najaar vindt terugmigratie naar appel plaats. Overwintering op appel als ei.
groene appeltakluis *(Aphis pomi)*	Overwintert als ei op jonge appelboompjes in kwekerijen en op andere Rosaceeën zoals haagdoorn *(Crataegus*-soorten*)*, lijsterbes *(Sorbus*-soorten*)* e.a. Verplaatst zich vandaar in de zomer naar de produktieboomgaarden.
diverse soorten bloedvlekkenluizen *(Dysaphis devecta, D. anthrisci* e.a.*)*	Deze treden nog slechts zelden schadelijk op.
appelbloedluis *(Eriosoma lanigerum)*	De aantasting is sterk afgenomen.
appelbladvlo *(Psylla mali)*	
groene appelwants *(Lygus pabulinus)*	
appelbloesemkever *(Anthonomus pomorum)*	

fruitmot *(Carpocapsa pomonella)*	Deze aantasting is in het laatste decennium, vermoedelijk mede door het gewijzigde cultuursysteem, sterk in omvang afgenomen. Vóór de 2e wereldoorlog was het het schadelijkste insekt in de appelteelt.
vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana)*	Is sinds de 2e wereldoorlog als plaag gaan optreden; het is thans een van de schadelijkste soorten in de appelteelt.
andere bladrollersoorten (w.o. de heggebladroller *Archips rosana, Pandemis heparana* e.a.)	
kleine wintervlinder *(Operophtera brumata)*	
voorjaarsuilen *(Orthosia*-soorten)	
appelspintmot *(Hyponomeuta padellus malinellus)*	Treedt slechts plaatselijk talrijk op.
bladmineerders (o.a. *Stigmella malella, Leucoptera scitella* en *Lyonetia clerkella)*	De belangrijkste is thans *Stigmella malella.*
appelzaagwesp *(Hoplocampa testudinea)*	De betekenis van deze plaag is in het algemeen sterk afgenomen.
fruitspintmijt *(Panonychus ulmi)*	Door het optreden van stammen van deze mijt die resistent zijn tegen verscheidene mijt- en insektenbestrijdingsmiddelen wordt de bestrijding met chemische middelen steeds moeilijker.

Uit het bovenstaande blijkt dat het complex van schadelijke organismen in de appelteelt uitgebreid is, hetgeen voor de ontwikkeling van een geïntegreerd bestrijdingsprogramma zeker zijn moeilijkheden en problemen meebrengt. Als echter in de appelteelt een goed werkende geïntegreerde bestrijding ontwikkeld kan worden, dan kan dit grotendeels ook in de andere takken van de teelt van groot fruit over-

genomen worden, omdat daarin overeenkomstige ziekten en plagen voorkomen.

Voor het ontwikkelen van een geïntegreerd bestrijdingsprogramma moesten in de eerste plaats de verhoudingen tussen de schadelijke organismen en hun natuurlijke vijanden bestudeerd worden. Het bleek mogelijk hiervoor een aantal onderzoekers die reeds binnen het kader van hun respectievelijke werkprojecten op dit terrein werkzaam waren, in te schakelen. Dit onderzoek verschafte ons behalve een overzicht van de nuttige dieren die in onze boomgaarden voorkomen, ook een inzicht in hun betekenis als sterftefactor met betrekking tot de belangrijkste schadelijke insekten en mijten.

Zo bleek uit laboratorium- en uit veldproeven dat roofmijten van het geslacht *Typhlodromus* (nl. *T. tiliae* en *T. potentillae*) in staat waren om de populaties van de fruitspintmijt *(P. ulmi)* tot een lage dichtheid terug te brengen en op een laag niveau te houden (17, 19).

Ook roofwantsen kunnen bij de regulatie van de spintmijten een rol spelen. De soorten *Anthocorus nemorum, A. nemoralis* en *Orius* spec. kunnen vrij algemeen in onze boomgaarden voorkomen. De twee eerstgenoemde bleken zich behalve met spintmijten ook met bladluizen, rupsen en larven van bladvlooien te voeden. Zij zijn dus polyfaag. De betekenis van deze roofwantsen voor de bestrijding van de schadelijke soorten in de boomgaard wordt thans nog nader onderzocht.

De voornaamste appelbladluizen bleken allen hun parasieten en deze weer hun hyperparasieten te hebben (5, 6, 7). De parasieten bleken voor de regeling van de populatiedichtheid van de bladluizen op de appel van geringe betekenis te zijn; roofvijanden - en wel voornamelijk lieveheersbeestjes en hun larven - kunnen in het vroege voorjaar soms danig huishouden in de bladluiskolonies, maar de invloed van de weersomstandigheden in de winter (bloedluis) en het vroege voorjaar bleek toch van groter belang te zijn voor de populatie-ontwikkeling van de bladluizen.

Het onderzoek met betrekking tot de appelbloesemkever bracht aan het licht dat deze kever, althans plaatselijk, in sterke mate beparasiteerd wordt door het sluipwespje *Syrrhizus delusorius*, dat de populatiedichtheid van zijn waard belangrijk kan beperken omdat de parasiet per jaar twee generaties ontwikkelt tegenover één generatie van de gastheer. Soms bleek 60 % van de kevers beparasiteerd te zijn.

Ook de bladmineerder *Stigmella malella* bleek een sluipwesp, *Cirrospilus vittatus*, als parasiet te hebben, die vermoedelijk belangrijk kan zijn voor de regulatie van zijn populatiedichtheid.

Het onderzoek naar de roofvijanden en parasieten van de bladrollerrupsen leverde weinig hoopvolle gegevens op. Roofwantsen, sluipwespen en parasietvliegen bleken als natuurlijke vijanden op te treden. De parasitering door de sluipwespen bleef echter steeds op een laag niveau (max. 30 %) en was daardoor slechts van ondergeschikte betekenis. De sterfte door parasietvliegen was ook gering; die door roofwantsen is nog onvoldoende bestudeerd. Gedurende de winter, doch ook in de andere seizoenen, kunnen insektenetende vogels o.a. mezen bijdragen tot de vermindering van hun aantal. De door deze factoren onder de rupsen veroorzaakte sterfte is echter meestal onvoldoende en voorkomt niet dat zij regelmatig schade aanrichten.

De eiparasiet *Trichogramma embryophagum* leek aanvankelijk

Fig. 1 Een ♂ roofmijt van de soort Typhlodromus tiliarum *Ouds. (sterk vergroot).*

perspectieven te bieden voor de biologische bestrijding van de bladrollers. In het Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung te Darmstadt was een methode uitgewerkt voor de massakweek van deze parasiet in het laboratorium. Daarbij werd gebruik gemaakt van de eieren van de graanmot *(Sitotroga cerealella)*. Tevens werden daar

Fig. 2 Door roze appelluis (Dysaphis plantaginea) *beschadigde appels.*

methoden uitgewerkt waardoor de geparasiteerde eitjes door verspuiten regelmatig over de boomkruinen konden worden verdeeld. Deze methoden werden overgenomen en geperfectioneerd. In 1961 werden in de proefboomgaard Albertinahoeve te Kloetinge (Z) voor het eerst geïmporteerde eiparasieten in groot aantal vrijgelaten. Het resultaat was dat ca. 50 % van de vruchtbladrollereieren door de sluipwespen geparasiteerd werd. Later werd dit resultaat echter nooit meer verkregen. Nader onderzoek wees uit dat het effect van de eiparasieten in sterke mate bepaald wordt door de weersomstandigheden. Hoe warmer het weer, des te actiever zijn de eiparasieten en des te groter is de parasitering. Onze vochtige en vaak vrij koele zomers bleken echter voor de sluipwespjes niet gunstig te zijn.

In 1964 werden de proeven gestaakt omdat de parasieten uit de massakweek op graanmoteieren de eieren van de oorspronkelijke gastheer, de heggebladroller, niet meer beparasiteerden. Dergelijke gedragsmutaties zijn bij deze sluipwespjes meer bekend; zij bemoeilijken hun toepassing bij de bestrijding wanneer massakweek op een vreemde gastheer hiervoor noodzakelijk is.

In de proefboomgaard Thedinghsweert trad in het voorjaar van 1961 plotseling een grote sterfte op onder de rupsen van de vruchtbladroller, die daar toen talrijk optraden in het gedeelte dat volgens een geïntegreerd spuitschema werd behandeld. Uit deze rupsen werd een kernpolyedervirus geïsoleerd. Dit virus biedt mogelijkheden voor de bestrijding van de vruchtbladroller temeer daar nu een methode is uitgewerkt waarmede de rupsen van de vruchtbladroller in het laboratorium in grote aantallen gekweekt kunnen worden (1, 9), waardoor ook het verkrijgen van het virus in grote hoeveelheden mogelijk is geworden. Het virus schijnt in Nederland latent in de populaties van de vruchtbladroller aanwezig te zijn en daarin door bepaalde factoren, waaronder ongunstige weers- en voedingsomstandigheden, infectie met ander vreemd virus - o.a. met het kernpolyedervirus van de kooluil - geactiveerd te kunnen worden. Het kernpolyedervirus van de kooluil *(Mamestra brassicae)* komt daarom ook voor bestrijding van de vruchtbladroller in aanmerking. Ter verkrijging van een grote hoeveelheid van dit virus worden thans voorbereidingen getroffen om ook deze rupssoort op een kunstmatig medium in het laboratorium in het groot te kweken.

Nevenwerkingen van bestrijdingsmiddelen

Een van de belangrijkste problemen bij de geïntegreerde bestrijding is de vraag welke chemische middelen men kan toepassen wanneer de oecologische bestrijding door het ontsnappen van de schadelijke organismen aan het natuurlijke weerstandscomplex tijdelijk zou falen. Men kan op deze vraag pas een antwoord geven wanneer men het effect van de thans algemeen in boomgaarden gebruikte fungiciden, insekticiden en acariciden op de natuurlijke vijanden van de plagen kent. Daarom werd in laboratorium- en veldproeven de werking van een groot aantal chemische bestrijdingsmiddelen op de belangrijkste nuttige dieren in de boomgaard (roofmijten, roofwantsen en sluipwespen) onderzocht. Enige van de daarbij verkregen resultaten worden vermeld in tabel 1. Het onderzoek bracht ook aan het licht, dat verschillende organische fosforverbindingen door de verharde huid van geparasiteerde bladluizen kunnen heendringen en zodoende de parasiet in de gemummificeerde bladluizen nog kunnen doden.

Op basis van de verkregen gegevens kon voor de geïntegreerde bestrijding van fruitspintmijt, appelbladluizen, spinselmot, wintervlinder en vermoedelijk ook kommaschildluis een passend schema opgebouwd worden. De bestrijding van de groene appelwants, de bladrollers en de zaagwesp plaatst ons echter nog voor grote moeilijkheden, omdat ons hiervoor nog geen voldoende selectief werkende middelen ter beschikking staan. In dergelijke gevallen zal men nog zijn toevlucht moeten nemen tot middelen met een breder werkingsspectrum; daaruit dient men dan de minst schadelijke te kiezen.

Middelen met een breed werkingsspectrum kunnen echter ook voor een goed geïntegreerd schema aanvaardbaar zijn wanneer zij maar op een wijze of op een tijdstip toegepast kunnen worden waarop zij aan de nuttige elementen zo weinig mogelijk schade berokkenen. Ook hierover wordt onderzoek verricht; enkele selectieve toepassingsmethoden werden reeds in kleine veldproeven getoetst.

Het resultaat van het vele onderzoek dat op het gebied van de nevenwerkingen van bestrijdingsmiddelen is verricht, kristalliseert zich uit in het 'geïntegreerde bestrijdingsschema 2' en het 'gematigd schema 3' die in de proefboomgaard 'de Schuilenburg' uitvoerig getoetst en vergeleken worden met het thans in de praktijk gangbare 'intensieve bestrijdingsschema 1'. In het volgende hoofdstuk wordt dit nader besproken.

Tabel 1 De invloed van bestrijdingsmiddelen op enkele nuttige elementen van de boomgaardfauna. (Volgens proeven van D. J. de Jong en M. van de Vrie). Voor legenda zie p. 105.

Middel	Formulering	Concentratie	*Trichogramma embryophagum cacoeciae*	*Aphelinus mali*	*Anthocoris nemorum*		*Orius* spec.		Roofmijten verschillende soorten	Aard van de proef	
Fungiciden					im.	la.	im.	la.			
captan 83 %	sp.p.	0,15 %	±	±	O	O	±	±	O	L	V
dichlofluanid 50 %	sp.p.	0,10 %	±	—	O	O	—	—	O	L	V
dichlofluanid 50 %	sp.p.	0,08 %	+ — ±	—	—	—	—	—	—		
binapacryl 25 %	sp.p.	0,10 %	+	+	O	O	±	±	+	L	V
dinobuton 50 %	vlb.	0,10 %	—	—	—	—	—	—	±		V
dinocap 25 %	sp.p.	0,06 %	+	±	O	O	±	±	+	L	V
zineb	sp.p.	0,20 %	—	±	O	O	O	O	O	L	V
thiram 80 %	sp.p.	0,15 %	±	±	O	O	O	O	O	L	V
triamifos 20 %	sp.p.	0,10 %	+ — ±	+	O	O	±	±	O	L	V
koperoxychloride 50 %	sp.p.	0,25 %	—	—	—	—	—	—	±	L	
oxythiochinox	sp.p.	0,03 %	—	+	±	±	±	±	+	L	V
spuitzwavel	sp.p.	0,25 %	—	O	±	±	±	±	+	L	V
zwavel 45 % + captan 2 %	sp.p.	0,50 %	+	—	—	—	—	—	—		
zwavel 72 % + tuzet 4.8 %	sp.p.	0,50 %	+	—	—	—	—	—	—		
dodine 65 %	sp.p.	0,06 %	±	—	—	—	—	—	O		V
dodine 65 %	sp.p.	0,08 %	+ — ±	—	—	—	—	—	—		
MC 1947 50 %	sp.p.	0,05 %	—	—	—	—	—	—	O	L	V
dinitrorhodaanbenzeen	sp.p.	0,15 %	—	—	—	—	—	—	±	L	

Middel	Formulering	Concentratie	*Trichogramma embryophagum cacoeciae*	*Aphelinus mali*	*Anthocoris nemorum*		*Orius* spec.		Roofmijten verschillende soorten	Aard van de proef	
Insekticiden					im.	la.	im.	la.			
carbaryl 50 %	sp.p.	0,10 %	+	+	±	±	O	O	±	L	V
isolan 6 %	vlb.	0,10 %	+	±	O	O	±	±	O	L	V
Undeen	sp.p.	0,10 %	—	+	+	+	+	+	+	L	V
DDT 75 %	sp.p.	0,135 %	+	—	+	+	+	+	+	L	V
DDD 50 %	sp.p.	0,20 %	+	—	—	—	—	—	—		
endosulfan 50 %	sp.p.	0,20 %	+	+	±	±	±	±	±	L	V
lindaan 21 %	sp.p.	0,07 %	+	—	—	—	—	—	—		
azinfos-methyl 25 %	sp.p.	0,15 %	+	+	+	+	+	+	+	L	V
bromofos 23 %	sp.p.	0,10 %	+	—	—	—	—	—	—		
demeton	vlb.	0,05 %	—	+	±	±	±	±	+	L	V
diazinon 20 %	sp.p.	0,10 %	+	+	+	+	+	+	+	L	V
dimethoaat 20 %	sp.p.	0,10 %	+	—	—	—	—	—	—		
dichloorvos 50 %	vlb.	0,10 %	—	—	+	+	+	+	+	L	V
fenitrothion 40 %	sp.p.	0,10 %	+	—	—	—	—	—	—		
malathion 25 %	sp.p.	0,15 %	+	+	+	+	+	+	+	L	V
mevinfos 22.5 %	m.o.	0,05 %	+	+	+	+	+	+	+	L	V
ethylparathion 25 %	sp.p.	0,06 %	+	+	+	+	+	+	+	L	V
prothoaat 20 %	sp.p.	0,10 %	+	—	—	—	—	—	—		
TEPP 30 %	m.o.	0,10 %	—	+	+	+	+	+	+	L	V
trichloorfon 80 %	sp.p.	0,10 %	+	+	O	O	±	±	±	L	V
Ultracid 40 %	sp.p.	0,10 %	+	—	—	—	—	—	—		
vamidothion	vlb.	0,10 %	—	+	+	+	+	+	+		V

Middel	Formulering	Concentratie	*Trichogramma embryophagum cacoeciae*	*Aphelinus mali*	*Anthocoris nemorum*		*Orius* spec.		Roofmijten verschillende soorten	Aard van de proef	
Acariciden					im.	la.	im.	la.			
dicofol 18.5 %	sp.p.	0,15 %	±	—	O	O	O	O	O	L	V
chloorbenside 20 %	sp.p.	0,10 %	O	O	O	O	O	O	O	L	V
tetradifon 20 %	sp.p.	0,10 %	—	O	O	O	O	O	O	L	V
tetrasul 20 %	sp.p.	0,10 %	±	O	O	O	O	O	O	L	V
minerale olie		2,0 %	—	—	—	—	—	—	O	L	V
Plantaardige extracten en bacteriepreparaten											
Ryania	sp.p.		—	—	±	±	—	—	O	L	V
Bacillus thuringiensis	sp.p.	30×10^9 sp/gram	O	—	O	O	O	O	O	L	V

Legenda: O = onschadelijk
± = matig schadelijk
+ = zeer schadelijk
— = niet getoetst

m.o. = mengolie
sp.p. = spuitpoeder
vlb. = vloeibaar

im. = volwassen dier
la. = larvestadium

Alle gegevens betreffende *Trichogramma embryophagum cacoeciae* hebben betrekking op laboratoriumproeven; de gegevens betreffende *Aphelinus mali* hebben uitsluitend betrekking op veldproeven. De resultaten betreffende roofwantsen en roofmijten hebben betrekking op laboratoriumproeven (L) en/of op veldproeven (V) (zie laatste kolom).

Fig. 3 Opvangtrechter die gebruikt wordt bij het veldonderzoek naar de invloed van bestrijdingsmiddelen op de fauna van de appelboom. Onder aan de trechter bevindt zich de vangpot.

Schadedrempel en bemonstering

Bij de geïntegreerde bestrijding wordt slechts dàn met chemische middelen ingegrepen wanneer dat nodig is om economische schade te voorkomen. Hier geldt dus het advies van Briejèr (3, 4): "Spuit zo

weinig als je durft". Wil men echter aan deze eis kunnen voldoen, dan moet men weten bij welke populatiedichtheid economische schade wordt aangericht en bij welke dichtheid ingegrepen zal moeten worden (kritieke populatiedichtheid). De ervaringen die de sectie in dit opzicht in en buiten de proefboomgaarden heeft opgedaan, zijn in een schema vastgelegd en worden thans op hun bruikbaarheid voor de praktijk getoetst.

Het bovenstaande betekent regelmatige bemonstering van de populaties van de schadelijke en nuttige organismen die in de aanplant aanwezig zijn. Het doel ervan is het volgen van hun aantalsverloop.

Daartoe moesten bemonsteringstechnieken uitgewerkt worden (39). Dit geschiedde in samenwerking met de werkgroep 'Lutte Intégrée' van de Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) in internationaal verband. De resultaten van dit gezamenlijke onderzoek zijn samengevat in de verslagen van een internationale werkweek (11) en een internationaal symposium (12) die door de internationale werkgroep georganiseerd werden.

