

## Misleidende signalen

Milieusparende bestrijding van insectenplagen\*

### Inleiding

Reeds lang is bekend dat planten en dieren stoffen afscheiden in uiterst geringe hoeveelheden, die voor een belangrijk deel de communicatie regelen tussen de dieren onderling en tussen bijv. insect en waardplant.

Wanneer wij ons beperken tot de dierlijke signaalstoffen valt een onderscheid te maken tussen:

- feromonen, die de communicatie binnen een diersoort regelen
- kairomonen en allomonen die een rol spelen in de relatie tussen individuen van verschillende soorten.

De allomonen zijn vooral van belang voor de soort die de stof produceert (bijv. afweerstoffen).

De kairomonen zijn van belang voor het insect dat de door andere afgescheiden stoffen waarneemt (bijv. signaalstoffen bij de symbiose tussen mieren en kevers en lokstoffen voor een parasiet, afgescheiden door het gearatiseerde insect). Door de vooruitgang op het gebied van de chemische, fysische en biologische technieken gedurende de afgelopen vijftien jaar kon een aantal van deze stoffen geïdentificeerd worden. Aanvankelijk was de belangstelling hiervoor zuiver wetenschappelijk gericht. Sinds kort echter lijken zich mogelijkheden te openen, om signaalstoffen toe te passen bij het bestrijden van hardnekkige insectenplagen. Dit geldt vooral voor de feromonen. Dit zal niet steeds betekenen 'uitroeien', doch binnen aanvaardbare perken houden. Op grond van het gedragspatroon bij het insect dat een bepaalde chemische boodschap ontvangt, onderscheidt men verschillende categorieën van feromonen, zoals:

- sexferomonen (boodschap: hier is een paringsbereid wijfje of mannetje)
- spoorvolgferomonen (boodschap: dit is de weg van nest naar voedselbron en terug)
- aggregatieferomonen (boodschap: dit is een goede schuilplaats of een voor de voortplanting geschikte verzamelplaats)
- alarmferomonen (boodschap: pas op, onraad!)

\* Voordracht gehouden tijdens het seminaar milieukunde van het Ned. Inst. voor Preventieve Geneeskunde te Austerlitz, 6 februari 1974.

### Identifikatie van feromonen

Het bestaan van feromonen, vooral van de sexlokstoffen heeft men in vele diersoorten, zelfs ook zoogdieren, kunnen aantonen. Bij de insecten spelen zij echter een zeer belangrijke rol. Pas in 1959 lukte het voor het eerst een insectenferomoon te isoleren: de sexlokstof van het motje van de zijderups. Een team Duitse onderzoekers, waaronder Nobelprijswinnaar Butenandt, werkte 20 jaar om voldoende milligrammen van deze stof te isoleren om met de toen beschikbare chemische analyse technieken de structuur van dit feromoon vast te stellen. Daarvoor waren in totaal 250.000 maagdelijke vrouwelijke motjes nodig.

De ontwikkeling is sedertdien zeer snel gegaan. Ongeveer zes jaar geleden was pas van 3 à 4 sexferomonen de molekuulstructuur met zekerheid bekend. Thans is dit aantal meer dan honderd.

De voornaamste oorzaak daarvan is, dat de tijd, nodig voor de structuurbevestiging, drastisch is verlaagd vooral bij die ordes of families van insecten waarin voor sommige soorten de structuur reeds bekend is en vaststaat dat de feromonen zeer verwant zijn. Dit geldt met name voor de familie der zgn. bladrollers of Tortriciden, motjes die in de fruitteelt veel schade aanrichten. Binnen deze familie kan soms binnen enkele dagen met een grote mate van waarschijnlijkheid de structuur worden vastgesteld van een sexferomoon van een op dit punt nog niet onderzochte soort. Bovendien heeft men daarvoor slechts enkele tientallen tot honderdtallen insecten nodig. Een onderzoek naar de structuur van feromonen van insecten van een orde waarvan chemisch nog niets bekend is (bijv. kakkerlakken of mieren) kan daarentegen nog altijd een kwestie van jaren zijn. Ook dan echter heeft men voldoende aan 1/1000 van de hoeveelheid feromonen die men 10 jaar geleden nodig had.