Cultuurmaatregelen

Cultuurmaatregelen kunnen ook veel bijdragen tot de vergroting van de 'natuurlijke weerstand' in het milieu van de boomgaard. Het duidelijkst wordt dit gedemonstreerd door het onderzoek over de fruitspintmijt (15). Het toonde aan dat cultuurmaatregelen - en in dit geval speciaal de stikstofbemesting - invloed kunnen uitoefenen op de vermeerdering van de fruitspintmijt. Het basisonderzoek waartoe dit onderzoek aanleiding gaf, werd besproken op p. 64. Het praktische onderzoek in dit verband vindt zijn weerspiegeling in de bodembehandelingsobjecten die thans in de proefboomgaard 'de Schuilenburg' vergelijkend getoetst worden en waarover in het volgende hoofdstuk meer wordt vermeld.

Resultaten in proefboomgaarden

Ten behoeve van haar werkzaamheden kreeg de sectie 'Toepassing Geïntegreerde Bestrijding' al spoedig de beschikking over drie proefboomgaarden. Deze boomgaarden waren produktieboomgaarden in particulier bezit. Veel vrijheid van handelen had men er niet, daar veel risico om financiële redenen niet genomen kon worden. Boven-

dien beantwoordde de grootte van de complexen niet aan de eisen, die daaraan volgens deskundigen op het gebied van de geïntegreerde bestrijding gesteld moesten worden om het opbouwen van een enigszins evenwichtige levensgemeenschap mogelijk te maken en te grote invloeden van buitenaf te voorkomen. Men moest echter roeien met de riemen die men had.

De eerste pogingen tot het opbouwen van een geïntegreerd bestrijdingsschema werden gedaan in de proefboomgaarden 'Albertinehoeve' bij Kloetinge (Z), 'Thedinghsweert' (Betuwe, bij Tiel) en 'Nudenoord' (bij Wageningen). De proeven in de eerste twee boomgaarden werden uitgevoerd door het IPO, die in de laatstgenoemde door het Laboratorium voor Entomologie, LH in samenwerking met de Plantenziektenkundige Dienst. Dr. Besemer (PD) adviseerde in alle gevallen met betrekking tot de toe te passen chemische bestrijdingsmiddelen.

Pas in 1964 kreeg de werkgroep de beschikking over het proefcomplex 'de Schuilenburg' dat in 1965 ingeplant kon worden. Daar het onderzoek op 'de Schuilenburg' in het volgende hoofdstuk behandeld zal worden, zullen hier slechts de ervaringen vermeld worden die in de genoemde drie oude produktieboomgaarden werden opgedaan; zij vormen de basis voor het proefplan op 'de Schuilenburg'.

In de boomgaarden 'Albertinehoeve', 'Nudenoord' en 'Thedinghsweert' was tot de overneming door de werkgroep door de eigenaar een intensief bestrijdingsschema uitgevoerd. De boomgaarden waren dus 'doodgespoten' en hadden daardoor een sterk verarmde en eenzijdige dierlijke samenleving, dus een grondig verstoorde levensgemeenschap. Het uitgangspunt was hier dus geheel anders dan op 'de Schuilenburg' waar de verschillende bestrijdingsschema's vrijwel van het begin af konden worden toegepast en waar in bepaalde proefvakken van het begin af aan bewust getracht wordt een evenwichtige samenleving op te bouwen. In de boomgaarden werden de proefobjecten 'bestrijding volgens een intensief (= normaal praktijk) schema' en volgens een 'geïntegreerd schema' onderling op mate van aantasting door schadelijke organismen vergeleken. Bij het 'intensieve' schema werd de keuze van het middel bepaald door zijn effect op het schadelijke organisme; bij het 'geïntegreerde' werd getracht middelen te gebruiken waarvan een zo gering mogelijke nadelige werking op de natuurlijke vijanden van de plaagorganismen verwacht werd. In één van de boomgaarden was bovendien nog een object opgenomen, waarbij het gebruik van giftige bestrijdingsmiddelen aanvankelijk ge-

heel werd vermeden en waarbij vooral aandacht werd besteed aan het 'gezond' houden van de bodem o.a. door organische bemesting; de adviezen voor de behandeling van dit proefvak werden door derden gegeven.

De ervaringen, die in deze proefboomgaarden werden opgedaan, worden hieronder kort samengevat.

Het plotseling overschakelen van een intensief bestrijdingsschema op enig ander schema, inclusief het geïntegreerde, is gevaarlijk door de sterke verstoring van de levensgemeenschap die door de toepassing van de chemische bestrijdingsmiddelen in de boomgaarden heeft plaats gevonden. Het herstel van de normale levensgemeenschap nam in het perceel dat niet met giftige middelen (insecticiden, acariciden of fungiciden) behandeld was ongeveer 3 jaar in beslag. Ook bleek dat het vervangen van middelen met een breed werkingsspectrum - zoals de gechloreerde koolwaterstoffen en de organische fosforpreparaten - door middelen met een minder brede werking niet ongestraft kan gebeuren; het leidde nl. in twee van de drie gevallen tot een zeer sterke toeneming van de aantasting door de kommaschildluis, in het derde geval tot een explosief optreden van de appelbladmineermot *(Stigmella malella)* en de appelbladgalmug *(Dasyneura mali)*.

Het onderzoek van een groot aantal chemische en biologische bestrijdingsmiddelen op hun werking ten aanzien van de nuttige dieren heeft thans een keuze mogelijk gemaakt uit een aantal insekticiden, acariciden en fungiciden, die zonder veel risico in een geïntegreerd schema gebruikt kunnen worden. Op basis hiervan werd voor een aantal ziekten en plagen in de appelteelt een bestrijdingsschema uitgewerkt, dat in een goed geïntegreerd schema opgenomen kan worden. Er bleven echter nog enige ziekten en plagen over, die de opstelling van een volledig geïntegreerd bestrijdingsschema voor de appelteelt nog niet mogelijk maken omdat goed werkende en tevens economisch toepasbare selectieve bestrijdingsmiddelen hiervoor nog niet ter beschikking staan. De rupsen van bladrollers, met als voornaamste die van de vruchtbladroller, zijn hiervan een voorbeeld. Ook de bestrijding van de groene appelwants en de voorjaarsuilen geeft nog moeilijkheden. Het vinden van een veilig meeldauwbestrijdingsmiddel dat niet tevens de roofmijten doodt, die voor de bestrijding van de fruitspintmijt belangrijk zijn, is voor het opbouwen van een succesvol geïntegreerd schema eveneens een dwingende noodzaak. Recent ontwikkelde nieuwe meeldauwbestrijdingsmiddelen lijken ech-

ter de oplossing van dit probleem nabij te hebben gebracht.

Voor appelbladluizen, fruitspintmijt en appelschurft werd een bestrijdingsschema uitgewerkt, dat geheel past in een geïntegreerd schema. Hetzelfde kan waarschijnlijk ook gezegd worden voor de kommaschildluis. De bestrijding van de bladrollers met voor deze dieren pathogene virussen kan ons misschien uit de impasse helpen, waarin we bij de bladrollerbestrijding verkeren doordat de *Bacillus thuringiensis* preparaten onder onze klimaatomstandigheden niet aan de verwachtingen voldoen.

Bevestigd werd dat cultuurmaatregelen - en wel bemesting - een belangrijke invloed kan uitoefenen op het populatieverloop van de fruitspintmijt.

Het onderzoek toonde voorts aan dat in de praktijk tegen verscheidene boomgaardinsekten en vooral tegen de appelbladluizen nog meer dan nodig gespoten wordt. Het bleek dan ook dat door een 'geleide bestrijding' d.w.z. bestrijden alléén wanneer dit nodig is om economische schade te voorkomen - dus op basis van populatieonderzoek - het aantal bespuitingen zonder risico verminderd kan worden. De daarvoor noodzakelijke, in internationaal verband ontwikkelde bemonsteringstechnieken, zomede de opgestelde waarden voor de kritieke populatiedichtheden op basis waarvan men zal moeten beslissen of ingrijpen met chemische middelen nodig zal zijn, zullen in hoge mate de toepassing van de geïntegreerde bestrijding in de praktijk kunnen bevorderen.

Een volledig geïntegreerd bestrijdingsschema zal geleidelijk ontwikkeld moeten worden door perfectionering van het thans ontwikkelde, nog niet volledige schema met voor de praktijk financieel meer aantrekkelijke selectieve middelen zodra deze beschikbaar komen. Zo lang het ideale schema nog niet aanwezig is, zal een 'gematigd schema' als overgansschema zijn taak moeten overnemen. Een dergelijk schema wordt thans op 'de Schuilenburg' in de praktijk getoetst.

De richtlijn die voor de praktijk uitgestippeld kan worden, is: Overschakelen van een bestrijding volgens de zogenaamde spuitkalender [1] - een vrijwel geheel preventieve bestrijding met chemische middelen - op een bestrijding, waarin men door de Voorlichtingsdienst

---

[1] Hieronder verstaat men dat men begint met spuiten op het tijdstip waarop het schadelijk organisme verwacht wordt en daarna op geregelde tijden met de bestrijding terugkomt tot het insekt verdwenen is.

gewaarschuwd wordt, dat het juiste tijdstip voor het inzetten van een chemische bestrijding aangebroken is omdat de aanwezigheid van het schadelijke organisme in de boomgaarden is vastgesteld. Dit is de thans in ons land gangbare methode. De ervaring hierbij is echter dat de meeste telers gaan spuiten op basis van het door de Voorlichtingsdienst gegeven advies doch zonder zich vooraf ervan te overtuigen of de bespuiting wel noodzakelijk is. Daarom zal men van hieruit moeten overschakelen op het systeem van de zgn. 'geleide bestrijding', waarbij men dus alléén spuit wanneer dit werkelijk nodig is om economische schade te voorkomen. Het ingrijpen met chemische middelen geschiedt hier op basis van de populatiedichtheid van het schadelijke dier en vindt slechts dan plaats wanneer de kritieke populatiedichtheid dreigt te worden overschreden. Indien men dan ingrijpt, zal men thans over het algemeen nog middelen toepassen met een breed werkingsspectrum. Naarmate echter de in een geïntegreerd schema passende middelen ter beschikking komen, zal men deze geleidelijk in het spuitschema moeten inbouwen. Op deze wijze zal een volledig geïntegreerd bestrijdingsschema stap voor stap opgebouwd en ook zonder risico geleidelijk in de praktijk ingevoerd kunnen worden. De 'geleide bestrijding' vraagt echter een goede begeleiding door deskundigen die - met de medewerking van de individuele telers - complexen van bedrijven van advies zullen moeten gaan dienen, iets wat in Duitsland (16), Polen en de USA plaatselijk reeds met succes verwezenlijkt wordt. In Nederland heeft dit systeem in de landbouw reeds zijn intrede gedaan.

Proefboomgaard 'de Schuilenburg'

IR. P. GRUYS

De geïntegreerde bestrijding tracht het totaal van de cultuurmaatregelen in een teelt zo in te richten dat plagen zoveel mogelijk worden voorkomen. Gelukt dit niet of slechts ten dele, dan zal een corrigerende bestrijding moeten worden uitgevoerd. Een bestrijding, die alleen plaats vindt als er een reële kans is op economische schade, en die het complex van factoren dat bijdraagt aan het voorkómen van plagen zo weinig mogelijk schaadt. In het ideale geval is het aspect bestrijding secundair; iets wat uit de Angelsaksische term pest management zo duidelijk spreekt.

De ontwikkeling van een geïntegreerd bestrijdingsschema is een zaak van proberen en leren van de gemaakte fouten. Die fouten kunnen kostbaar zijn. Cultuurmaatregelen die bijdragen aan het voorkómen van plagen kunnen tekort schieten wat de hoeveelheid produktie betreft. Zoeken naar de kritieke, d.w.z. nog net toelaatbare, dichtheden van schadelijke insekten houdt risico's in voor de kwaliteit

Fig. 1 Het veldlaboratorium op 'de Schuilenburg'.

van het produkt, evenals het toepassen van nieuwe bestrijdingsmethoden waarvan de doeltreffendheid nog onvoldoende bekend is. De risico's zijn zo groot dat dergelijk onderzoek bezwaarlijk in zijn volle omvang in een normaal bedrijf kan worden uitgevoerd. De behoefte aan een eigen proefbedrijf deed zich dan ook al spoedig gevoelen, een bedrijf waar de ontwikkelde mogelijkheden op praktijkschaal, in een moderne boomgaard, aan de chemische bestrijding getoetst zouden kunnen worden en waar gaandeweg de veldproeven, volgend op het laboratoriumonderzoek van de verschillende secties geconcentreerd zouden kunnen worden.

Dank zij de medewerking van o.a. de Stichting 'Boom en Vrucht' kon hiervoor in 1964 een gedeelte van de boerderij 'de Schuilenburg', onder Lienden, worden gekocht.

'De Schuilenburg' is gelegen op stroomruggrond die uitstekend geschikt is voor fruitteelt. Er grenzen vrijwel geen boomgaarden aan het terrein, wat de kans op storende invloeden van buitenaf verkleint.

Naast een kersenboomgaard en twee wat ouderwetse percelen met appel-, pere- en pruimebomen, welke grotendeels zijn gehandhaafd, bestond het terrein oorspronkelijk uit bouw- en weiland. De aanleg van de proefboomgaarden op het thans 12 hectare grote terrein is grotendeels uitgevoerd in 1965 en voltooid in 1968. Ten behoeve van het onderzoek is een veldlaboratorium ingericht (fig. 1).

Aan het algemene onderzoekprogramma van 'de Schuilenburg' wordt deelgenomen door de leden van sectie VI van de Werkgroep. Leden van verschillende andere secties verrichten er veldwerk dat binnen hun onderzoeksrichting past (populatiedynamica, relatie plant-dier, sex-attractantia). De Stichting 'Boom en Vrucht' adviseert bij, en verricht, de exploitatiewerkzaamheden. Het Proefstation voor de Fruitteelt in de Volle Grond is door adviezen op verschillend gebied nauw bij het onderzoek betrokken. Het KNMI geeft onmisbare steun bij de meteorologische waarnemingen.

Indeling van het terrein en proefopzet

Het grootste deel van het proefterrein, 8,5 hectare ten Z.O. van de kersenboomgaard, is ingericht voor een vergelijkende praktijkproef (fig. 2). Deze proef is begonnen in 1967 toen deze experimentele boomgaard, na twee jaren homogeen behandeld te zijn, goed was aangeslagen.

Het perceel is beplant met de vijf appelrassen die thans in de praktijk het belangrijkste zijn: Golden Delicious, Cox's Orange Pippin, James Grieve, Schone van Boskoop en Jonathan. De rassen wisselen

Fig. 2 Plattegrond van de proefboomgaard 'de Schuilenburg'.

Fig. 3 De experimentele boomgaard 'de Schuilenburg', 8,5 ha groot, een

elkaar af in eenheden van twee rijen (fig. 3).

In de proef zijn twee verschillende bodembehandelingen opgenomen, elk gecombineerd met drie verschillende bestrijdingsprogramma's. Er zijn dus in totaal zes verschillende behandelingen. Hiervoor zijn acht vakken beschikbaar, elk van ongeveer 1 hectare, zodat de mogelijkheid bestond twee objecten te herhalen. Fig. 4 geeft deze opzet schematisch weer.

De gedeeltelijke herhaling in de proef maakt het mogelijk een indruk van de natuurlijke variatie in de resultaten te krijgen. We hebben aan een opzet met grote vakken en een beperkte herhaling de voorkeur gegeven boven een meervoudige opzet met kleine vakken, omdat voor de geïntegreerde bestrijding de stabiliteit van de levensgemeenschap essentieel is. Bij vakken van geringe oppervlakte bestaat het gevaar dat zich geen stabiele levensgemeenschap zal kunnen ontwikkelen; één hectare lijkt op grond van de beschikbare gegevens een noodzakelijk minimum.

De proefobjecten: bodembehandelingen

In de praktijk wordt thans algemeen de zgn. strokencultuur toegepast. De bomenrijen staan daarbij in stroken die door toepassing van onkruidbestrijdingsmiddelen onbegroeid worden gehouden. Zonder de concurrentie van gras en onkruiden groeien de bomen beter op. Deze zwart gehouden stroken worden afgewisseld met rijbanen die begroeid zijn met gras. Om de produktie te stimuleren is met name de stikstofbemesting de laatste tijd steeds zwaarder geworden.

jaar na het planten.

Als basis voor de geïntegreerde bestrijding lijkt deze situatie niet ideaal. Hoe eenzijdiger de samenstelling van een levensgemeenschap is, des te beter zijn de kansen voor sommige dieren om zich sterk in aantal te kunnen uitbreiden. Het succes van de geïntegreerde bestrijding in de appelteelt in Nova Scotia wordt - zonder definitief bewijs overigens - mede toegeschreven aan een zekere mate van verwaarlozing in de boomgaarden. Ze hebben een rijke kruidenvegetatie. Daardoor hebben de volwassen stadia van sluipwespen en andere nuttige insekten de beschikking over nectar en stuifmeel, wat voor hun voortplanting van essentieel belang kan zijn, en zijn ze voor het vinden van prooidieren niet alleen op de appelinsekten aangewezen.

Dat een hoge stikstofbemesting bepaalde plagen kan bevorderen is in de voorgaande hoofdstukken reeds ter sprake gekomen.

Deze overwegingen hebben ertoe geleid dat we naast de praktijkbodembehandeling een gewijzigde hebben opgenomen. Eén aspect hiervan is het aanbrengen van een gevarieerde kruidenbegroeiing op een gedeelte van de onbegroeide stroken. Het tweede aspect is de bemesting. Stikstof kan men, uit een oogpunt van produktie, niet ongestraft weglaten. Maar met een geleidelijke voorziening van de bomen met juist voldoende stikstof zal wellicht de weerstand tegen plagen vergroot kunnen worden zonder dat we er in produktie op achteruit gaan. Bij de gewijzigde behandeling streven we dan ook naar een biologisch actieve bodem waarin de stikstof, die hoofdzakelijk in een niet direct voor de plant opneembare vorm wordt toegediend, bijvoorbeeld als organisch materiaal, geleidelijk opneembaar wordt gemaakt. De 'biologische landbouwmethoden' bieden hierbij belangwekkende aanknopingspunten.

Bestrijdingsprogramma's

Met een intensief bestrijdingsprogramma als vergelijkingsobject toetsen we een selectief en een gematigd schema. De verschillen zijn tweeërlei; ze betreffen de criteria waaraan de noodzakelijkheid van bestrijdingsmaatregelen worden beoordeeld, en de gebruikte middelen en methoden.

In het intensieve programma worden de schadelijke insekten en mijten bestreden als ze in waarneembare aantallen aanwezig zijn. We streven hier naar een boomgaard die vrijwel geen beschadigers bevat. Bij de keuze van de bestrijdingsmiddelen wordt de praktijk gevolgd,

wat in het algemeen neerkomt op de toepassing van breedwerkende insekticiden.

De beide andere programma's hebben gemeen dat beschadigers alleen worden bestreden als hun aantallen de drempelwaarde voor economische schade dreigen te overschrijden. Bij aantallen daarbeneden is de kans op financiële schade te gering om bestrijding verantwoord te doen zijn. De normen die we hiervoor thans hanteren hebben nog een voorlopig karakter. Het verschil tussen deze twee programma's ligt in de middelenkeuze. In het selectieve schema ligt de nadruk op ongiftigheid van de bestrijdingsmiddelen t.o.v. nuttige insekten en mijten. Omdat de mogelijkheden om aan deze voorwaarden te voldoen nog te beperkt en voor de praktijk vaak te kostbaar zijn, en omdat er ook een zekere eenzijdigheid aan kleeft, is het derde, 'gematigde', programma opgenomen. Hier gelden als criteria voor de middelenkeuze achtereenvolgens: economische aanvaardbaarheid, geringe giftigheid voor warmbloedigen, en geringe giftigheid voor nuttige insekten en mijten. Het selectieve en het gematigde schema zouden identiek zijn als we steeds geheel aan deze criteria zouden kunnen voldoen. De huidige mogelijkheden zijn samengevat in tabel 1.