Van de toegepaste onderzoekstechnieken kan in de eerste plaats worden genoemd de gaschromatografie en voorts spektroskopische methoden, zoals massaspektrometrie (vaak direkt gekoppeld aan gaschromatogra-



Dr. F. J. Ritter (49) studeerde chemie in Utrecht en promoveerde in Delft in 1955. Van 1952 tot 1956 werkte hij bij de Rubberstichting. In 1956 trad hij in dienst van het Centraal Laboratorium TNO te Delft. In 1962/63 werkte hij aan de Harvard Universiteit bij de biochemicus Prof. Konrad Bloch. Thans is hij leider van de Werkgroep biochemie van het Centraal Laboratorium TNO, die zich de laatste jaren voornamelijk bezighoudt met onderzoek op het gebied van insectenferomonen.

fie), infrarood-, ultraviolet- en kernspinresonantie-spektrometrie. Daarnaast spelen chemische ultramikromethoden (ozonolyse, hydrogenering, koolstofskeletbepaling e.d.) een rol. Zij kunnen soms ook met gaschromatografie worden gekombineerd tot reactiegaschromatografie. Deze kan vaak met minder dan een microgram materiaal worden uitgevoerd.

Sinds kort zijn naast deze fysische en chemische ook biologische analysetechnieken beschikbaar gekomen. Daarvan verdient vooral vermelding de elektroantennografie (EAG). Vlinders, zoals het motje van de zijderups of de motjes van bladrollers, bezitten relatief lange antennen, die aan veertjes doen denken en die een groot aantal zintuigcellen bevatten, waarmee geurstoffen kunnen worden waargenomen, z.g. 'receptorcellen'.

Bij onderzoek naar de waarneming van geurstoffen door deze cellen, wordt vaak een 'elektroantennogram' opgenomen. Dit is gebaseerd op het potentiaalverschil, dat bij prikkeling van deze zintuigcellen ontstaat tussen de top van de antenne, waar zich de meeste haartjes (sensillen) met zintuigcellen bevinden en de basis van de antenne. De

zintuigcellen zijn a.h.w. zo 'geprogrammeerd', dat zij alleen sterke signalen produceren (die b.v. in de mannetjes een seksuele opwinding en attractie naar de bron van de feromonen teweegbrengen), als zij getroffen worden door feromoonmolekulen afkomstig van een wijfje van de eigen soort.

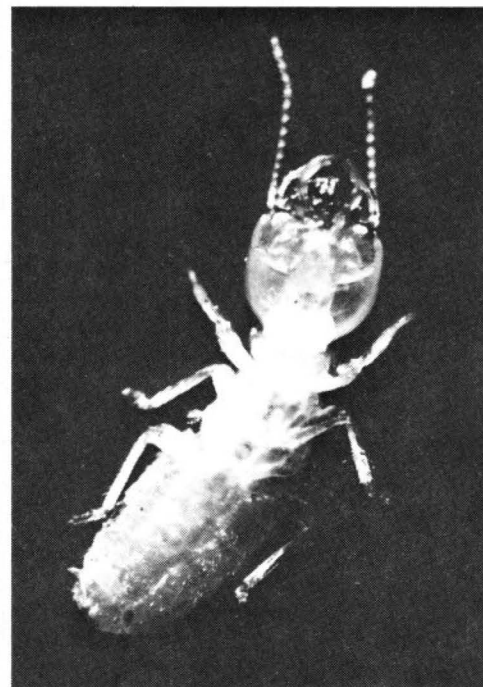
Voor het meten van de genoemde elektrische signalen heeft men niet het hele insekt nodig. Men kan volstaan met geamputeerde antennen. Men leidt dan een luchtstroom, beladen met de kenmerkende geurstoffen van het wijfje, over de antenne van het mannetje. De opgewekte potentiaalverschillen zijn m.b.v. een recorder vast te leggen en het patroon is dan het elektroantennogram. Deze gevoelige methode vergt slechts weinig materiaal (minimaal 0,1-0,01 mikrogram in de gebruikelijke proefopstellingen voor routineproeven).

Slechts enkele molekulen bereiken overigens tijdens de toets de receptorcellen op de antennen.

#### Aard van de sexferomonen van vruchtbladroller en andere Tortriciden

Het Centraal Laboratorium TNO heeft in samenwerking met het Laboratorium voor Insecticidenonderzoek te Wageningen een aantal projecten uitgevoerd ter identifikatie van de sexferomonen van diverse bladrollers (Tortriciden). Het eerste betrof de vruchtbladroller, *Adoxophyes orana*. Van alle rupsen veroorzaakt deze de meeste schade in de Nederlandse boomgaarden: miljoenen gulden per jaar, o.a. aan appels en peren. Daarom is enkele malen per jaar een intensieve bestrijding met insecticiden noodzakelijk,

*Werkster van Saintonge termiet.*



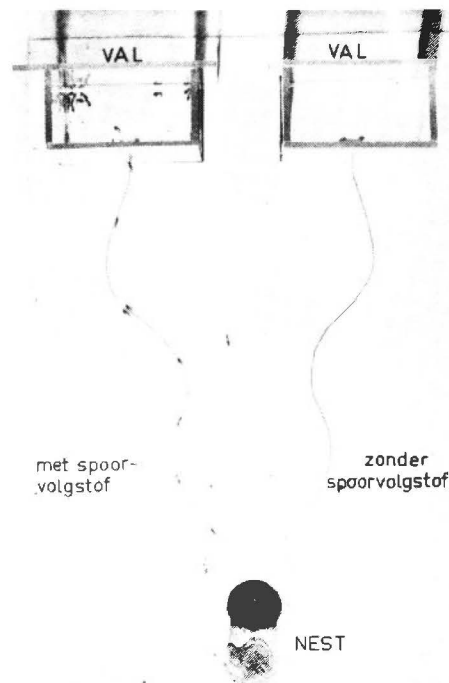
waarmede eveneens enkele miljoenen gulden gemoeid zijn. Aangezien er voor dit insekt geen specifiek werkende insecticiden bestaan, moet met breedwerkende middelen worden gespoten met alle daaruit voortvloeiende nadelen voor nuttige insecten en het milieu in het algemeen.

De rups is eigenlijk alleen kwetsbaar, wanneer hij na het uitkomen van de eitjes zich naar de plaats begeeft waar hij zich voedt, d.w.z. naar de jonge loten en vruchten. Hij rolt zich daarna in de bladeren (vandaar zijn Nederlandse naam) of verschuilt zich in spinsels, waarin hij kan overwinteren.

In Wageningen was het gelukt dit dier op kunstmatige voedingsbodems te kweken, waardoor het mogelijk werd onbevuchte wijfjes in grote aantallen te verzamelen. Verse extracten van achterlijftipjes van deze maagdelijke wijfjes bleken, evenals de wijfjes zelf, in staat mannetjes in valletjes te lokken, die waren opgehangen in boomgaarden. Deze eenvoudige open vallen waren voorzien van insektenlijm en het lokmiddel (insekt of extract) werd in het midden bevestigd. Met behulp van dergelijke 'sexvallen' werd getracht een waarschuwingssysteem op te bouwen, waarmee het tijdstip van het optreden van de plaag nauwkeurig kan worden vastgesteld en het beste tijdstip voor bestrijding (uitkomen van de rupsjes) kan worden berekend. De bestrijding zou dan doelgerichter en efficiënter kunnen worden uitgevoerd. Aantal bespuitingen en periode van bestrijding zouden dan beperkt kunnen worden. De proeven met dit experimentele waarschuwingssysteem waren zo hoopgevend, dat besloten werd, het desbetreffende feromoon zo mogelijk te identificeren om het vervolgens te synthetiseren; voor praktische toepassing kan men n.l. niet volstaan met extracten van in het laboratorium moeizaam opgekweekte wijfjes.

Voor de isolatie en identifikatie van dit feromoon werd het Centraal Laboratorium TNO ingeschakeld. Het probleem kon inderdaad worden opgelost, zowel voor de vruchtbladroller als voor twee andere Tortriciden. Daarbij kwam echter een aantal wetenschappelijk bijzonder intrigerende problemen naar voren. Het bleek n.l. dat vlinderwijfjes van verschillende soorten bladrollers soms dezelfde feromonen produceren. Het leek dan ook onbegrijpelijk, hoe het mogelijk is, dat mannetjes feilloos de wijfjes van de eigen soort vinden. Bij het onderzoek bleek een stof, cis-9-TDA, het gezochte sexferomoon te zijn.