Het principe van de proefopzet is hiermee vastgelegd; de details van de uitvoering zullen zich kunnen wijzigen als de resultaten en nieuwe mogelijkheden daartoe aanleiding geven.

Fig. 4 Proefopzet experimentele boomgaard (schematisch).

Tabel 1 Overzicht van de bestrijdingsmiddelen die kunnen worden toegepast in de drie bestrijdingsschema's op 'de Schuilenburg'.

Plaag, ziekte	Bestrijdingsschema		
	intensief	selectief	gematigd
Vroege voorjaar			
fruitspint, appelwants		winterolie	
Voor de bloei			
bladrollers, wintervlinder	parathion, DDT	*Bacillus thuringiensis* (trichloorfon) [1]	trichloorfon
idem, tevens bladluizen	parathion	(endosulfan)	endosulfan
bladluizen	parathion	isolan	malathion, endosulfan
Omstreeks de bloei			
appelwants	propoxur	zie vroege voorjaar (trichloorfon)	trichloorfon, malathion
bloedluis	vamidothion	isolan (endosulfan)	malathion, endosulfan
appelzaagwesp	lindaan	(endosulfan) (trichloorfon)	endosulfan, trichloorfon
Na de bloei			
fruitspint voorjaar	tetrasul	tetrasul zie ook vroege voorjaar	tetrasul
zomer	dicofol	dicofol preventief: infektie met roofmijten	dicofol
roze appelluis, appeltakluis	isolan, propoxur	isolan	propoxur, thiometon
vruchtbladroller, fruitmot	azinfos-methyl	*Bacillus thuringiensis* vruchtbladroller: viruspreparaat (trichloorfon)	trichloorfon
bladmineerders	mevinfos, azinfos-methyl	nicotine	trichloorfon
schurft, meeldauw	captan plus dinocap	tot 1-VII: captan plus triamifos na 1-VII: dichlofluanid	captan plus dinocap

[1] Tussen haakjes: middelen met te beperkte selectiviteit voor het selectieve schema.

Voor al deze proefobjecten geldt dat we streven naar een economisch acceptabele oogst. Het kan echter heel leerzaam zijn om een plaag zijn gang te laten gaan. Alleen dan kan de betekenis van de natuurlijke factoren die de aantallen van insekten beperken volledig beoordeeld worden. Voor dit doel is een deel van het proefterrein, ten N.W. van de kersenboomgaard, beschikbaar (fig. 2). Hier zullen insekten en mijten slechts bestreden worden als ze de boomgaard dreigen te vernielen. De kersenboomgaard fungeert als buffer tussen deze oecologische boomgaard en de experimentele.

Een breed windscherm begrenst deze boomgaard in het N.W. Het is samengesteld uit bomen en struiken die in het rivierenlandschap thuis horen. Dit biedt de mogelijkheid om de betekenis van een natuurlijke begroeiing, als bron van nuttige en schadelijke dieren, te beoordelen.

Tenslotte is, ten N.W. van de kersenboomgaard, een perceel gereserveerd voor verschillende detailproeven.

De eerste resultaten

De insekten die in het eerste proefjaar (1967) de grootste moeilijkheden in het selectieve bestrijdingsschema opleverden waren rupsen van bladrollers en van de wintervlinder. Ze werden door het bacteriepreparaat *Bacillus thuringiensis* aanmerkelijk minder goed bestreden dan we gehoopt hadden. Het is dan ook gewenst naar een vervanger voor dit middel uit te zien. Mogelijk komt hiervoor een virus-preparaat in aanmerking, of een bespuiting met een breedwerkend insekticide in het vroege voorjaar. Bij het laatste is het zaak te onderzoeken of de nuttige fauna er niet te zeer door wordt aangetast; doordat veel nuttige insekten in het vroege voorjaar nog niet actief zijn, zou dit kunnen meevallen. Een tweede voorwaarde is dat de immigratie van bladrollers gedurende de zomermaanden beperkt blijft, zodat één bespuiting in het voorjaar ook inderdaad voldoende is. De resultaten van een detailproef wijzen erop, dat dit onder bepaalde omstandigheden mogelijk is.

In het gematigde bestrijdingsschema waren de bestrijdingsmaatregelen tegen bladrollers voldoende effectief.

Het fruitspint gaf nog weinig moeilijkheden. Na een bespuiting in het voorjaar van 1967, in alle objecten van de vergelijkende proef, bleven de aantallen op een zo laag niveau dat er ook in 1968 nog

niet tegen gespoten behoefde te worden. In de winter van 1967-1968 werd een telling over de dichtheid van de wintereieren uitgevoerd, die een aanwijzing leverde voor aantalsverschillen tussen de vakken met de praktijk- en de gewijzigde bodembehandeling: de laatste waren het laagste. Verder bleken de aantallen in de vakken met het selectieve bestrijdingsschema lager te zijn dan in de overige objecten. Hoopgevend was ook dat de relatief hoge spintdichtheid die in het voorjaar van 1967 in de oecologische boomgaard aanwezig was, zonder bestrijding in de loop van het seizoen tot een laag niveau terugkeerde.

Ook de roze appelluis, de gevaarlijkste luizesoort in de appelteelt, gaf in 1968 interessante verschillen in aantasting te zien. Ze ontbrak in de vakken met het intensieve bestrijdingsschema, waarschijnlijk als gevolg van een bespuiting met het breedwerkende parathion in het vroege voorjaar. Van de overige vakken tastte ze die met de praktijkbodembehandeling vrij ernstig aan, terwijl ze in de vakken met de gewijzigde bodembehandeling vrijwel ontbrak. Ook met het oog op deze beschadiger is het zeer de moeite waard om te onderzoeken of de toepassing van een breedwerkend middel, in het vroege voorjaar, in een geïntegreerd schema acceptabel is. De roze appelluis is een incidenteel optredende beschadiger, zowel wat plaats als wat jaar betreft; zo was hij in 1968 in het gehele land bijzonder talrijk. Indien het mogelijk was zulke plagen te voorspellen, zou dit de taktiek van de bestrijding belangrijke steun geven. Op het ogenblik zijn we echter nog niet zo ver. Populatiedynamisch onderzoek zal ons hiervoor de basis moeten leveren.

Vooral bij het ras Golden Delicious kan door schilverruwing (plaatselijke oppervlakkige kurkvorming) een aanzienlijke kwaliteitsvermindering worden teweeggebracht. De oorzaak ervan is fysiologisch. Ook wat het voorkomen van deze vorm van beschadiging betreft was de gewijzigde bodembehandeling in het voordeel boven de praktische.

Nu de eerste resultaten zulke duidelijke aanwijzingen geven voor voordelen van de gewijzigde bodembehandeling is het van belang erop toe te zien dat er ook een acceptabele oogsthoeveelheid mee wordt behaald. Hiervoor is een beoordeling van de oogstkwantiteit alleen niet voldoende. Er is ook een inzicht voor nodig in de wijze waarop de oogst tot stand is gekomen, en daarvoor verrichten we tellingen over de mate van bloei, vruchtzetting, vruchtrui en, met het oog op de toekomstige produktie, van scheutgroei.

In 1967 begonnen we in de gewijzigde bodembehandeling met een

zeer lage stikstofgift (in de vorm van gemulcht gras), en de oogst was duidelijk geringer dan bij de praktijkbehandeling. De tellingen wezen uit dat de vruchtzetting de zwakke plek was geweest, zeer waarschijnlijk als gevolg van een te geringe hoeveelheid beschikbare stikstof in en vlak na de bloei. Deze conclusie maakte een gerichte aanpassing van het bemestingsschema voor 1968 mogelijk. In de scheutgroei waren er dergelijke verschillen, maar die werden door de snoei, die volgens praktijkinzicht werd uitgevoerd, weer grotendeels genivelleerd. Wat er de gevolgen van zullen zijn is daarom nog niet te voorspellen.

Uitzicht op de toekomst

Bij een langdurige en pas begonnen proef als deze is het 'uitzicht op de toekomst' reeds grotendeels in de proefopzet vervat. Toch is het nuttig even stil te staan bij de vraag welk effect, en op welke termijn, het onderzoek op 'de Schuilenburg' zal kunnen hebben op de insektenbestrijding in de fruitteelt.

Van de verschillende behandelingsvarianten biedt het gematigde bestrijdingsschema, gecombineerd met de praktijkbodembehandeling, toepassingsmogelijkheden op korte termijn. Betrekkelijk lange onderzoekperioden zullen nodig zijn voor het aspect 'bemesting', voor de ontwikkeling van een goed functionerend selectief bestrijdingsschema (dat beschouwd kan worden als een geleidelijke verbetering van het gematigde) en voor het aspect 'bodembegroeiing'.

De lange ontwikkelingsduur behoeft aan het praktische belang geen afbreuk te doen, als maar voor een voortdurende toetsing van de situatie binnen het onderzoek aan die van de praktijk wordt gezorgd. Daarvoor zal het nodig zijn steeds die onderdelen op ruime schaal te gaan beproeven, die een voldoende mate van voltooiing bereikt lijken te hebben. Op deze wijze zal de praktijk tijdig van de resultaten van het onderzoek kunnen profiteren, en zal het onderzoek zich kunnen blijven aanpassen aan de zich snel ontwikkelende praktijk.

Op grond van het onderzoek in eigen kring en in het buitenland, is een gerichte insektenbestrijding volgens het gematigde bestrijdingsschema rijp voor nadere praktijkbeproeving. Het hiervoor vereiste intensieve advieswerk aan geïnteresseerde fruittelers zou voor beide partijen stellig vrucht afwerpen.

Terugblik en toekomstvisie

PROF. DR. J. DE WILDE

De lezer, die de moeite heeft genomen ons jubileumverslag kritisch door te lezen, zal de indruk hebben gekregen van een caleidoscopisch geheel.

Aan de ene kant heeft hij kennis gemaakt met onze manipulaties met teeltmethoden en cultuurmaatregelen en voorzichtige modificaties van het gebruikelijke chemische bestrijdingsprogramma: ons zoeken naar een juiste landbouwkundige strategie.

Aan de andere kant heeft hij brokstukken moeten genieten van allerlei ecologisch, fysiologisch en genetisch onderzoek: een zoeken en tasten in de verworvenheden van de moderne biologie (fig. 1).

Het vertrouwde beeld: 'Landbouwplaag X en zijn bestrijding' heeft hij in deze publikatie gemist.

Indien wij hiermee de indruk van onze lezer juist hebben weergegeven, heeft ons verslag aan zijn doel beantwoord.

Het onderzoek naar de geïntegreerde bestrijding van plagen streeft naar een synthese van deels bestaande en deels nog niet bekende bestrijdingsmethoden. Voor zover het bekende methoden betreft, waren deze op zichzelf in de regel niet voldoende. De insektenbestrijding in de landbouw van de vorige eeuw bestond uit een complex van cultuurmaatregelen die in beginsel waardevol waren, maar biologisch niet uitgewerkt. De chemische bestrijding, die hierop volgde, werd aanvankelijk als een panacee beschouwd maar later met steeds meer reserve bekeken. Nieuwe wegen worden dáár gezocht, waar we door het falen van de tegenwoordige methoden op dood spoor geraken.

De chemische bestrijding van thans is het resultaat van ons geweldig technisch vermogen. Gecombineerd met juiste biologische uitgangspunten kan dit technisch vermogen ons nog veel waardevols opleveren; wij denken hierbij aan sterilisatiemethoden en 'lichaamseigen stoffen'.

De uitbouw van ons biologisch weten is daarnaast een zaak van

grote urgentie; kennis van de fundamentele relaties tussen plant en insekt, waard en parasiet, gastheer en pathogenen, en tussen individuen in populaties, impliceert oecologisch en fysiologisch werk; kennis van de werkingen van het genetische systeem bij het ontstaan van resistentie voert ons naar de moleculaire biologie.

Dit alles zal nog langdurig en kostbaar onderzoek vragen. Zeer belangrijk is echter, dat Nederland in dit noodzakelijke werk niet bij andere landen ten achter geraakt maar integendeel in het internationale onderzoek naar de geïntegreerde bestrijding een eervolle plaats blijft innemen.

Wanneer wij nu proberen vooruit te zien over de komende tien jaar, welke perspectieven biedt ons dan de ontwikkeling van de geïntegreerde bestrijding?

Ongetwijfeld zal de chemische bestrijding zich meer en meer in de richting van selectieve middelen bewegen. De hogere kosten die de ontwikkeling van deze middelen met zich mee zal brengen, zullen de bestrijding kostbaarder maken. Wij mogen echter verwachten dat de toenemende druk van wettelijke maatregelen ten aanzien van het gebruik van persistente en giftige middelen min of meer noodgedwongen zal leiden tot het gebruik van middelen met grote selectiviteit en beperkte levensduur. De overheid zou deze ontwikkeling dienen te be-

Fig. 1 De voornaamste elementen die samen met de 'conventionele' chemische middelen de basis zullen vormen van de geïntegreerde bestrijding in de toekomst.

vorderen door de research naar zulke middelen financieel te steunen.

Nu enkele grote industrieën een begin hebben gemaakt met de ontwikkeling van insekticiden op basis van insektenhormonen mogen we verwachten, dat binnen enkele jaren ons chemisch arsenaal met dergelijke preparaten zal zijn verrijkt. Dit zal een geheel nieuwe aanpak noodzakelijk maken, waarbij een meer verfijnde kennis van generatieverloop en populatiebeweging onmisbaar is.

Het moet waarschijnlijk worden geacht dat in de naaste toekomst meer plagen in ons land resistentie tegen een of meer insekticiden zullen vertonen.

Voorlopig zullen de thans gebruikelijke insekticiden hun grote waarde voor land- en tuinbouw nog blijven behouden. Het is raadzaam, uit deze middelen een zodanige keuze te doen en ze op zodanige tijdstippen toe te passen, dat een zo groot mogelijke selectiviteit in de behandeling resulteert. Begeleid door een juiste voorlichting kan een systeem op basis van deze middelen al een grote vooruitgang betekenen en een eerste stap zijn in de richting van geïntegreerde bestrijding.

De rol van pathogenen zal in de komende jaren worden bepaald door de vraag of massavermeerdering van insektenvirussen op economische schaal uitvoerbaar wordt. De ontwikkeling van kunstmatige diëten speelt een beslissende rol bij de noodzakelijke massakweek van gastheerinsekten. Deze massakweken zullen mede hun nut afwerpen bij de genetische bestrijding (steriele-mannetjestechniek), bij de opkweek van parasieten ten behoeve van de biologische bestrijding en bij het winnen van hormonen en feromonen.

In de komende jaren hopen wij tevens de plantenveredeling in Nederland meer en meer te interesseren voor de resistentie van cultuurgewassen tegen insektenaantasting.

Ons onderzoek heeft aangetoond dat resistentie op een groot aantal verschillende factoren kan berusten. Wij hopen dat de verworven inzichten in de praktijk zullen worden toegepast. In enkele andere landen is men ons op dit gebied al voorgegaan.

Tenslotte stellen wij ons voor, in samenwerking met het KNMI te de Bilt, de rol van klimatologische factoren in studie te nemen, die beperkend kunnen werken ten aanzien van insektenplagen in de fruitteelt en die mogelijk door de cultuurmaatregelen die van de geïntegreerde bestrijding deel uitmaken, worden beïnvloed.

Integratie van de uitkomsten van fundamenteel en meer direct op

de praktijk gericht onderzoek is uiteraard het einddoel waarnaar wij streven. In een goed geïntegreerd systeem is het effect altijd meer dan de som van de elementen; dat betekent dat de integratie op zichzelf meer en meer object van onderzoek zal moeten worden. In het onderstaande schema hebben wij aangegeven, hoe wij ons voorstellen, dat in de toekomst door een juiste organisatievorm de vereiste wisselwerkingen bij researchplanning en doorgifte naar de praktijk tot stand kunnen worden gebracht.

Bovenaan dit schema is de topleiding weergegeven, beneden de consument, ten dienste van wie al dit werk geschiedt. In Nederland, met zijn voortreffelijk voorlichtingsapparaat in de landbouw, is het uiteraard ondenkbaar dat de werkgroep zich direct tot teler en consument zal wenden. Toch is er voor een goede gang van zaken een

Fig. 2 Een schema van de wenselijke verdere uitbouw van de Werkgroep. De informatie die het onderzoek oplevert, wordt door de besturende organen verwerkt, terwijl tevens het onderzoek wordt gecoördineerd. De onderzoekbeheerder past de resultaten toe in het proefschema van 'de Schuilenburg'.

De praktische gegevens die dit oplevert, worden via voorlichtende instanties op de praktijk overgedragen. Naast de voorlichtingsdienst en de proeftuinen (v.o.) wordt hierbij aan een specialist gedacht (voorl.) die, op kleine schaal beginnend, de verbeteringen stap voor stap introduceert.

Naast het werk in de fruitteelt (fr.) zal in de naaste toekomst worden begonnen in de eenjarige vollegrondscultures en de glascultures. Een econoom beoordeelt het rendement en onderzoekt de marktfactoren die invloed uitoefenen op de phytosanitaire maatregelen.

'terugkoppeling' nodig zodat de resultaten in de praktijk, in goede of slechte zin, terug kunnen werken op adviezen en onderzoek.

Hierom zal het noodzakelijk zijn, over een tussenpersoon te beschikken tussen werkgroep, voorlichting en praktijk.

Daarnaast zal de consument beter op de hoogte moeten worden gebracht van hetgeen werkelijk waardevol is in landbouwprodukten, zodat niet de quasi-volmaakte uiterlijke vorm bepalend is voor zijn keuze. Het streven naar uiterlijke perfectie werkt een eenzijdig beleid bij de plaagbestrijding in de hand. Op de duur zal daarom een econoom zijn intrede in de werkgroep moeten doen.

Het is een merkwaardig feit, dat in het tijdvak waarin wij leven, enerzijds de praktijk van de landbouw vraagt om biologisch verantwoorde bestrijdingsmethoden en anderzijds de studerende jeugd grote interesse toont voor de beroepsethiek, ook in de landbouwkunde. Ons onderzoek blijkt dan ook op de jongeren grote aantrekkingskracht uit te oefenen. En terecht, want het is onze overtuiging, dat de confrontatie van steeds verder gaande technische ontwikkeling enerzijds, en een groeiend biologisch inzicht anderzijds, de beroepsethiek van de landbouwkundige in de komende decennia in belangrijke mate zal bepalen.

Het zal ons streven zijn, ook in de toekomst in samenwerking met instanties als de Commissie voor Fytofarmacie, de Commissie Bodembiologie en de Commissie Nevenwerking Bestrijdingsmiddelen ons aandeel te blijven bijdragen aan een ethisch verantwoorde behandeling van het plaagprobleem in de landbouw.

Literatuur

De Werkgroep Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO
(Dr. H. J. de Fluiter)

1. Besemer, A. F. H. & L. E. van 't Sant 1963 Resistentie tegen gechloreerde koolwaterstoffen bij de wortelvlieg in Nederland. Med. Dir. Tuinbouw 26: 232-236.
2. Bravenboer, L. 1959 De chemische en biologische bestrijding van de spintmijt Tetranychus urticae Koch. Diss. Landb. Hogeschool, Wageningen, 85 p.
3. Briejèr, C. J. 1949 Zijn wij op de goede weg? Maandbl. Landb. Voorl. Dienst 6: 93-95.
4. Casparé, H. E. 1949 Plantenziekten en haar bestrijding. Maandbl. Landb. Voorl. Dienst 6: 449-453.
5. Fluiter, H. J. de 1967 On the terms 'harmonious' and 'integrated' control. Entomophaga, Mém. H.S. 3: 7-12.
6. Helle, W. 1959 The occurrence of resistance to organic phosphor compounds in the two spotted mite at Aalsmeer. Tijdschr. Pl. Ziekt. 65: 107-115.
7. Helle, W. 1962 Genetics of resistance to orgnanophosphorous compounds and its relation to diapause in Tetranychus urticae Koch. Tijdschr. Pl. Ziekt. 68: 155-195.
8. Leefmans, S. 1949 Het evenwicht in de aanplant. De Tuinbouw 4-5: 118-120.
9. Marle, G. S. van 1951 Spintbestrijding met moderne insecticiden in de Aalsmeerse bloementeelt. Diss. Landb. Hogeschool Wageningen, 127 p.
10. Sant, L. E. van 't 1962 Wortelvlieg (Psila rosae). Jaarversl. IPO, 1962: 80-83.
11. Sant, L. E. van 't 1963 Wortelvlieg (Psila rosae). Jaarversl. IPO, 1963: 71.
12. Sant, L. E. van 't 1964 De uievlieg (Hylemya antiqua Mg.). Jaarversl. IPO, 1964: 77-78.

13. Vrie, M. van de 1957 Fruitspint op appel en peer. Jaarversl. IPO, 1957: 39-42.

14. Vrie, M. van de 1958 Fruitspint op appel en peer. Jaarversl. IPO, 1958: 35-39.

15. Vrie, M. van de 1960 Resistentie van de fruitspintmijt tegen chemische bestrijdingsmiddelen. Jaarversl. IPO, 1960: 31-34.

16. Vrie, M. van de 1961 Resistentie van de fruitspintmijt tegen chemische bestrijdingsmiddelen. Jaarversl. IPO, 1961: 68-69.

17. Vrie, M. van de 1962 Resistentie van de fruitspintmijt tegen chemische bestrijdingsmiddelen. Jaarversl. IPO, 1962: 70-73.

18. Vrie, M. van de 1964 Resistentie tegen tetrasul. Jaarversl. IPO, 1964: 67.

19. Vrie, M. van de 1966 Resistentie tegen acariciden. Jaarversl. IPO, 1966: 67.

De secties van de Werkgroep: uitgangspunten en gedachtengangen
(Prof. Dr. J. de Wilde)

1. Briejer, C. J. 1949 Zijn wij op de goede weg? Maandbl. Landb. Voorl. Dienst 6: 93-95.

2. Briejer, C. J. 1957 Bezinning over het bestrijden van insekten. Med. Dir. Tuinb. 20: 804-813.

3. Fluiter, H. J. de 1957 De bestrijding van ziekten en plagen in twee belangrijke fruitteeltgebieden in Canada. Med. Dir. Tuinb. 18: 167-175.

4. Kuenen, D. J. 1948 Chemische insektenbestrijding en haar beperkingen. Vakbl. Biol: 28: 82-89.

5. Kuenen, D. J. 1955 Chemische en biocoenotische insektenbestrijding. Tijdschr. Pl. Ziekt. 63: 176-178.

6. Kuenen, D. J. & J. de Wilde 1956 Het eenvoudige ziektenbestrijdingsprogramma voor de fruitteelt van A. D. Pickett. Med. Dir. Tuinb. 19: 867-873.

7. Leefmans, S. 1937 De draaihartigheid der kool. Med. Tuinb. Voorl. Dienst 1.

8. Stern, V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch & K. S. Hagen 1959 The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101.

Populatiebewegingen bij schadelijke dieren
(Prof. Dr. H. Klomp)

1. Boer, M. H. den 1966-1967 Het geel-groen polymorphisme bij de dennespanner. Jaarverslagen ITBON, p. 34.
2. Evenhuis, H. H. 1962 Betrachtungen über den Einfluss der Blutlauszehrwespe, Aphelinus mali (Hald.), auf den Massenwechsel ihres Wirtes, der Apfelblutlaus Eriosoma lanigerum (Hausm.), in den Niederlanden. Z. angew. Ent. 49: 402-407.
3. Evenhuis, H. H. 1964 The interrelations between apple aphids and their parasites and hyperparasites. Entomophaga 9: 227-231.
4. Evenhuis, H. H. 1966 Host specificity in the parasites and hyperparasites of apple aphids. Proc. Symp. Ecology of aphidophagous aphids, Liblice near Prague, 1965: 39-40.
5. Evenhuis, H. H. 1966 Syrphid predators of apple aphids and their parasites. Proc. Symp. Ecology of aphidophagous aphids, Liblice near Prague, 1965: 191-193.
6. Gruys, P. Growth in Bupalus piniarius, in relation to larval population density. (In voorbereiding.)
7. Klomp, H. 1966 The dynamics of a field population of the pine looper, Bupalus piniarius L. Adv. Ecol. Res. 3: 207-303.
8. Kropczynska, D. & M. van de Vrie 1965. The distribution of phytophagous and predacious mites on apple leaves. Boll. Zool. Agr. Bachic. II (7): 107-112.
9. Kuchlein, J. H. 1966 Mutual interference among the predacious mite Typhlodromus longipilus Nesbitt, Acari Phytoseiidae. I. Effect of predator-density on oviposition rate and migration tendency. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 31: 740-746.
10. Post, A. 1962 Effect of cultural measures on the population density of the fruit tree red spider mite, Metatetranychus ulmi Koch (Acari, Tetranychidae). Diss. Rijksuniv. Leiden, 110 p.

11. Vrie, M. van de 1964 The distribution of phytophagous and predacious mites on leaves and shoots of apple trees. Entomophaga 9 (3): 233-238.

12. Vrie, M. van de 1965 Problems and prospects in the integrated control of phytophagous mites. Boll. Zool. Agr. Bachic. II (7): 275-283.

13. Vrie, M. van de & D. Kropczynska 1967 The influence of predatory mites on the population development of Panonychus ulmi Koch on apple. Entomophaga, Mém. H.S. no. 3: 77-84.

Lichaamseigen stoffen als bestrijdingsmiddel (Prof. Dr. J. de Wilde)

1. Hoffmeister, H., G. Heinrich, G. B. Staal & W. J. van der Burg 1967 Über das Vorkommen van Ecdysteron in Eiben. Naturwiss. 17: 471.

2. Minks, A. K. 1965 Hemolymph protein and amino-acid composition as infuenced by the corpus allatum in Locusta migratoria migratorioides (R. & F.), Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. Serie C 68: 320-323.

3. Minks, A. K. 1967 Biochemical aspects of juvenile hormone action in the adult Locusta migratoria. Arch. Néerl. Zool. 17: 175-258.

4. Ritter, F. J. & W. H. J. M. Wientjens 1967 Sterol metabolism by insects. TNO-Nieuws 22: 381-392.

5. Schoonhoven, L. M. 1962 Diapause and the physiology of host-parasite synchronization in Bupalus piniarius L. (Geometridae) and Eucarcelia rutilla Vill. (Tachinidae). Arch. Neerl. Zool. 15: 111-174.

6. Staal, G. B. 1961 Studies on the physiology of phase induction in Locusta migratoria migratorioides R. & F. Publ. Fonds Landbouw Export Bureau 1916-1918, 40: 1-125.

7. Staal, G. B. 1967 Plants as a source of insect hormones. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. Serie C. 70, 409-418.

8. Staal, G. B. 1968 Hormonen tegen insekten. De toepassing van insektenhormonen als bestrijdingsmiddel. Natuur en Techniek 36: 21-30.

9. Stegwee, D. 1960 Metabolic effect of a corpus allatum hormone in diapausing Leptinotarsa decemlineata Say. XI Int. Kongr. f. Entom. Wien, Verh. B. III (Verlag 1st. Ent. Univ. Pavia), 218-221.

10. Stegwee, D. & A. R. van Kammen-Wertheim 1962 Respiratory chain metabolism in the Colorado potato beetle. I. Respiration and oxidative phosphorylation in sarcosomes from active beetles. J. Ins. Physiol. 8: 117-126.

11. 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 (Coleoptera). J. Cell. Biology 19: 519-527.

12. Stegwee, D. 1964 Respiratory chain metabolism in the Colorado Potato Beetle - II. Respiration and oxidative phosphorylation in 'Sarcosomes' from diapausing beetles. J. Ins. Physiol. 10: 97-102.

13. Wilde, J. de & D. Stegwee 1958 Two major effects of the corpus allatum in the adult Colorado beetle (Leptinotarsa decemlineata Say). Arch. Néerl. Zool. 13, 1. Suppl.: 277-289.

14. Wilde, J. de 1960 Action of the juvenile hormone in the adult Colorado beetle Leptinotarsa decemlineata Say. XI Int. Kongr. f. Entom. Wien, Verh. B. III (Verlag 1st. Ent. Univ. Pavia), 215-217.

15. Wilde, J. de 1965 Photoperiodic control of endocrine in insects. Arch. d'Anat. microscopique et de Morph. expérimentale 54: 547-564.

Resistentie tegen insekticiden
(Dr. F. J. Oppenoorth)

1. Asperen, K. van 1964 Biochemistry and genetics of esterases in houseflies. Ent. exp. appl. 7: 205-214.

2. Helle, W. Parthenogenesis and insecticide resistance. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent (in druk).

3. Helle, W. & A. Q. van Zon 1967 Rates of spontaneous mutation in certain genes of an arrhenotokous mite, Tetranychus pacificus. Ent. exp. appl. 10: 189-193.

4. Oppenoorth, F. J. 1965 Biochemical genetics of insecticide resistance. Ann. Rev. Entomol. 10: 185-206.

5. Oppenoorth, F. J. & K. van Asperen 1960 Allelic genes in the housefly producing modified enzymes that cause organophosphate resistance. Science 132: 298-299.

6. Smissaert, H. R. 1964 Cholinesterase inhibition in spider mites susceptible and resistant to organophosphate. Science 143: 129-131.

De relatie tussen dier en voedselplant
(Dr. A. D. Voûte)

1. Bongers, W. 1965 External factors in the host plant selection of the Colorado beetle Leptinotarsa decemlineata Say. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 30: 1516-1523.

2. Gruys, P. Ongepubliceerde resultaten.

3. Harrewijn, P. 1965 De invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op het populatieverloop van zuigende insekten met name bladluizen. IPO-jaarverslag: 53-54.

4. Harrewijn, P. 1967 De invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op het populatieverloop van zuigende insekten met name bladluizen. IPO-jaarverslag: 48-51.

5. Hueck, H. J., F. J. Ritter, G. H. Veenendaal & C. J. Persoons Ongepubliceerde resultaten.

6. Kleinsma & F. J. Ritter Ongepubliceerde resultaten.

7. Linde, R. J. van der 1967 Populationsdynamische Untersuchungen auf Landwirtschaftsökologischer Grundlage am Goldafter, Schwammspinner und Ringelspinner. XIV. IUFRO-Kongress, section 24, München: 635-649.

8. Linde, R. J. van der 1967 Das Auftreten des Goldafters (Euproctis chrysorrhoea L.) in den Niederlanden und der mögliche Einfluss der Nahrung auf die Schwankungen in der Populationsdichte. Z.f. angew. Entom. 60, 1: 85-96.

9. Mittler, T. E. & R. H. Dadd 1962 Artificial feeding and rearing of the aphid, Myzus persicae (Sulzer) on a completely defined synthetic diet. Nature 195: 404.

10. Nijveldt, W. 1956 Levenswijze en bestrijding van de aspergevlieg (Platyparaea poeciloptera Schrank) in Nederland. Versl. Landb.k. Onderz. 63, 4 , 40 pp.

11. Post, A. 1962 Effect of cultural measures on the population density of the fruit tree red spider mite, Metatetranychus ulmi Koch (Acari, Tetranychidae). Diss. Leiden 1962. Tijdschr. Pl. Ziekt. 68: 1-110.

12. Ritter, F. J. 1967 Feeding stimulants for the colorado beetle. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 32, 3/4: 291-305.

13. Schoonhoven, L. M. & V. G. Dethier 1966 Sensory aspects of hostplant discrimination by lepidopterous larvae. Arch. Néerl. Zool. 16: 497-530.

14. Schoonhoven, L. M. 1967 Chemoreception of mustard oil glucosides in larvae of Pieris brassicae. Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. Series C. 70, no. 5: 556-558.

15. Schoonhoven, L. M. 1968 Chemosensory bases of host plant selection. Ann. Rev. Ent. 13: 115-136.

16. Steiner, A. A. 1961 A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Pl. Soil. 15: 134-154.

17. Storms, J. J. H. 1964 Invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op de ontwikkelingsmogelijkheden van daarop levende fytofage mijten. IPO-jaarverslag: 59-60.

18. Storms, J. J. H., P. Harrewijn & J. Ph. W. Noordink 1967 A new approach to the physiological hostplant-parasite relationship. A technique in the field of applied entomology. Neth. J. Pl. Path. 73: 165-169.

19. Vijverberg, A. J. 1964 De invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op het populatieverloop van zuigende insekten met name bladluizen. IPO-jaarverslag: 56-59.

20. Wardojo, S. 1967 Artificial diet as replacement of the host plant. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 32: 357-364.

Bestrijding van insekten met pathogenen
(Dr. J. G. ten Houten)

1. Ankersmit, G. W. 1968 The photoperiod as a control agent against Adoxophyes reticulana (Hb.) (Lepidoptera, Tortricidae). Ent. exp. appl. 11: 231-240.
2. Braat-Wildschut, A. M. 1966 Some aspects of the infection with Beauveria bassiana (Vuill.) and a sublethal dose of DTT on the larvae of the colorado beetle (Leptinotarsa decemlineata Say). Meded. Rijksfac. Landb. wet. Gent 31: 547-552.
3. Burges, H. D., et al. 1967 The standardization of Bacillus thuringiensis tests on three candidate reference materials. Proc. Int. Coll. Ins. Path. Microb. Control Wageningen 1966: 314-337.
4. Damme, E. N. G. & P. A. van der Laan 1959 Some observations on the effect of E-58 powder (Bacillus thuringiensis Berliner) on Malacosoma neustria L. Entomophaga 4: 221-225.
5. Geest, L. P. S. van der 1968 Effect of diets on the haemolymph proteins of larvae of Pieris brassicae. J. Insect Physiol. 14: 537-542.
6. Geest, L. P. S. van der 1968 A method for the purification of polyhedra. J. Invertebrate Pathol. 11: 502.
7. Ignoffo, C. M. 1967 Possibilities of mass-producing insect pathogens. Proc. Int. Coll. Insect Pathol. Microb. Control (1966): 91-117.
8. Jong, D. J. de 1966 Chemische en microbiologische bestrijding van Tortriciden. Jaarverslag IPO: 63-64.
9. Jong, D. J. de 1967 Chemische en microbiologische bestrijding van Tortriciden. Jaarverslag IPO: 65-67.
10. Jong, D. J. de De kunstmatige kweek van Adoxophyes orana voor het toetsen van bestrijdingsmiddelen. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent (in druk).
11. Laan, P. A. van der (ed.) 1967 Proceedings International Colloquium Insect Pathology and Microbial Control (1966) 1967. North Holland Publ. Cy., Amsterdam, 360 pp.

12. Laan, P. A. van der & H. J. M. Wassink 1961 A note about application of microbial insecticides. Meded. L.H.S. en Opz. Sta. Gent, 26: 1113-1115.

13. Laan, P. A. van der & H. J. M. Wassink 1962 Control of tent caterpillars (Malacosoma neustrium) with Bacillus thuringiensis in the city of Amsterdam. Tijdschr. Pl. Ziekt. 68: 143-146.

14. Maas Geesteranus, H. P., J. Ph. W. Noordink & C. A. van den Anker 1967 Bioassay to characterize strains and preparations of Bacillus thuringiensis Berliner. Proc. Int. Coll. Ins. Path. Microb. Contr., Wageningen 1966: 302-306.

15. Ponsen, M. B. 1965 Electron microscopy of DNA-cores in nuclear polyhedral viruses. Neth. J. Pl. Path. 71: 54-56.

16. Ponsen, M. B. 1966 The production of polyhedral viruses from Barathra brassicae to control Adoxophyes reticulana. Meded. Rijksfac. Landb. wet. Gent 31: 553-557.

17. Ponsen, M. B. 1967 Development of virus antigen in tissues of Pieris brassicae inoculated with Tipula iridescent virus. Int. Coll. Ins. Path. Microb. Control, Wageningen, 1966: 86-89.

18. Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1964 Electron microscope study of two nuclear polyhedral viruses. Proc. 3rd Eur. Conf. Electr. Micr. Prague: 389.

19. Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1964 Electron microscope observations of nuclear polyhedra from Malacosoma neustria (Lepidoptera: Lasiocampidae). Neth. J. Pl. Path. 70: 101-104.

20. Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1965 Electron microscope observations on the structure of membranes from nuclear polyhedral viruses. Neth. J. Pl. Path. 71: 20-24.

21. Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1965 Electron microscope observations on the structure of membranes from nuclear polyhedral viruses. Neth. J. Pl. Path. 71: 20-24.

22. Steinhaus, E. A. 1947 Insect microbiology. An account of the microbes associated with insects and ticks with special reference to the biological relationships involved. Comstock Publ. Cy., Ithaca, New York, 763 pp.

23. Steinhaus, E. A. 1949 Principles of insect pathology. McGraw-Hill Book Cy., New York, 757 pp.

24. Steinhaus, E. A. (ed.) 1963 Insect pathology. An advanced treatise. II Vols. Acad. Press, London, New York, 689 en 661 pp.

25. Teernstra-Eeken, M. H. & A. Engel 1967 Notes on entomophthorous fungi on Helomyzidae and Culicidae (Diptera). J. Invertebrate Pathol. 9: 431-432.

Genetische bestrijding
(Dr. Ir. D. de Zeeuw)

1. Adkisson, P. L., E. S. Vanderzant, D. L. Bull & W. E. Allison 1960 A wheat germ medium for rearing of the pink boll worm. J. Ec. Ent. 53: 759-762.

2. Ankersmit, G. W. The possibilities of the sterile male technique against Adoxophyes reticulana (Hb.) (Lepidoptera, Tortricidae). Proc. XIIIth Int. Congr. Ent. Moskou (1968) (in druk).

3. Fluiter, H. J. de, J. Ph. W. Noordink & J. Ticheler 1967 The onion fly problem and the sterile male technique. Meded. 20 Reactor Centrum Nederland: 83-97.

4. Fluiter, H. J. de 1967 Populatie-sterilisatie techniek, insektenbestrijding met behulp van steriele mannetjes. Natuur en Techniek 35 (3): 1-7.

5. Helle, W. 1965 Interpopulationele variabiliteit van arrhenotoke mijten. Genen en Phaenen 10 (2): 42-44.

6. Jong, D. J. de 1963 Diverse hoofdstukken in: Fenologisch en faunistisch onderzoek over boomgaardinsekten. Versl. Landb.k. Onderz. no. 69. 14: 226 pp.

7. Jong, D. J. de 1964 Onderzoek naar de mogelijkheden van een gecombineerde chemische en biologische bestrijding van Tortriciden in boomgaarden. Jaarverslag IPO: 63-65.

8. Jong, D. J. de 1966 Chemische en microbiologische bestrijding van Tortriciden. Jaarverslag IPO: 63-65.

9. LaBrecque, G. C. & J. C. Keller 1965 Advances in insect population control by the sterile-male technique. IAEA. Techn. Rep. Ser. no. 44, Wenen, 79 pp.