Het synthetische preparaat was echter volkomen inactief. Nader onderzoek toonde aan, dat de biologisch actieve stof nog een geringe verontreiniging bevatte van een zeer verwante stof, het cis-11-TDA. Veldproeven leerden tenslotte, dat de kwantitatieve verhouding



Twee vallen voor termieten met en zonder gebruik van spoorvolgstoffen.

essentieel is. Bij een verhouding cis-9-TDA: cis-11-TDA = 9 : 1 werden optimale vangsten verkregen, bij een verhouding 1 : 1 werd vrijwel niets gevangen.

Belangwekkend was, dat bij een andere bladroller, *Clepsis Spectrana*, die in dezelfde tijd van het jaar en in dezelfde boomgaarden dezelfde feromonen produceert, de verhouding van de beide stoffen anders bleek te zijn. Bij variatie van de mengverhouding bleek, dat hoe meer er gevangen werd van de ene soort, des te minder er gevangen werd van de andere.

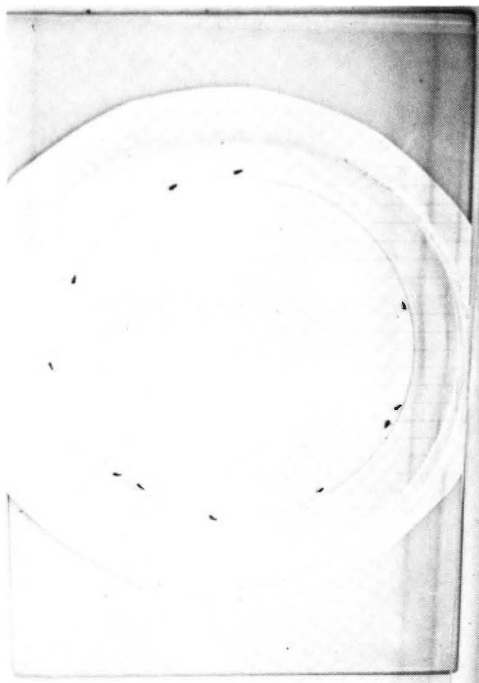
Deze en andere gevonden gegevens maken duidelijk dat een betrekkelijk klein aantal verschillende stoffen toch voldoende kan zijn, om een soortspecifieke lokstofwerking bij een zeer groot aantal vlinders uit te oefenen.

#### Toepassing van de sexferomonen

De resultaten van al deze onderzoeken kunnen praktische toepassing krijgen bij de bestrijding van plagen.

De eerste en vooralsnog belangrijkste toepassing is het *tijdig signaleren* van een plaag, waardoor doelgerichter en dus minder kan worden gespoten. Een onderzoek in Amerika met de zgn. 'redbanded leafroller' heeft reeds uitgewezen, dat hierdoor in appelboomgaarden een aanzienlijke kostenbesparing kan worden verkregen.

Een waarschuwing tegen prematuur gebruik is echter op zijn plaats: soms kunnen mannetjes



Koninginnen van de faraomier op cirkelvormig geurspoor. Niet alleen werksters maar ook koninginnen blijken zo'n spoor te volgen, een voor de bestrijding belangrijk feit.

van ver weg gelegen plaatsen worden aange trokken, waardoor men verleid zou kunnen worden te gaan spuiten, terwijl er in het geheel geen plaag (veroorzaakt door de wijfjes, via hun eieren en rupsen) aanwezig is. Men zal dus eerst moeten vaststellen of er een korrelatie is tussen het aantal gevangen mannetjes en de omvang van de plaag (te verwachten schade). Hiervoor is nog veel veldwerk nodig. In sommige gevallen zal het wenselijk zijn om (b.v. met behulp van lichtvallen) vast te stellen, of er ook een overeenkomstig groot aantal wijfjes in desbetreffende areaal aanwezig is.

Meer directe bestrijdingsmethoden m.b.v. sexferomonen worden thans uitgewerkt en vooral in Amerika op grote schaal beproefd. Hierbij wordt b.v. getracht de omvang van een plaag te verminderen door 'wegvangen' van het grootste deel van de mannetjes, doch meerbelovend schijnt de 'verwarringstechniek' te zijn. Hierbij verspreidt men de geurstof dusdanig, dat de mannetjes a.h.w. overal de vrouwtjes menen te ruiken, dus gedesoriënteerd raken en de werkelijke levende wijfjes niet meer of veel moeilijker weten te vinden. Ook is het mogelijk dat de geurperceptie van de mannetjes onder dergelijke omstandigheden over een verzadigingspunt heenkomt en niet meer normaal functioneert. Ook wij mensen kennen uiteraard het verschijnsel, dat we na enige tijd een geur niet meer

waarnemen, wanneer we er konstant aan worden blootgesteld.