10. Noordink, J. Ph. W. 1965 Onderzoek met behulp van radioactieve isotopen. Jaarverslag IPO: 132-133.

11. Noordink, J. Ph. W. 1966 Onderzoek met hehulp van radioactieve isotopen. Jaarverslag IPO: 153.

12. Noordink, J. Ph. W. 1967 Onderzoek met behulp van radioactieve isotopen. Jaarverslag IPO: 163-164.

13. Ponsen, M. B. & D. J. de Jong 1964 On a nuclear and a cytoplasmic poly--hedrosis of Adoxophyes reticulana Hb. Entomophaga 9: 253-255.

14. Produktschap voor Groenten en Fruit 1968 Jaarverslag 1967. 's-Gravenhage: 72 pp.

15. Proverbs, M. D., J. R. Newton & D. M. Logan 1967 Autocidal control of the codling moth by release of males and females sterilized as adults by gamma radiation. J. Ec. Ent. 60: 1302-1306.

16. Sant, L. E. van 't 1964 De uievlieg, Hylemya antiqua Mg. Jaarverslag IPO: 77-79.

17. Sant, L. E. van 't 1965 De uievlieg, Hylemya antiqua Mg. Jaarverslag IPO: 71-73.

18. Sant, L. E. van 't 1966 De uievlieg, Hylemya antiqua Mg. Jaarverslag IPO: 77-78.

19. Sant, L. E. van 't 1967 De uievlieg, Hylemya antiqua Mg. Jaarverslag IPO: 78-80.

20. Theunissen, J. A. B. M. 1967 Cytogenetisch onderzoek binnen het kader van de populatie sterilisatie techniek. Jaarverslag IPO: 82-83.

21. Ticheler, J. 1966 Bestrijding van voor land- en tuinbouwgewassen schadelijke vliegesoorten, in het bijzonder de uievlieg (Hylemya antiqua Mg.), door middel van de populatie sterilisatie techniek. Jaarverslag IPO: 78-80.

22. Ticheler, J. 1967 Bestrijding van voor land- en tuinbouwgewassen schadelijke vliegesoorten, in het bijzonder de uievlieg (Hylemya antiqua Mg.), door middel van de 'sterile-male' techniek. Jaarverslag IPO: 80-82.

23. Ticheler, J. & J. Ph. W. Noordink 1968 Application of the sterile-male technique on the onion fly, Hylemya antiqua (Meig.), in the Netherlands. Panel Proceedings Series, Radioisotopes and Rearing methods in the control of Insect Pests. IAEA, Wenen: 111-115.

24. Ticheler, J. 1968 Steriliseren van insekten als bestrijdingsmethode. Landbouwk. Tijdschr. 80: 405-409.

25. Wilde, J. de 1965 Nieuwe wegen bij het zoeken naar bestrijdingsmethoden. In: Op leven en dood. Pudoc, Wageningen: 164-189.

Geïntegreerde bestrijding in de appelteelt
(Dr. H. J. de Fluiter)

1. Ankersmit, G. W. 1968 The photoperiod as a control agent against Adoxophyes reticulana (Lepidoptera, Tortricidae). Ent. exp. & appl. 11: 231-240.
2. Besemer, A. F. H. 1964 The available data on the effect of spray chemicals on useful arthropods in orchards. Entomophaga 9: 263-269.
3. Briejèr, C. J. 1956 Resistentie van insekten tegen bestrijdingsmiddelen. Med. Dir. Tuinb. 19: 861-866.
4. Briejèr, C. J. 1967 Zilveren sluiers en verborgen gevaren. Chemische preparaten, die het leven bedreigen. Sythoff, Leiden, 246 pp.
5. Evenhuis, H. H. 1958 Een oecologisch onderzoek over de appelbloedluis, Eriosoma lanigerum (Hausm.) en haar parasiet Aphelinus mali (Hald.) in Nederland. Diss. R. Un. Groningen, 103 pp.
6. Evenhuis, H. H. 1964 The interrelations between apple aphids and their parasites and hyperparasites. Entomophaga 9: 227-231.
7. Evenhuis, H. H. 1968 The natural control of the apple-grass aphid, Rhopalosiphum insertum, with remarks on the control of apple aphids in the Netherlands. Neth. J. Pl. Path. 74: 106-117.
8. Fluiter, H. J. de 1957 De bestrijding van ziekten en plagen in twee belangrijke fruitteeltgebieden in Canada. Med. Dir. Tuinb. 20: 167-175.
9. Jong, D. J. de De kunstmatige kweek van Adoxophyes reticulana voor het toetsen van bestrijdingsmiddelen. 20ste Int. Symp. o. Fytofarmacie en Fytiatrie te Gent, 1968 (in druk).
10. Kuenen, D. J. & J. de Wilde 1956 Het eenvoudige ziektenbestrijdingsprogramma voor de fruitteelt van A. D. Pickett. Med. Dir. Tuinb. 19: 867-873.
11. Org. Int. de Lutte Biologique (OILB) 1965 Groupe de travail pour la lutte intégrée. Méthodes permettant de recenser la faune des arbres fruitiers. Entomophaga 10: 230-271 (4 artikelen).

12. Org. Int. de Lutte Biologique (OILB) 1967 Third Intern. Symp. on Integrated Control of orchard pests, 1967. Population sample counts in orchards. Entomophaga Mém. H.S. 3: 13-61 (9 artikelen).

13. Pickett, A. D. & A. W. Mac Phee 1965 Twenty years' experience with integrated control programme in Nova Scotia apple and pear orchards. Proc. XIIth Int. Congr. Entom,. London, 1964: 597.

14. Ponsen, M. B. & D. J. de Jong 1964 On a nuclear and a cytoplasmic polyhedrosis of Adoxophyes reticulana Hb. Entomophaga 9, 3: 253-255.

15. Post, A. 1962 Effect of cultural measures on the population density of the fruit tree red spider mite, Metatetranychus ulmi Koch (Acari, Tetranichidae). Tijdschr. Pl. Ziekt 68: 1-110.

16. Steiner, H. & M. Baggiolini 1968 Anleitung zum integrierten Pflanzenschutz im Apfelanbau. Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart.

17. Vrie, M. van de 1965 Relaties tussen de prooi Metatetranychus ulmi Koch en de predator Typhlodromus potentillae Garman (Acari). Ent. Ber. 25, 139.

18. Vrie, M. van de & D. Kropczynska 1967 The influence of predatory mites on the population development of Panonychus ulmi Koch on apple. Entomophaga Mém. H.S. no. 3: 77-84.

19. Vrie, M. van de 1966 Population sampling for integrated control. Proc. FAO symp. on integrated pest control, 11-15 Oct. 1965, Rome.

Proefboomgaard 'de Schuilenburg'
(Ir. P. Gruys)

1. Gruys, P. 1964 Biologische bestrijdingsmethoden en hun toepassing in Nederland. in: Op Leven en Dood. Pudoc, Wageningen: 130-163.

2. Gruys, P. 1967 Geïntegreerde bestrijding van insekten en het onderzoek hierover in de proefboomgaard 'de Schuilenburg'. Ent. Ber. 27: 203-204.

3. Gruys, P. 1967 Geïntegreerde bestrijding van insektenplagen. De Fruitteelt: 1478-1482.

4. Gruys, P. 1968 Harmonische bestrijding. Natuur & Techniek 36: 56-62.

5. Gruys, P. 1968 Het onderzoek over geïntegreerde bestrijding van plagen in de proefboomgaard 'de Schuilenburg'. Meded. Dir. Tuinb. 31: 257-261.

Samenstelling van de Werkgroep

Commissie van Beheer

Voorzitter:	Dr. N. van Tiel
Leden:	Dr. Ir. A. M. van Doorn
	Ir. L. P. Flipse
	Prof. H. van Genderen
	Prof. Dr. G. J. M. van der Kerk
	Ir. G. S. Roosje
	Prof. Dr. J. W. Tesch
	Ir. G. Wansink
	Dhr. P. van Westrhenen
adv.lid:	Prof. Dr. J. de Wilde
adv.lid:	Dr. H. J. de Fluiter

Leiding van de Werkgroep

Voorzitter: Prof. Dr. J. de Wilde
Secretaris: Dr. H. J. de Fluiter
Sectieleiders:

Sectie I	Populatiedynamica	Prof. Dr. H. Klomp
Sectie II	Hormonen en Feromonen	Prof. Dr. J. de Wilde
Sectie III	Resistentie tegen insekticiden	Dr. F. J. Oppenoorth
Sectie IV	Relatie Plant-Dier	Dr. A. D. Voûte
Sectie V	Insektepathogenen	Dr. J. G. ten Houten
Sectie VI	Toepassing geïntegreerde bestrijding	Dr. H. J. de Fluiter
	Onderzoekbeheerder op de proefboomgaard 'de Schuilenburg'	Ir. P. Gruys
Sectie VII	Genetische bestrijding	Dr. Ir. D. de Zeeuw

Medewerkers aan de Werkgroep

Naam	*Sectie*	*Instituut*
Drs. W. Bongers	IV	Afd. Natuurbehoud en -beheer, Generaal Foulkesweg 37, Wageningen
Dr. D. Hille Ris Lambers	I, IV, VI	Bladluisonderzoek TNO, Edeseweg 139, Bennekom
Ir. J. La Brijn	VI	Centraal Laboratorium TNO, Julianalaan 134, Delft
Ir. C. J. Persoons	IV	Centraal Laboratorium TNO, Julianalaan 134, Delft
Dr. F. J. Ritter	II, IV	Centraal Laboratorium TNO, Julianalaan 134, Delft
Drs. W. H. J. M. Wientjens	II	Centraal Laboratorium TNO, Julianalaan 134, Delft
Mej. Dr. J. van Brink	VII	Genetisch Instituut R.U., Opaalweg 20, Utrecht
Prof. Dr. S. J. Geerts	VII	Genetisch Laboratorium R.K.U.. Driehuizerweg 200, Nijmegen
C. A. van den Anker	VI	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Dr. H. H. Evenhuis	I, IV, VI	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Dr. H. J. de Fluiter	IV, VI, VII	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Drs. P. Harrewijn	IV	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen

Naam	*Sectie*	*Instituut*
Dr. J. G. ten Houten	V	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Drs. H. P. Maas Geesteranus	V	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
J. Ph. W. Noordink	VII	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Drs. L. E. van 't Sant	VII	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Drs. J. J. H. Storms	IV	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Ir. J. A. B. M. Theunissen	VII	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Dr. Ir. J. H. G. Ticheler	VII	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Dr. J. H. Venekamp	IV	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Drs. D. J. de Jong	I, V, VI, VII	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen; gestationeerd bij het Proefstation voor de Fruitteelt in de Volle Grond, Wilhelminadorp

Naam	*Sectie*	*Instituut*
M. van de Vrie	I, III, VI	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen; gestationeerd bij het Proefstation voor de Fruitteelt in de Volle Grond, Wilhelminadorp
Drs. M. H. den Boer	I	Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Kemperbergerweg 11, Arnhem
Dr. B. T. Bosman	IV	Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Kemperbergerweg 11, Arnhem
Dr. R. J. van der Linde	I, IV	Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Kemperbergerweg 11, Arnhem
Dr. A. D. Voûte	I, IV, V	Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Kemperbergerweg 11, Arnhem
Dr. Ir. D. de Zeeuw	VII	Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw, Keyenbergseweg 6, Wageningen
Drs. J. L. Gerold	III	Instituut voor Tropische Hygiëne en Parasitologie, R.U., Rapenburg 33, Leiden
Dr. J. J. Laarman	III	Instituut voor Tropische Hygiëne en Parasitologie, R.U., Rapenburg 33, Leiden
Dr. G. G. M. Schulten	III	Koninklijk Agrarisch Instituut voor de Tropen, G.U., Mauritskade 63, Amsterdam
Dr. Ir. G. A. de Weille	VI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Utrechtseweg 297, De Bilt

Naam	*Sectie*	*Instituut*
Dr. Ir. G. W. Ankersmit	VI, VII	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Drs. C. A. D. de Kort	II	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Drs. A. de Loof	II	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Ir. W. C. Ma	IV	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Drs. H. Schooneveld	II	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Dr. L. M. Schoonhoven	II, IV	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Dr. Ir. G. B. Staal [1]	II	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Ir. S. Wardojo	IV	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
J. Wiebenga	II	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Prof. Dr. J. de Wilde	II, IV, VI, VII	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Drs. K. W. R. Zwart	VI	Laboratorium voor Entomologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen

[1] Thans verbonden aan 'Zoëcon', Palo Alto, Cal., USA

Naam	*Sectie*	*Instituut*
Drs. N. W. H. Houx	III	Laboratorium voor Insekticiden-onderzoek, Pr. Marijkeweg 22, Wageningen
Dr. Ir. A. K. Minks	II, VII	Laboratorium voor Insekticiden-onderzoek, Pr. Marijkeweg 22, Wageningen
Dr. F. J. Oppenoorth	II, III	Laboratorium voor Insekticiden-onderzoek, Pr. Marijkeweg 22, Wageningen
Drs. H. R. Smissaert	III	Laboratorium voor Insekticiden-onderzoek, Pr. Marijkeweg 22, Wageningen
Drs. S. Voerman	II	Laboratorium voor Insekticiden-onderzoek, Pr. Marijkeweg 22, Wageningen
Prof. Dr. F. H. Sobels	VII	Laboratorium voor Stralen-genetica, R.U., Wassenaarseweg 62, Leiden
Mevr. Ir. A. M. Braat-Wildschut	V	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam
Dr. Ir. L. van der Geest	V	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam
Dr. W. Helle	III, VII	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam
Dr. P. A. van der Laan	III, V	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam
Dr. W. P. J. Overmeer	III	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam

Naam	*Sectie*	*Instituut*
H. J. M. Wassink	V	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam
A. Q. van Zon	III	Laboratorium voor Toegepaste Entomologie, G.U., Linnaeusstraat 2b, Amsterdam
Ir. M. B. Ponsen	V	Laboratorium voor Virologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 11, Wageningen
Prof. Dr. J. P. H. van der Want	V	Laboratorium voor Virologie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 11, Wageningen
Prof. Dr. D. Kuenen	I	Laboratorium voor Zoölogie, R.U., Kaiserstraat 63, Leiden
Drs. Ph. F. Sprey	II	Laboratorium voor Zoölogie, R.U., Kaiserstraat 63, Leiden
Prof. Dr. H. Klomp	I, IV	Laboratorium voor Zoölogie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Drs. J. Kuchlein	I	Laboratorium voor Zoölogie, Landbouwhogeschool, Binnenhaven 7, Wageningen
Mej. Dr. A. Post	IV, VI	Middelbare Tuinbouwschool voor Meisjes 'Huis te Lande', Van Vredenburchweg 150, Rijswijk (Z.H.)
Drs. W. J. v. d. Burg	II	N.V. Organon, Kloosterstraat 6, Oss
Drs. H. W. A. Biessels	II	Organisch Chemisch Laboratorium, R.U., Croesestraat 79, Utrecht

Naam	*Sectie*	*Instituut*
Dr. C. A. Salemink	II	Organisch Chemisch Laboratorium, R.U., Croesestraat 79, Utrecht
B. J. v. d. Kolk	II, III	Philips Duphar, Agro-biol. Laboratorium 'Boekesteyn', Noordeinde 75, 's-Graveland
Drs. J. Meltzer	II, III	Philips Duphar, Agro-biol. Laboratorium 'Boekesteyn', Noordeinde 75, 's-Graveland
Ir. R. Mulder	II	Philips Duphar, Agro-biol. Laboratorium 'Boekesteyn', Noordeinde 75, 's-Graveland
Dr. L. C. Post	III	Philips Duphar, Agro-biol. Laboratorium 'Boekesteyn', Noordeinde 75, 's-Graveland
Dr. A. F. H. Besemer	III, VI	Plantenziektenkundige Dienst, Geertjesweg 15, Wageningen
Dr. F. E. Loosjes	III	Plantenziektenkundige Dienst, Geertjesweg 15, Wageningen
Ir. P. Gruys	I, IV, VI	Proefboomgaard 'De Schuilenburg', Lienden; gedetacheerd door het Itbon
Dr. Ir. L. Bravenboer	I, III, VI	Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas, Zuidweg 38, Naaldwijk
Ir. R. van der Heide	VI	Stichting 'Boom en Vrucht', Tielsestraat 97, Kesteren

Onderzoekprojecten per 1 januari 1968

Project nr.

I-1-1 Onderzoek naar de populatiedynamica van *Tetranychus urticae* en de predator *Phytoseiulus riegeli* / Dr. Ir. L. Bravenboer.

I-2-1 Onderzoek naar de mogelijkheden van een geïntegreerde bestrijding van plagen in de fruitteelt. De relaties tussen schadelijke insekten van appel en hun parasieten en roofvijanden (uitgezonderd bladluizen) / Dr. H. H. Evenhuis.

I-2-2 Onderzoek naar de mogelijkheden van een geïntegreerde bestrijding van plagen in de fruitteelt. De relaties tussen bladluizen van appel en hun natuurlijke vijanden / Dr. H. H. Evenhuis.

I-3-1 Invloed van de populatiedichtheid op de groei van de dennespanrups *(Bupalus piniarius)* / Ir. P. Gruys.

I-4-1 Bevolkingsdynamiek van de dennespanner, *Bupalus piniarius* L. / Prof. Dr. H. Klomp.

I-4-2 Biologie van de eiparasiet *Trichogramma embryophagum* Htg. / Prof. Dr. H. Klomp.

I-5-1 De kwantitatieve relaties tussen het kasspint *(Tetranychus urticae* Koch*)* en één van zijn predatoren *Typhlodromus longipilus* Nesbitt / Drs. J. H. Kuchlein.

I-6-1 Ecologische bestrijding van de fruitspintmijt *Panonychus ulmi* Koch / M. van de Vrie.

I-7-1 De mortaliteit van larven van *Adoxophyes reticulana* Hb. in herfst, winter en voorjaar / Drs. D. J. de Jong.

I-7-2 Invloed van *Trichogramma* als eiparasiet op de populatie-ontwikkeling van Tortriciden / Drs. D. J. de Jong.

I-8-1 Populatiedynamica; populatiegenetische aspecten / Drs. M. den Boer.

II-1-1 Onderzoek naar de fysiologische betrekkingen tussen een insekt en zijn parasiet / Dr. L. M. Schoonhoven (afgesloten met proefschrift, 1962).

II-2-1 Hormonale regeling van groei en differentiatie in de larvale ontwikkeling van insekten; insektenbestrijding met hormonen / Dr. Ir. G. B. Staal.

II-3-1 Biochemisch onderzoek naar de werking van het corpus allatum van de coloradokever / Drs. C. A. D. de Kort.

II-4-1 Effecten corpus allatum hormoon op de algemene stofwisseling bij *Locusta migratoria* (Afrikaanse treksprinkhaan) / Dr. Ir. A. K. Minks (afgesloten met proefschrift, 1967).

II-5-1 Hormonale regeling van diapauze en voortplanting bij de coloradokever / Prof. Dr. J. de Wilde.

II-5-2 Rol van de neurosecretie bij de regeling van voortplanting en diapauze van de coloradokever / Drs. H. Schooneveld.

II-6-1 Morfogenetische effecten van dierlijke oliën / Drs. J. Meltzer.

II-7-1 Steroïden in insekten / Dr. F. J. Ritter en Drs. W. H. J. M. Wientjens.

II-8-1 Onderzoek naar de fysiologische activiteiten van het centrale zenuwstelsel en de hormonale regeling daarvan / Drs. L. M. Schoonhoven.

II-9-1 Sexeferomonen / Dr. Ir. A. K. Minks.

III-1-1 Onderzoek naar het optreden van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen bij de mijt *Tetranychus urticae* en de gevoeligheid van zijn roofvijanden tegen chemische middelen / Dr. Ir. L. Bravenboer.

III-2-1 Onderzoek over gedrag en tolerantie ten opzichte van insekticiden bij *Anopheles* / Drs. J. L. Gerold.
Dit project is per 1 jan. 1966 afgevoerd, daar het geleidelijk een geheel ander (meer gedragsfysiologisch) karakter had gekregen.

III-3-1 Resistentie van kasspint / Dr. W. Helle.
Dit project is opgesplitst in 3 nieuwe projecten (zie III-9-1, III-10-1 en III-11-1).

III-4-1 Invloed van lichtintensiteit op wegvlieggedrag van malariamuskieten onder uitwendige toxische prikkeling door insekticiden èn in verband met natuurlijke fysiologische cycli (gonotrophe cyclus) / Dr. J. J. Laarman.
Dit project is vervallen.

III-5-1 DDT-resistentie bij de huisvlieg / Dr. F. J. Oppenoorth.

III-5-2 O.P.-resistentie bij de huisvlieg / Dr. F. J. Oppenoorth.

III-6-1 Resistentie van kasspint: genetische basis van tedion-resistentie bij *Tetranychus urticae* Koch / Dr. W. P. J. Overmeer.
Dit project is in 1967 afgesloten met een proefschrift.

III-7-1 Resistentie tegen organische fosforesters bij kasspint (*Tetranychus urticae* Koch) / Drs. H. R. Smissaert.

III-7-2 Onderzoek over gevoeligheidsbepalingen bij kasspint / Drs. H. R. Smissaert.
Dit project is voorlopig opgeschort.

III-8-1 Resistentie bij de fruitspintmijt *Panonychus ulmi* Koch tegen bestrijdingsmiddelen / M. van de Vrie.

III-9-1 Genetisch variabiliteitsonderzoek bij spintmijten / Dr. W. Helle.
Dit project is ondergebracht bij III-10-1.

III-10-1 Genetisch onderzoek aan spintmijten / Dr. W. Helle.

III-11-1 Genetische analyse van de multiresistentie bij diverse spintmijten / Dr. W. Helle.

III-12-1 Relatie diapauze-resistentie bij spintmijten / Dr. W. Helle.

III-13-1 Resistentie van de bonespintmijt tegen organische forforverbindingen / Drs. G. G. M. Schulten.
Dit project is in 1968 afgesloten met een proefschrift.

III-14-1 Nieuwe acariciden en insekticiden ter bestrijding van multiresistente spintmijten / Dr. W. Helle.

III-15-1 Keuring van middelen tegen gevoelig en resistent kasspint / Dr. F. E. Loosjes.

III-16-1 Resistentie van kasspint / Dr. L. C. Post.

IV-1-1 De dynamiek van de waardplantkeuze van de coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata* Say) / Drs. W. Bongers.
Dit project is afgesloten en wordt bewerkt voor een proefschrift.

IV-2-1 Invloed van de bemesting op de ontwikkeling van fytofage insekten in een grove-dennenbos / Ir. P. Gruys.

IV-3-1 Fagostimulantia voor de coloradokever / Dr. F. J. Ritter.
Dit project is afgesloten in 1967.

IV-4-1 De relatie voedselplant-plantebeschadiger, gezien als landschapsoecologisch probleem / Dr. R. J. van der Linde.

IV-5-1 Invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op de ontwikkelingsmogelijkheden van zuigende insekten, in casu bladluizen / Drs. P. Harrwijn.

IV-6-1 Isolatie van termietenattractantia uit beschimmeld hout / Ir. C. J. Persoons.

IV-6-2 Lokstoffen voor de aspergevlieg / Ir. C. J. Persoons.

IV-7-1 Predispositie van bossen voor plagen / Dr. B. T. Bosman.

IV-8-1 Invloed van de fysiologische toestand van de voedselplant op de ontwikkelingsmogelijkheden van daarop levende fytofage mijten / Drs. J. J. H. Storms.

IV-9-1 Onderzoek naar de functie van smaak- en reukzintuigen van een oligofaag insekt bij de herkenning van de voedselplant / Dr. L. M. Schoonhoven.

IV-10-1 Voedingsbehoeften van de coloradokever, *Leptinotarsa decemlineata* Say / Ir. S. Wardojo.

IV-11-1 Determinatie van waardplant-specificiteit bij fytofage insekten / Ir. Ma.

V-1-1 Bestudering werkzaamheid van *Bacillus thuringiensis* en andere pathogene bacteriën, schimmels, protozoën en virussen / Dr. Ir. L. van der Geest.

V-2-1 Microbiologische bestrijding van Tortriciden / Drs. D. J. de Jong.

V-3-1 Bestrijding van insektenplagen in de stad Amsterdam met pathogene micro-organismen / Dr. P. A. van der Laan.

V-4-1 Het ontwikkelen van een methode ter bepaling van de giftigheid van stammen en handelspreparaten van *Bacillus thuringiensis* / Drs. H. P. Maas Geesteranus.
Dit project is afgesloten in 1967.

V-5-1 Insektenvirussen / Ir. M. B. Ponsen.

V-5-2 Karakterisering van het polyedervirus van *Malacosoma neustria* Hb. / Ir. M. B. Ponsen.
Dit project is beëindigd.

V-5-3 Karakterisering van het polyedervirus van *Adoxophyes reticulana* Hb. / Ir. M. B. Ponsen.
Dit project is beëindigd.

V-5-4 Vermeerdering van het kern- en cytoplasma-polyedervirus van *Mamestra brassicae* / Ir. M. B. Ponsen.
Dit project is ondergebracht bij V-5-1.

V-5-5 Onderzoek naar de verschillen tussen de natuurlijke stam van *Pieris brassicae* en de in het laboratorium verkregen stam, die resistent is voor het granulavirus van deze soort / Ir. M. B. Ponsen.
Dit project is beëindigd.

V-5-6 Onderzoek over de plaats van vermeerdering van het bladrolvirus in de vector *Myzus persicae* Sulz. / Ir. M. B. Ponsen.

V-5-7 Onderzoek betreffende de pathogeniteit van *Beauveria bassiana* t.o.v. de coloradokever / Mevr. Ir. A. M. Braat-Wildschut.

VI-1-1 Geïntegreerde bestrijding in appelboomgaarden. Proefboomgaard 'Nudenoord' / Dr. Ir. G. W. Ankersmit en Dr. A. F. H. Besemer.

VI-1-2 Geïntegreerde bestrijding in appelboomgaarden. Proefboomgaard 'Albertina-hoeve' / Drs. D. J. de Jong en M. van de Vrie.
Dit project is definitief afgesloten per 1 jan. 1968.

VI-1-3 Geïntegreerde bestrijding in appelboomgaarden. Proefboomgaard 'Thedinghsweert' / Dr. H. H. Evenhuis en M. van de Vrie.

VI-1-4 Geïntegreerde bestrijding in appelboomgaarden. Proefboomgaard 'De Schuilenburg' / Dr. Ir. G. W. Ankersmit, Dr. A. F. H. Besemer, Dr. H. H. Evenhuis, Dr. H. J. de Fluiter, Ir. P. Gruys, Ir. R. van der Heide, Drs. D. J. de Jong en M. van de Vrie.

VI-2-1 Onderzoek inzake de gevoeligheid van roofvijanden van de kaspintmijt *(Tetranychus urticae* Koch*)* voor bestrijdingsmiddelen onder kasomstandigheden / Dr. Ir. L. Bravenboer.

VI-3-1 Dit project is nu opgenomen als project VI-1-3 (zie boven).

VI-4-1 Geïntegreerde bestrijding van de schadelijke Tortriciden in de fruitteelt / Drs. D. J. de Jong.

VI-4-2 Chemische en microbiologische bestrijding van Tortriciden / Drs. D. J. de Jong.

VI-4-3 Bestrijding van Tortriciden in de fruitteelt met behulp van eiparasieten / Drs. D. J. de Jong.

VI-5-1 Kweken van *Sitotroga cerealella* / Ir. J. La Brijn.
Dit project is afgesloten.

VI-6-1 Geïntegreerde bestrijding van de fruitspintmijt *Panonychus ulmi* Koch / M. van de Vrie.

VI-7-1 Neveninvloeden van bestrijdingsmiddelen op de fauna van appelboomgaarden / M. van de Vrie.

VI-8-1 De appelbloesemkever / Dr. Ir. G. W. Ankersmit.

VII-1-1 Bestrijding van de uievlieg met behulp van de populatie-sterilisatietechniek / Dr. Ir. J. Ticheler en J. Ph. W. Noordink.

VII-1-2 Onderzoek naar de fenologie van de uievlieg / Drs. L. E. van 't Sant.

VII-1-3 Cytogenetisch onderzoek van de uievlieg / Ir. J. Theunissen.

VII-2-1 Onderzoek naar de mogelijkheden van de bestrijding van de vruchtbladroller *(Adoxophyes reticulana* Hb.*)* met behulp van de populatie-sterilisatietechniek / Dr. Ir. G. W. Ankersmit.

VII-3-1 Onderzoek naar de mogelijkheden van de bestrijding van *Tetranychus urticae* door genetische incompatibiliteit / Dr. W. Helle.

Publikaties van de Werkgroep

Abu Yaman, I. K.	1960	Natural control in cabbage root fly populations and influence of chemicals. Meded. LH, Wageningen, 60: 1-57.
Ankersmit, G. W., J. Th. Locher, H. H. W. Velthuis & K. W. R. Zwart	1962	Effect of insecticides, acaricides and fungicides on *Mormoniella vitripennis* Walker (Hym. Pteromalidae). Entomophaga VII: 251-255.
Ankersmit, G. W.	1963	The possibilities of the sterile male technique against *Adoxophyes reticulana* (Hb.) *(Lepidoptera, Tortricidae).* Proc. XIIIth Intern. Congr. Entom. Moskou (in druk).
Ankersmit, G. W.	1963	The photoperiod as a control agent against *Adoxophyes reticulana (Lepidoptera, Tortricidae).* Ent. exp. app. 11: 231-240.
Asperen, K. van	1964	Biochemistry and genetics of esterases in houseflies *(Musca domestica)* with special reference to the development of resistance to organophosphorous componds. Ent. exp. appl. 7: 205-214.
Beetsma, J., L. de Ruiter & J. de Wilde	1962	Possible influence of neotenine and ecdyson on the sign of phototaxis in the eyed hawk caterpillar *(Smerinthus ocellata* L.). J. Ins. Physiol. 8: 251-257.
Besemer, A. F. H.	1964	The available data on the effect of spray chemicals on useful arthropods in orchards. Entomophaga 9: 263-269.
Besemer, A. F. H.	1966	Enige groepen van moderne chemische bestrijdingsmiddellen. Plzktn. N.V. Uitg. Mij Tjeenk Willink, Zwolle: 20-26.
Besemer, A. F. H.	1966	Problematiek van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de grond. Plzktn. N.V. Uitg. Mij Tjeenk Willink, Zwolle: 163-171.
Besemer, A. F. H.	1966	Some factors influencing the initial spray deposit and the breakdown of pesticide residues. Med. Rijksfac. Landb.wet. Gent XXXI, 3: 399-410.

Besemer, A. F. H. 1967 The present position of the research on 'integrated' pest control in orchards in the Netherlands. Entomophaga 12.

Braat-Wildschut A. M. 1966 Some aspects of the infection with *Beauveria bassiana* (Vuill.) and a sublethal dose of DDT on the larvae of the colorado beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)*. Med. Rijksfac. Landb.wet. Gent, XXXI, 3: 547-552.

Bravenboer, L. 1959 De chemische en biologische bestrijding van de spintmijt *Tetranychus urticae* Koch. Diss. Landb.hogeschool, Wageningen, 13 nov., 85 pp.

Bravenboer, L. & G. Dosse 1962 *Phytoseiulus riegeli* Dosse als Prädator einiger Schadmilben aus der *Tetranychus urticae*-Gruppe. Ent. exp. appl. 5: 291-304.

Damme, E. N. G. van & P. A. van der Laan 1959 Some observations on the effect of E-58 powder *(Bacillus thuringiensis* Berliner*)* on *Malacosoma neustria* L. Entomophaga 4: 221-225.

Dethier, V. G. & L. M. Schoonhoven 1963 Evaluation of evaporation by cold and humidity receptors in caterpillars, J. Ins. Physiol. 14: 1049-1054.

Dresden, D. 1965 Enzymes and mutations in insect resistance. Meded. Landb.hogeschool en Opz. Stns. Gent, XXX, 3: 1382-1389.

El Ibrashy, M. T. 1965 A comparative study of metabolic effects of the corpus allatum in two adult coleoptera in relation to diapause. Meded. Landb.hogeschool. Wageningen 65 (11): 1-66.

Evenhuis, H. H. 1956 De appelbloedluis en haar parasiet na de strenge winter 1955/1956. Meded. Dir. Tuinb. 19: 404-406.

Evenhuis, H. H. 1958 Een oecologisch onderzoek over de appelbloedluis *Eriosoma lanigerum* (Hausm.) en haar parasiet *Aphelinus mali* (Hald.) in Nederland. Tijdschr. Pl. Ziekt. 64: 1-103.

Evenhuis, H. H. 1958 Over de invloed van de winter op de parasitering van de appelbloedluis, *Eriosoma lanigerum,* door haar parasiet *Aphelinus mali.* Tijdschr. Pl. Ziekt. 63: 328-332.

Evenhuis, H. H. 1959 Effect van insekticiden op de bloedluisparasiet *Aphelinus mali*. Meded. Dir. Tuinb. 22: 306-311.

Evenhuis, H. H. 1959 *Cnemoda vitripennis* (Meig.) als roofvijand van de appelbloedluis *Eriosoma lanigerum* (Hausm.) (Dipt.; Hemipt.). Ent. Ber. 19: 238-240.

Evenhuis, H. H. & D. J. de Jong 1961 Oecologische waarnemingen over bladluizen van appel in 1960. Meded. Dir. Tuinb. 24: 285-290.

Evenhuis, H. H. 1962 Betrachtungen über den Einfluss der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* (Hald.) auf den Massenwechsel ihres Wirtes, der Apfelblutlaus *Eriosoma lanigerum* (Hausm.) in den Niederlanden. Z. angew. Ent. 49: 402-407.

Evenhuis, H. H. 1962 Methods to investigate the population dynamics of aphids and aphid parasites in orchards. Entomophaga 7: 215-220.

Evenhuis, H. H. 1964 The interrelations between apple aphids and their parasites and hyperparasites. Entomophaga 9: 227-231.

Evenhuis, H. H. 1964 De groene appeltakluis, *Aphis pomi* Geer, en haar parasietencomplex. Meded. Landb. hogeschool en Opz. stns., Gent 28: 227-231.

Evenhuis, H. H. 1965 The economic significance of parasitic Cynipoidea associated with apple in the Netherlands. Proc. XIII Int. Congr. Ent. London, 1964: 359.

Evenhuis, H. H. 1965 On the identity of *Diplazon abdominator* (Bridgman) (Hymenoptera, Ichneumonidae), a parasite of *Cnemodon vitripennis* (Meigen) (Diptera, Syrphidae). Ent. Ber. 25: 215-218.

Evenhuis, H. H. 1965 Over het optreden van de appelbladmineerder *Stigmella malella* en haar parasiet *Cirrospilus vittatus* in 1964. Ent. Ber. 25: 127-129.

Evenhuis, H. H. 1966 Syrphid predators of apple aphids and their parasites. Ecology of aphidophagous insects: 191-193.

Evenhuis, H. H. 1966 Host specificity in het parasites and hyperparasites of apple aphids. Ecology of Aphidophagous insects: 39-40.

Evenhuis, H. H. 1968 The natural control of the apple-grass aphid, *Rhopalosiphum insertum* with remarks on the control of apple aphids in the Netherlands in general. Neth. J. Pl. Path. 74: 106-117.

Evenhuis, H. H. 1968 An appraisal of the importance of three parasites of phytophagous apple insects in the Netherlands. Proc. 13th Int. Congr. Ent. Moscow, 1968 (in druk).

Evenhuis, H. H. 1968 Some ecological facts about two Dutch *Melanips* species (Hymenoptera, Cynipidae). Ent. Ber. 28: 175-176.

Eveleens, K. G. & H. H. Evenhuis 1968 Investigations on the interaction between the apple leaf miner *Stigmella malella* and its parasite *Cirrospilus vittatus* in the Netherlands. Neth. J. Pl. Path. 74: 140-145.

Eyndhoven, G. L. & W. Helle 1966 Sex abnormalities in the common spider mite *(Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). Ent. Ber. 26: 204-208.

Fluiter, H. J. de 1957 De bestrijding van ziekten en plagen in twee belangrijke fruitteeltgebieden in Canada. Med. Dir. Tuinb. 20: 167-175.

Fluiter, H. J. de 1960 Harmonische bestrijding van plagen in de land- en tuinbouw. Landb. doc. 16, 20: 629-630 en 633-636.

Fluiter, H. J. de 1960 Harmonische bestrijding van plagen in de fruitteelt. De Fruitteelt, 50e jrg. 7: 197-199.

Fluiter, H. J. de 1961 Die nützlingsschonende Schädlingsbekämpfung und ihre Beziehung zur Taxonomie der Nützlinge und Schädlinge. Entomophaga VI, 2: 143-154.

Fluiter, H. J. de 1961 Harmonious control of pests, its aspects and problems. Meded. Landb.hogeschool en Opz. Stns. Gent,XXVI, 3: 981-996.

Fluiter, H. J. de 1962 Integrated control of pests in orchards. Entomophaga VII, 3: 199-206.

Fluiter, H. J. de 1962 Premier colloque sur la lutte intégrée dans les vergers. Entomophaga VII, 3: 195-198.

Fluiter, H. J. de 1963 Some aspects of biological and integrated control of pests. EPPO Publ., serie D, 5: 18-25.

Fluiter, H. J. de 1963 Mogelijkheden bij de combinatie van de biologische en de chemische bestrijding van plagen. Versl. en Meded. PD 137: 25-31.

Fluiter, H. J. de 1963 De harmonische bestrijding van plagen, haar aspecten en problemen. Meded. Dir. Tuinb. 26: 343-348.

Fluiter, H. J. de 1964 De harmonische bestrijding van plagen. In: Op leven en dood. Pudoc, Wageningen: 112-130.

Fluiter, H. J. de 1964 Some aspects of biological and integrated control of pests. Entomophaga 9: 219-225.

Fluiter, H. J. de 1964 Deuxième colloque sur la lutte intégrée dans le vergers. Introduction. Entomophaga 9: 215-217.

Fluiter, H. J. de 1965 Het onderzoek naar een doelmatige en economische bestrijding van plagen in de land- en tuinbouw. Lentenummer 'Bodem', april.

Fluiter, H. J. de 1965 De harmonische bestrijding van plagen. Voeding, jrg. 26, 1: 20-28.

Fluiter, H. J. de 1965 Harmonische Schädlingsbekämpfung, ihre Aspekte und Probleme. Schw. Gärtnerz., jrg. 68, 2.

Fluiter, H. J. de 1966 Educational, legislative and extension needs for integrated control. Proc. FAO Symp. on Integrated Pest Control 3: 111-116.

Fluiter, H. J. de 1966 Introduction to the Session Techniques of Intergration. Proc. FAO Symp. on Integrated Pest Control, 3: 9-12.

Fluiter, H. J. de 1966 The aspects of integrated control with reference to aphids and scale insects. Ecology of Aphidophagoes Insects: 291-295.

Fluiter, H. J. de 1966 Function of aphidophagous insects in integrated control (summing up of the section). Ecology of Aphidophagous Insects: 341-343.

Fluiter, H. J. de 1966 De harmonische bestrijding van plagen. Plzktn. N.V. Uitg. Mij Tjeenk Willink, Zwolle.

Fluiter, H. J. de 1966 Resistente vliegen in de akkerbouw en de perspectieven van hun bestrijding. Landb.- en Pl.zktn, 2: 2-15.

Fluiter, H. J. de 1967 Ervaringen met de geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen in proefboomgaarden in Nederland. Meded. Dir. Tuinb. 30, 6: 241-247.

Fluiter, H. J. de 1967 Resistentie bij insekten. Landb.gids: 212-213.

Fluiter, H. J. de 1967 Populatie-sterilisatietechniek. Insektenbestrijding met behulp van steriele mannetjes. Natuur en Techniek, 35 jrg., 3: 1-7.

Fluiter, H. J. de 1967 De geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen in onze cultuurgewassen. TNO-Nieuws, jrg. 22, 8: 320-325.

Fluiter, H. J. de 1967 On the terms 'harmonious' and 'integrated' control. Entomophaga, Mém. H.S.: 7-12.

Fluiter, H. J. de, J. Ph. W. Noordink & J. H. G. Ticheler 1967 The onionfly problem and the sterile male technique. Reactor Centrum Nederl. Meded. 20: 83-97.

Frankenhuyzen, A. van & D. J. de Jong 1964 De koolbladroller, een incidenteel optredende plaag op tuinbouwgewassen. Groenten en Fruit 19 (45): 1971-1973.

Geest, L. P. S. van der 1968 Effects of diets on the haemolymph proteins of larvae of *Pieris brassicae*. J. Insect Physiol. 14: 537-542.

Geest, L. P. S. van der 1968 A method for the purification of polyhedra. J. Invertebrate Pathol. 11: 502.

Genderen, H. van 1966 Bestrijdingsmiddelen als factor van de kwaliteit van voedingsmiddelen. Landb.k. T. 78: 24-33.

Gerold, J. L. & J. J. Laarman 1964 Selection of some strains of *An.atroparvus* with different behavioral responses to contact with DDT. Nature 204, no. 4957: 500-501.

Grigolo, A. & F. J. Oppenoorth 1966 The importance of DDT-dehydrochlorinase for the effect of the resistance gene KDR in the housefly *Musca domestica* L. Genetica 37: 159-170.

Gruys, P. 1964 Biologische bestrijdingsmethoden en hun toepassing in Nederland. In: Op leven en dood. Pudoc, Wageningen: 130-163.

Gruys, P. 1967 Geïntegreerde bestrijding van insekten en het onderzoek hierover in de proefboomgaard 'de Schuilenburg'. Ent. Ber. 27: 203-204.

Gruys, P. 1967 Geïntegreerde bestrijding van insektenplagen. Fruitteelt: 1478-1482.

Gruys, P. 1968 Harmonische bestrijding. Natuur en Techniek 36: 56-62.

Gruys, P. 1968 Het onderzoek over geïntegreerde bestrijding van plagen in de proefboomgaard 'de Schuilenburg'. Meded. Dir. Tuinb. 31: 257-261.

Hazeu, W. & H. J. Hueck 1967 Changes of humidity inside packages due to environmental conditions. Soc. Chem. Ind. Monograph Series 23: 224-231.

Helle, W. 1961 Relation between OP-resistance and non-diapause in spider mites. Nature 192: 1314-1315.

Helle, W. & C. F. v. d. Bund 1962 Crossbreeding experiments with some species of the *Tetranychus urticae* group. Ent. exp. appl. 159-165.

Helle, W. 1965 Resistance in the Acarina: Mites. Adv. in Acar. II: 71-93.

Helle, W. 1965 Interpopulationele variabiliteit van arrhenotoke mijten. Genen en Phaenen 10 (2): 42-44.

Helle, W. 1965 Interbreeding depression in an arrhenotokous mite *(Tetranychus urticae* Koch*)*. Ent. exp. appl. 8: 229-304.

Helle, W. & A. H. Pieterse 1965 Genetic affinities between adjacent populations of spider mites. Ent. exp. appl. 8 (3): 305-308.

Helle, W. & A. Q. van Zon 1966 Albinism in two spider mite species. Genen en Phaenen 11 (2): 24-25.

Helle, W. 1967 Genetics of arrhenotokous spider mites (Tetranychidae: Acari). Genetica 38, 1: 57-58.

Helle, W. 1967 Fertilization in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae:* Acari*)*. Ent. exp. appl. 10: 103-110.

Helle, W. & H. R. Holland 1967 Karyotypes and sex-determination in spider mites *(Tetranychidae)*. Genetica 38: 43-53.

Helle, W. & A. Q. van Zon 1967 Rates of spontaneous mutation in certain genes of an arrhenotokous mite, *Tetranychus pacificus*. Ent. exp. appl. 10: 189-193.

Helle, W. 1968 Genetic variability of photoperiodic response in an arrhenotokous mite *(Tetranychus urticae)*. Ent. exp. appl. 11: 101-113.

Helle, W. 1968 Parthenogenesis and insecticide resistance. Med. Rijksfac. Landb.wet. Gent (in druk).

Huffaker, C. B., M. van de Vrie & J. A. Mc Murtry Ecology of Tetranychid mites and their biological control. Ann. Rev. Ent. 1969 (in druk).

Jong, D. J. de 1963 Onderzoek met een sluipwesp in boomgaarden. De Fruitteelt 53, 6: 152-153.

Jong, D. J. de 1964 Fenologisch en faunistisch onderzoek over boomgaardinsekten. Diverse hoofdstukken in: Versl. Landb. Onderz. no. 69. 14: 226 pp.

Jong, D. J. de 1964 De bramestengelboorder, *Hartigia nigra* (Hymenoptera, Cephidae) in cultuurbramen (The blackberry-stemborer *Hartigia nigra* (Hymenoptera, Cephidae) in cultivated blackberries). Neth. J. Pl. Path. 70: 61-62.

Jong, D. J. de 1967 Some problems connected with the use of lighttraps. Entomophaga 12, Mém. H.S. no. 3: 25-32.

Jong, D. J. de De kunstmatige kweek van *Adoxophyes reticulana* voor het toetsen van bestrijdingsmiddelen. 20e Int. Symp. o. Fytofarmacie en Fytiatrie te Gent (in druk).

Jong, D. J. de & M. van de Vrie 1963 De ziektebestrijding op een keerpunt? Het Loonbedrijf 1963: 779-781.

Klomp, H. 1958 On the synchronization of the generations of the Tachnid *Carcelia obesa* Zett. (= *rutilla* B.B.) and its host *Bupalus piniarius* L; Z. ang. Entom. 42: 210-217.

Klomp, H. 1958 Infestations of forest insects and the role of parasites. XVth Int. Congr. Zool. Sect. 10. London 1958: 797-802.

Klomp, H. 1958 On the theories of host - parasite interactions. Arch. Néerl. Zool. 13: 134-145.

Klomp, H. 1958 Larval density and adult fecundity in a natural population of the pine looper *(Bupalus piniarius* L.*)*. Arch. Néerl. Zool. 13: 319-334.

Klomp, H. 1961 The concepts 'similar ecology' and 'competition' in animal ecology. Arch. Néerl. Zool. 14: 90-102.

Klomp, H. 1960 Het mathematisch model voor concurrentie van Lotka en Volterra. Vakbl. Biol. 40: 3-15.

Klomp, H. 1962 The influence of climate and weather on the mean density level, the fluctuations and the regulation of animal populations. Arch. Néerl. Zool. 15: 68-109.

Klomp, H. & B. J. Teerink 1962 Host selection and number of eggs per oviposition in the egg-parasite *Trichogramma embryophagum* Htg. Nature 195: 1020-1021.

Klomp, H. 1964 Intraspecific competition and the regulation of insect numbers. Ann. Rev. Entom. 9: 17-40.

Klomp, H. & P. Gruys 1964 The analysis of factors affecting reproduction and mortality in a natural population of the pine looper *Bupalus piniarius* L. Int. Ent. Congr. Proc. 12th London: 369-372.

Klomp, H., M. A. J. v. Montfort & P. M. L. Tammes 1964 Sexual reproduction and underpopulation. Extr. Arch. Néerl. Zool., Tome XVI, 1: 105-110.

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. XII Int. Congr. Ent. London: 370-373.

Klomp, H. 1966 The interrelations of some approaches to the concept of density dependence in animal populations. Meded. LH 66-3: 1-10.

Klomp, H. 1966 The analysis of density dependence in studies on population regulation in insects. Rep. no. PL/1965/15, p. 21 of the FAO Symp. Rome, 1965.

Klomp, H. & P. Gruys 1966 The analysis of factors affecting reproduction and mortality in a natural population of the pine looper *Bupalus piniarius* L. Meded. Zool. Lab. LH nr. 23.

Klomp, H. 1966 The dynamics of a field population of the pine looper, *Bupalus piniarius* L. (Lep., Geom.). Adv. of Ecol. Res., 3: 207-305.

Klomp, H. & B. J. Teerink 1967 The significance of oviposition rates in the egg parasite *Trichogramma embryophagum* Htg. Arch. Néerl. Zool. 17: 350-375.

Klomp, H. 1967 Experimenten en modellen in de populatie-dynamiek. In: Populatie Biologie. Pudoc, Wageningen.

Kropczynska, D. & M. van de Vrie 1967 The distribution of phytophagous and predaceous mites on apple leaves. Boll. Zool. agr. Bachic. Ser. II, 7: 107-112.

Kuchlein, J. H. 1966 Mutual interference among the predacious mite *Typhlodromus longipilus* Nesbitt. Acari Phytoseiidae, I; Effects of predator density on oviposition rate and migration tendency. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent, XXXI, 3: 741-746.

Kuchlein, J. H. 1967 De vijanden van mijn vijanden; het gebruik van parasieten en predatoren in de insektenbestrijding. Natuur en Techniek 35: 268-273.

Kuchlein, J. H. 1967 The density related action of aphidophagous insects. Acta Soc. zool. Bohemosl. 31: 162-169.

Kuenen, D. J. & J. de Wilde 1956 Het eenvoudige ziektenbestrijdingsprogramma voor de fruitteelt van A. D. Pickett. Meded. Dir. Tuinb. 19: 867-873.

Laan, P. A. van der 1960 Control of tent caterpillars *(Malacosoma neustrium* L.*)* with a dust of mixture of *Bacillus thuringiensis* on elm trees in the city of Amsterdam. Verhandl. XI Int. Congr. Ent. Wien 1960.

Laan, P. A. van der & H. J. M. Wassink 1961 A note about application of microbial insecticides. Meded. LH en Opz. Stns Staat, Gent, XXVI, 3: 1113-1115.

Laan, P. A. van der 1962 Resistance to insecticides, a general or an incidental occurrence? Meded. LH en Opz. Stns Staat, Gent, XXVII, 3: 730-737.

Laan, P. A. van der 1962 Bekämpfung von Schädlingen mit *Bacillus thuringiensis*. Pfl.sch. Gemüsebau, 51: 77-79.

Laan, P. A. van der & H. J. M. Wassink 1962 Control of tent caterpillars *(Malacosoma neustrium)* with *Bacillus thuringiensis* in the city of Amsterdam. Tijdschr. Pl. Ziekt. 68: 143-146.

Laan, P. A. van der 1963 Insect pathology, a new discipline in the fields of applied entomology. Rev. article Tropical Abstracts.

Laan, P. A. van der 1964 Insektenpathologie ten dienste van de bestrijding van insekten. Vakbl. Biol. 44, 3: 41-50.

Laan, P. A. van der 1964 Guard our friends, destroy only our competitors. Nematologica 10: 57-60.

Laan, P. A. van der & H. J. M. Wassink 1964 Susceptibility of different species of stored products moth larvae to *Bacillus thuringiensis*. Entomophaga Mém. H.S. 2: 315-322.

Laan, P. A. van der & H. J. M. Wassink 1964 Influence of crowding and temperature on the susceptibility of stored products infesting moths against *Bacillus thur.* Proc. XIIth Int. Congr. Ent. London, pp. 740-741.

Laan, P. A. van der 1966 Insect pathology. Introduction to the special section. Meded. Rijksfac. Landb. wet. Gent XXXI, 3: 511.

Linde, R. J. van der 1967 Populationsdynamische Untersuchungen auf Landwirtschaftsökologischer Grundlage am Goldafter, Schwammspinner und Ringelspinner. XIV. IUFRO-Kongress, section 24, München: 635-649.

Linde, R. J. van der 1967 Das Auftreten des Goldafters *(Euproctis chrysorrhoea* L.*)* in den Niederlanden und der mögliche Einfluss der Nahrung auf die Schwangkungen in der Populationsdichte. Z.f.angew. Entom., 60, 1: 85-96.

Maas Geesteranus, H. P., J. Ph. W. Noordink & C. A. van den Anker 1967 Bioassay to characterize strains and preparations of *Bacillus thuringiensis* Berliner. Proc. Int. Coll. Ins. Path. Microb. Contr. Wageningen, 1966: 302-306.

Mathys, G. & M. van de Vrie 1965 Etude comparative des méthodes de récensement de l'Acarien rouge *Panonychus ulmi* Koch. Entomophaga 10, 3: 265-271.

Meltzer, J. & S. van Heijnsbergen 1965 Experiments with neotenine and isoprenoids on the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Meded. LH en Opz. Stns. Gent: 1599-1608.

Minks, A. K. 1965 Hemolymph protein and amino-acid composition as influenced by the corpus allatum in *Locusta migratoria migratorioides* (R & F). Proc. Kon. Ned. Ak. Wet. C 68: 320-323.

Minks, A. K. 1966 Effects in vitro of the corpus allatum hormone on respiratory metabolism in the African migratory locust. J. Endocr. 37: 20.

Minks, A. K. 1967 Zijn hormoonpreparaten onze toekomstige insektenbestrijdingsmiddelen? Het Loonbedrijf in de land- en tuinbouw 20: 627-631.

Minks, A. K. 1967 Sex-attractantia, een hulpmiddel bij de bestrijding van insektenplagen. Natuur en Techniek 35: 237-243.

Minks, A. K. 1967 Biochemical aspects of juvenile hormone action in the adult *Locusta migratoria*. Diss. LH Wageningen, 1 mei 1967. Arch. Néerl. Zool.: 175-258.

Noordink, J. Ph. W., H. P. Maas Geesteranus & C. A. van den Anker 1967 Exudates of germinating spores of *Bacillus thuringiensis*. Proc. Int. Coll. Ins. Path. and Microb. Control, Wageningen, 1966: 249-250.

Oliveira, A. R. & M. B. Ponsen 1966 The development of a viral antigen in hemocytes of *Pieris brassicae* inoculated with *Tipula iridescent* virus. Neth. J. Pl. Path. 72: 259-264.

Oppenoorth, F. J. & K. van Asperen 1960 Allelic genes in the housefly producing modified enzymes that cause organophosphate resistance. Science 132: 298-299.

Oppenoorth, F. J. 1965 Some cases of resistance caused by the alteration of enzymes. Proc. XIIth Int. Congr. Entom. London: 240-242.

Oppenoorth, F. J. 1965 DDT-resistance in the housefly dependent on different mechanisms and the action of synergists. Meded. Landb.hogeschool en Opz. Stns. Staat Gent XXX, 3: 1390-1396.

Oppenoorth, F. J. 1965 Biochemical genetics of insecticide resistance. Ann. Rev. Entom. 10: 185-206.

Oppenoorth, F. J. & S. Voerman 1965 A method for the study of housefly-dehydrochlorinase by gas-liquid chromatography. Ent. exp. appl. 8: 293-298.

Oppenoorth, F. J. 1966 Resistentieproblemen bij insekten. Pl.-zktn., N.V. Uitg. Mij Tjeenk Willink, Zwolle: 37-40.

Oppenoorth, F. J. & G. E. Nasratt 1966 Genetics of dieldrin and y-BHC resistance in the housefly. Ent. exp. appl. 9: 223-31.

Oppenoorth, F. J. 1966 Oorzaken van resistentie tegen insekticiden. Het Loonbedrijf i.d. Land- en tuinbouw: 773-777.

Oppenoorth, F. J. 1967 Insekticiden en resistentie. Natuur en Techniek 35: 388-393.

Oppenoorth, F. J. 1967 Two types of sesamex-suppressible resistance in the housefly. Ent. exp. appl. 10: 75-86.

Oppenoorth, F. J. & N. W. H. Houx 1968 DDT-resistance in the housefly caused by microsomal degradation. Ent. exp. appl 11: 81-93.

Overmeer, W. P. J. 1965 Pecularities of resistance to tedion in *Tetranychus urticae* Koch. Meded. Landb. hogeschool en Opz. Stns. Staat Gent XXX, 3: 1400-1402.

Overmeer, W. P. J. 1966 Intersterility as a consequence of insecticide selections in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Nature 209, no. 5020: 321.

Overmeer, W. P. J. 1967 Genetics of resistance to tedion in *Tetranychus urticae* C.L. Koch. Diss. U. Amsterdam, 15 november 1967. Arch. Néerl. Zool. XVII: 295-350.

Pol, P. H. v. d. & M. B. Ponsen Pathologische verschijnselen bij vlinders van *Pieris brassicae* L., verband houdend met een granula(virus)infectie van rupsen. Ent. Ber. 23: 106-108.

Ponsen, M. B. & T. Bruinvis 1963 Nuclear and cytoplasmic polyhedrosis of *Adoxophyes reticulana* Hb. (Lepidoptera: Tortricidae). Ent. exp. appl. 6: 239.

Ponsen, M. B. 1965 Electron microscopy of DNA-cores in nuclear polyhedral viruses. Neth. J. Pl. Path. 71: 54-56.

Ponsen, M. B. 1966 The production of polyhedral viruses from *Barathra brassicae* to control *Adoxophyes reticulana*. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 31: 553-557.

Ponsen, M. B. 1966 Development of virus antigen in tissues *Pieris brassicae* inoculated with *Tipula iridescent virus*. Int. Coll. Ins. Path. & Microb. Control, Wageningen: 86-89.

Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1964 Electron microscope study of two nuclear polyhedral viruses. Proc. 3rd. Eur. Reg. Conf. Electr. Micr. Prague: 389.

Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1964 Electron microscope observations of membranes from nuclear polyhedral viruses. Neth. J. Pl. Path. 1965.

Ponsen, M. B., S. Henstra & Chr. v. d. Scheer 1965 Electron microscope observations on the structure of membranes from nuclear polyhedral viruses. Neth. J. Pl. Path. 71: 20-24.

Ponsen, M. B. & D. J. de Jong 1964 On a nuclear and cytoplasmic polyhedrosis of *Adoxophyes reticulana* Hb. Entomophaga 9: 253-255.

Ponsen, M. B. & D. J. de Jong 1964 On a nuclear polyhedrosis of *Orthosia incerta* Hufn. (Lepidoptera: Noctuidae). J. of Insect. Path. 6 (3): 376-378.

Post, A. 1961 The influence of cultural practices on the development of phytophagous mites. Meded. Landb.hogeschool en Opz. Stns. v.d. Staat te Gent XXVI, 3: 1098-1104.

Post, A. 1962 Effect of cultural measures on the population density of the fruit tree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae). Tijdschr. Pl. Ziekt. 68: 1-110.

Ritter, F. J. 1965 Onderzoekingen over de chemische basis van de voedselkeuze van de colorado-kever. I. Historisch overzicht. Rapport CL 65/71 (1-7-1965).

Ritter, F. J. 1967 Feeding stimulants for the colorado beetle. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 32: 291-306.

Ritter, F. J. & W. H. J. M. Wientjens 1967 Sterol metabolism of insects. TNO-Nieuws 22 (10): 318-392.

Schoonhoven, L. M. 1960 Diapause in *Bupalus piniarius* L. (Lep., Geometridae) in relation to host-parasite synchronization. The Ontogeny of insects (Ed. I. Hrdy): 261-264.

Schoonhoven, L. M. 1962 Synchronization of parasite/host system, with special reference to diapause. Ann. appl. biol. 50: 617-621.

Schoonhoven, L. M. 1963 Spontaneous elctrical activity in the brains of diapausing insects. Science 141, nr. 3576: 173-174.

Schoonhoven, L. M. & V. G. Dethier 1966 Sensory aspects of host-plant discrimination by lepidopterous larvae. Arch. Néerl. Zool. 16: 497-530.

Schoonhoven, L. M. 1967 Chemoreception of mustard oil glucosides in larvae of *Pieris brassicae*. Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. Series C. 70, no. 5: 556-558.

Schoonhoven, L. M. 1967 Some cold receptors in larvae of three Lepidoptera species. J. Insect Physiol. 13: 821-826.

Schoonhoven, L. M. 1967 De rol van de chemische zin bij herkenning van waardplanten door insekten. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent, 32: 286-290.

Schoonhoven, L. M. 1967 Loss of hostplant specificity by *Manduca sexta* after rearing on an artificial diet. Ent. exp. appl. 10: 270-272.

Schoonhoven, L. M. 1968 Chemosensory bases of host plant selection. Ann. Rev. Ent. 13: 115-136.

Schulten, G. G. M. 1966 Genetics of resistance to parathion and demeton-S-methyl in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina). Genetica 37: 207-217.

Schulten, G. G. M. 1968 Genetics of organophosphate resistance in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). Diss. Un. Amsterdam, april 1968. Comm. no. 57, Dept. Agr. Res., Kon. Inst. v.d. Tropen.

Smissaert, H. R. 1964 Cholinesterase inhibition in spider mites susceptible and resistant to organophosphate. Science 143: 129-131.

Smissaert, H. R. 1965 Esterases in spider mites hydrolising α-naphthylacetate. Nature 205, nr. 4967: 158-160.

Smissaert, H. R. 1967 Cholinesterases in spider mites susceptible and resistant to organophosphates. Boll. zool. agr. Bachic. II, 7: 271-273.

Smissaert, H. R. 1967 Mechanism of resistance to anticholinesterase insecticides with special reference to the insensitivity of the site of action. Abstracts 6e Int. Congr. Pl. Prot. Wenen 1967.

Staal, G. B. 1960 Endocrine effects in phase development in Locusts. The Ontogeny of Insects: 142-146.

Staal, G. B. 1961 Studies on the physiology of phase induction in *Locusta migratoria migratorioides* R & F. Publ. Fonds Landb. Export Bur. 1916-1918, 40: 1-125.

Staal, G. B. & J. de Wilde 1962 Endocrine influences on the development of phase characters in *Locusta*. Coll. Intern. Centre Nat. Rech. Sci. no. 114: 1-13.

Staal, G. B. & J. de Wilde 1962 Physiologie, comportement et écologie des acaridiens en rapport avec la phase. Editions du Centre Nat. Rech. Sci.

Staal, G. B. 1965 De invloed van juveniel hormoon (J.H.) op de metamorfose en de heteromorfose van *Hyalophora cecropia* L. (Lep. Saturniidae). Entom. Ber. 25: 34-35.

Staal, G. B. 1966 Insektenhormonen als bestrijdingsmiddel. Groenten en Fruit 22: 969-971.

Staal, G. B. 1967 Endocrine aspects of larval development in insects. J. Endocr. 37: 13-14.

Staal, G. B. 1967 Insect hormones in plants. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 32: 393-400.

Staal, G. B. 1967 Plants as a source of insect hormones. Proc. Kon. Ned. Ak. Wet. Series C 70, no. 4: 409-418.

Staal, G. B. 1968 Hormonen tegen insekten. De toepassing van insektenhormonen als bestrijdingsmiddel. Natuur en Techniek 36: 21-30.

Stegwee, D. 1960 Metabolic effect of a corpus allatum hormone in diapausing *Leptinotarsa decemlineata* Say. Verlag XI. Int. Kongr. Entom. Wien, Verh. B. III, 218-221.

Stegwee, D.	1961	The effect of the corpus allatum hormone upon tissue respiration in the adult Colorado beetle. Abst. Comm. Vth. Int. Congr. Biochem. Moscow: 471
Stegwee, D. & A. R. van Kammen-Wertheim	1962	Respiratory chain metabolism in the Colorado potato beetle. I. Respiratory and oxidative phosphorylation in sarcosomes from active beetles. J. Ins. Physiol. 8: 117-126.
Stegwee, D.	1963	Het insekt als object voor endocrinologisch-biologisch onderzoek. Meded. Dir. Tuinb. 26: 417-419.
Stegwee, D.	1963	The hormones of the retrocerebral complex in insects. Acta Physiol. Pharmacol. Neerlandica 12: 98-99.
Stegwee, D., E. C. Kimmel, J. de Boer & P. Henstra	1963	Hormonal control of reversible degeneration of flight muscle in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera). J. Cell. Biol. 19, 3: 519-527.
Stegwee, D.	1964	Respiratory chain metabolism in the Colorado potato beetle. II. Respiration and oxidative phosphorylation in 'sarcosomes' from diapausing beetles. J. Ins. Physiol. 10: 97-102.
Storms, J. J. H.	1965	De invloed van de fysiologische toestand van de plant op de ontwikkelingsmogelijkheden van de daarop levende fytofage insecten en mijten. Literatuuroverzicht. IPO rapport.
Storms, J. J. H.	1965	Rearing methods for studying the effect of the physiological condition of the host plant on the population development of *Panonychus ulmi* (Koch). Boll. Zool. agr. Bachic., Serie II, v. 7: 79-86.
Storms, J. J. H.	1967	Nieuwe wegen in de spintbestrijding. Fruitteelt 57e jrg, nr. 25: 862-864.
Storms, J. J. H., P. Harrewijn & J. Ph. W. Noordink		A new technique in the study of the relationship between hostplant and pest. Proc. 2nd Intern. Congr. of Acarology (in druk).
Storms, J. J. H., P. Harrewijn & J. Ph. W. Noordink	1967	A new approach to the physiological hostplant-parasite relationship. A technique in the field of applied entomology. Neth. J. Pl. Path. 73, 5/6: 165-169.

Storms, J. J. H. Observations on the relation between mineral nutrition of apple rootstocks in gravel cultures and the reproduction rate of *Tetranychus urticae* (Koch) Acarine: Tetranychidae. Proc. 6th Europ. mite Symp. (in druk).

Ticheler, J. 1967 Populatie-sterilisatie onderzoek bij de uievlieg. Meded. Dir. Tuinbouw 30, 6: 257-260.

Ticheler, J. & J. Ph. W. Noordink 1968 Application of the sterile male technique on the onion fly *Hylemya antiqua* (Meig.), in the Netherlands. Panel Proc. Series, Radioisotopes and Rearing Methods in the control of insect pests. IAEA, Wenen: 111-115.

Tinbergen, L. & H. Klomp 1960 The natural control of insects in pine woods. II. Conditions for damping of Nicholson oscillations in parasite-host systems. Arch. Néerl. Zool. 13: 90-102.

Vrie, M. van de 1958 Resistentie van het fruitspint tegen bestrijdingsmiddelen. De Fruitteelt 48: 150-151.

Vrie, M. van de & H. J. de Fluiter 1958 Some observations on the effect of insecticides and acaricides on the population of the European red spider mite *(Metatetranychus ulmi* Koch*)* and its principal predators in commercial orchards in the Netherlands. Proc. 10th Int. Congr. Ent. 1956, 4: 603-606.

Vrie, M. van de 1959 Die Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *(Metatetranychus ulmi* Koch*)* um die Blütezeit der Apfelbäume. Verh. IV. Int. Pflanzensch. Kongress Hamburg 1957 (I): 651-654.

Vrie, M. van de 1959 Mogelijkheden voor spintbestrijding op percelen waar resistentieverschijnselen optreden. De Fruitteelt 49: 214-215.

Vrie, M. van de 1960 De bestrijding van de fruitspintmijt, met speciale aandacht voor het probleem van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen. Belgische Fruitrevue 12: 65:67.

Vrie, M. van de 1960 Waarnemingen over het optreden van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen bij de fruitspintmijt, *Metatetranychus ulmi* Koch. Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsstat. v.d. Staat, Gent, 24: 986-993.

Vrie, M. van de 1962 The influence of spray chemicals on predatory and phytophagous mites on apple trees in laboratory and field trials in the Netherlands. Entomophaga 7: 243-250.

Vrie, M. van de 1962 Resistance of the fruit tree red spider mite *(Metatetranychus ulmi* Koch*)* to acaricides and the control of these strains in the Netherlands. Proc. British. Ins. Fung. Conf., Brighton 1961, II: 297-299.

Vrie, M. van de 1963 Observations on the ecology of predatory mites (Phytoseiidae) on fruit trees. Mitt. Schw. Ent. Ges. XXXVI: 54-55.

Vrie, M. van de 1963 Problems in the control on the fruit tree red spider mite *(Metatetranychus ulmi* Koch*)* in orchards in the Netherlands. Acarologia; Proc. 1st. Int. Congr., Acar. Fort Collins, Colorado, USA 1964: 424.

Vrie, M. van de 1963 De bestrijding van de fruitspintmijt, *Metatetranychus ulmi* Koch in verband met de ontwikkeling van resistentie tegen acariciden. Parasitica, tome XIX, 2: 41-55.

Vrie, M. van de 1963 The chemical control of resistant strains of *Metatetranychus ulmi* Koch on fruit trees in the Netherlands. Mitt. Schw. Ent. Ges. XXXVI: 57-58.

Vrie, M. van de 1963 The influence of some pesticides on predatory mites (Phytoseiidae) of *Metatetranychus ulmi* Koch. Mitt. Schw. Ent. Ges. XXXVI: 55-56.

Vrie, M. van de 1964 De 1e Intern. Conferentie over Acarologie te Fort Collins, Colorado USA 1-7 sept. Ent. Ber. 24, 11: 239-240.

Vrie, M. van de 1964 The distribution of phytophagous and predacious mites on leaves and shoots of apple trees. Entomophaga 9: 233-246.

Vrie, M. van de 1964 The effect of an experimental spray schedule on the population of *Metatetranychus ulmi* Koch and *Typhlodromus pyri* Scheuten. Entomophaga 9: 243-246.

Vrie, M. van de 1964 Problems in the control of the Fruit Tree Red Spider Mite *(Metatetranychus ulmi* Koch*)* in orchards in the Netherlands. Proc. 1st Int. Congr. Acarology, Fort Collins, Col., USA 1963 (1964): 424.

Vrie, M. van de 1965 Population sampling for integrated control. Proc. FAO Symp. Integr. Pest Control, 2: 57-75.

Vrie, M. van de 1965 Relaties tussen de prooi *Metatetranychus ulmi* Koch en de predator *Thyphlodromus potentillae* Garman. Ent. Ber. 25: 139.

Vrie, M. van de 1966 Population sampling for integrated pest control. FAO Symp. Integrated Pest Control Rome, 1965. Rep. no. PL/1965/15, pp. 23.

Vrie, M. van de 1967 Population sample counts on spider mites (summary only). Entomophaga, Mém. H.S. 3: 55.

Vrie, M. van de 1967 The Stuttgart funnel method to estimate the effect of pesticides on the anthropod fauna of fruit trees. Entomophaga Mém. H.S. 3: 21-24.

Vrie, M. van de 1967 Problems and prospects in the integrated control of spider mites. Boll. Zool. agr. Bachic. Serie II: 275-283.

Vrie, M. van de 1967 The effects of some pesticides on the predatory bugs *Anthocoris nemorum* L. and *Orius* spec. and the woolly aphid parasite *Aphelinus mali* Hald. Entomophaga Mém. H.S. 3: 95-101.

Vrie, M. van de 1967 Enkele beschouwingen over populatietellingen van mijten en insekten op vruchtbomen. Ent. Ber. 27: 204-207.

Vrie, M. van de 1967 Enige overwegingen bij populatietellingen aan mijten en insecten op vruchtbomen. Ent. Ber. 27: 275-283.

Vrie, M. van de — Some consequences of the distribution of phytophagous and predaceous mites on shoots and apple leaves. Proc. 2nd Int. Congr. Acarology, Sutton Bonington, 1967 (in druk).

Vrie, M. van de — Chemical control of resistant strains of the fruit tree red spider mite *(Panonychus ulmi* Koch*)* on apple in the Netherlands. Proc. 2nd Int. Congr. Acarology, Sutton Bonington, 1967 (in druk).

Vrie, M. van de & C. A. van den Anker — 1967 — The Stuttgart funnel method to estimate the effect of pesticides on the Arthropod fauna of fruit trees. Entomophaga, Mém. H.S. 3: 21-24.

Vrie, M. van de & D. Kropczynska — 1967 — The influence of predatory mites on the population development of *Panonychus ulmi* Koch on apple. Entomophaga, Mém. H.S. 3: 77-84.

Voûte, A. D. — 1956 — On the regulation of insect populations. Proc. 10th Int. Congr. Entom. Montreal 4: 109-114.

Voûte, A. D. — 1956 — De verhouding gastheer-parasiet in verband met de biologische bestrijding van insektenplagen. TNO-Nieuws 11: 579-582.

Voûte, A. D. — 1953 — Harmonische bestrijding van insektenplagen. TNO-Nieuws 13: 206-208.

Voûte, A. D. — 1960 — Cultural control of forest insects. World Forestry Congr. Proc. Vth Washington 1960, deel 2: 944-947.

Voûte, A. D. & H. J. de Fluiter — 1961 — Harmonische bestrijding van insektenplagen in 1960. TNO-Nieuws 184: 307-315.

Voûte, A. D. — 1961 — Cultuurmaatregelen die de weerstand van de bossen tegen insektenplagen verhogen. Ned. Bosbouw T. 33, 1: 11-20.

Voûte, A. D. — 1963 — Het principe van harmonische bestrijding en het onderzoek van de Werkgroep Harmonische Bestrijding van Plagen TNO. Plzktn.k. Dienst, Wageningen, Versl. en Meded. nr. 137: 16-19.

Voûte, A. D. — 1964 — De betekenis van insekten voor het bos en de mogelijkheid van hun harmonische bestrijding. Ned. Bosbouw T. 36, 3: 79-88.

Voûte, A. D. 1964 Harmonious control of forest insects. 'International review of forest research'. (Ed. J. A. Romberger a. P. Mikola). Acad. Press, Nw. York/London 1964: 326-383.

Voûte, A. D. 1965 Op weg naar een 'harmonische' insektenbestrijding. Cultuurtechniek 2, 5: 151-152.

Wardojo, S. 1967 Artificial diet as replacement of the host plant. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 32: 357-364.

Wientjens, W. H. J. M. 1967 Synthese van 3^{14}-C β-sitosterol I. Synthese van β-sitosterol uit stigmasterol. Rapp. CL 67/76, nr. 3520, Centr. Lab. Delft.

Wilde, J. de 1953 Hostplant selection in the Colorado beetle larva *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)*. Ent. exp. et appl. 1: 14-22.

Wilde, J. de & H. Bonga 1953 Observations on the threshold intensity and sensitivity to different wavelengths of photoperiodic responses in the Colorado beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)*. Ent. exp. appl. 1: 301-307.

Wilde, J. de & D. Stegwee 1958 Two major effects of the corpus allatum in the adult Colorado beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)*. Arch. Néerl. Zool. 13, 1. Suppl.: 277-289.

Wilde, J. de, C. S. Duintjer & L. Mook 1959 Physiology of diapause in the adult Colorado beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)* - I. The photoperiod as a controlling factor. J. Ins. Physiol. 3: 75-85.

Wilde, J. de, R. Slooff & W. Bongers 1960 A comparative study of feeding and oviposition preference in the Colorado beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)*. Meded. Landb. hogesch. en Opz. Stns. Staat te Gent 25: 1340-1346.

Wilde, J. de 1960 Action of the juvenile hormone in the adult Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. XI. Int. Kongr. f. Entom. Wien, Verh. B. III (Verlag 1st. Ent. Univ. Pavia): 215-217.

Wilde, J. de 1960 Diapause in the Colorado beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)* as an endocrine deficiency of the corpora allata. The Ontogeny of Insects: 226-230.

Wilde, J. de & J. A. de Boer 1961 Physiology of diapause in the adult Colorado beetle - II. Diapause as a case of pseudo-allatectomy. J. Ins. Physiol. 6: 152-161.

Wilde, J. de 1961 Extrinsic control of endocrine functions in insects. Bull. Res. Counc. of Israel 10 B: 36-52.

Wilde, J. de 1962 Photoperiodism in insects and mites. Ann. Rev. Ent. 7: 1-26.

Wilde, J. de 1962 Some concluding remarks. Premier colloque sur la lutte intégrée dans les vergers. Entomophaga 7: 285-288.

Wilde, J. de 1962 Analysis of the diapause syndrome in the Colorado potato beetle *(Leptinotarsa decemlineata* Say*)*; Behaviour and reproduction. Act. Physiol. Pharmacol. Neerlandica 11: 525.

Wilde, J. de 1962 The relation between diapause research and control of the Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Ann. Appl. Biol. 50: 606-608.

Wilde, J. de 1963 Hormoononderzoek bij insekten. Natuurk. voordr., Nieuwe Reeks no. 41: 15-23.

Wilde, J. de 1964 Reproduction. The Physiology of insecta, Acad. Press, vol. 1: 10-58.

Wilde, J. de 1964 Reproduction. Endocrine control. The Physiology of insecta, Acad. Press, vol. 1: 59-90.

Wilde, J. de 1965 Photoperiodic control of endocrines in insects. Arch. An. Micr. Morph. expérim. 54: 547-564.

Wilde, J. de 1965 Nieuwe wegen bij het zoeken naar bestrijdingsmethoden. In: Op leven en dood. Pudoc, Wageningen: 164-189.

Wilde, J. de 1967 Endocrine aspects of nutrition and excretion in the Colorado beetle. J. Endocrinology 37: 11.

Wilde, J. de 1967 Insektenhormonen en moleculaire biologie. Vakbl. Biol. 47: 101-109.

Wilde, J. de & P. Ferket 1967 The hostplant as a source of seasonal information. Meded. Rijksfac. Landb.wet. Gent 32: 387-392.

Zon, A. Q. van & W. Helle 1966 Albinism as a marker in *Tetranychus pacificus*. Ent. exp. appl. 9: 205-208.

Zon, A. Q. van & W. Helle 1966 Short communication pigment mutations in *Tetranychus pacificus*. Ent. exp. appl. 9: 402-403.

Zon, A. Q. van & W. Helle 1966 A search for linkage between genes for albinism and parathion resistance in *Tetranychus pacificus* McGregor. Genetica 37: 181-185.

Zon, A. Q. van & W. Helle 1967 Linkage studies in the pacific spider mite *Tetranychus pacificus*. - I. Genes for pigmentless, white eye, stork and organophosphate resistance. Ent. exp. appl. 19: 69-74.

Druk A. Verweij, Wageningen