Voor al bij de bestrijding van een plakkermotje, de z.g. 'Gypsy moth', die enorme arealen aan bos in Amerika kaal vreet, zijn aanzienlijke successen gemeld bij zijn bestrijding met behulp van het sexferomoon.

De werking van sexferomonen kan door andere stoffen worden afgeremd. Ook dit feit zou men in de praktijk kunnen gebruiken. Voor verschillende sexferomonen van vlinders zijn reeds zulke remstoffen of 'inhibitoren' gevonden en een begin van evaluering in praktijkproeven is gemaakt.

#### Andere feromonen

Tot dusver is voornamelijk gesproken over de sexferomonen van vlinders. Er is echter ook veel onderzoek verricht op het gebied van feromonen die andere taken vervullen bij de onderlinge communicatie, n.l. de *spoorvolgstoffen* van sociale insecten, zoals termieten en mieren, de *alarmstoffen* van bladluizen en de *aggregatieferomonen* van kakkerlakken.

#### Termieten

Bekend is, dat termieten voor miljarden gulden schade veroorzaken, vooral in tropische en subtropische gebieden. De moeilijkheid bij de bestrijding is, de verborgen en soms veraf gelegen nesten te vinden; daarin bevinden zich n.l. de koninginnen en de eieren. Vernietiging van de vraatzuchtige werkdiertjes heeft slechts een tijdelijk effect. Dit probleem is aangepakt door gebruik te maken van de zgn. spoorvolgstoffen die de werksters van de termieten afscheiden om de weg aan te geven tussen nest en voedselbron.

De dwangmatigheid waarmee termieten een dergelijk spoor volgen is verbluffend. 40 mg. zou voldoende zijn om een actief spoor rond de aarde uit te zetten dat de dieren zouden blijven volgen als ze daartoe het uithoudingsvermogen zouden hebben. Het is dan ook mogelijk termieten via een spoor van sub-optimale concentratie te leiden naar een cirkelvormig spoor van optimale concentratie. Dit spoor zullen zij dan tot uitputting toe volgen zelfs wanneer er een goede voedselbron in de buurt is.

Er zijn uiteraard vele variaties mogelijk. Het is mogelijk gebleken valletjes te construeren waar de dieren in worden gelokt. Zou men zo alle werkdieren vangen dan blijven de koningin en het nest van voedsel verstoken zodat zij uitsterven. Ook is het mogelijk de gevangen dieren met een niet te snel werkend agens naar huis te laten terugkeren waar ze dan het agens op koningin en larven overbrengen. Als agens kan men een selectief middel gebruiken, b.v. een insectenhormoon dat specifiek voor insecten de ontwikkeling of voortplanting verhindert.

#### Faraomier

Voor ons land aktueel is de mogelijkheid die deze bestrijdingsmethode biedt bij de bestrijding van de faraomier. Perspublicaties van de laatste tijd wezen op de ernstige bron van infecties die dit dier vormt in vele ziekenhuizen en ook in andere gebouwen. De werkster van de faraomier is een klein, roodbruin insect, dat in staat is door de kleinste kieren (zelfs door een aangelegd verband) heen te dringen.

Ook hier is het probleem de koninginnen te vinden die soms ver weg van de plaats waar de werkdieren worden gevonden verscholen zitten in het metselwerk. Het zijn uiterst vruchtbare diertjes die voortdurend eieren leggen. Tot voor kort bestond er nauwelijks een afdoende en aanvaardbare bestrijdingsmethode voor deze plaag. Een redelijk doeltreffende methode maakt gebruik van een lokaas en een insecticide dat uitsluitend voor deze hardnekkige plaag bij gebrek aan een alternatief is toegestaan.

Van boven naar beneden: kweekfaraomier; mannetje en vrouwtje; koningin met werksters. Foto: A. Buschinger; Anzeiger für Schädlingskunde, juli 1971, aug. 1971.



In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne is het Centraal Laboratorium TNO thans bezig aan een onderzoek naar spoorvolgstoffen en eventueel andere natuurlijk lokstoffen voor deze insecten.

Het is inmiddels gelukt, twee lokstoffen uit deze mieren te isoleren en hun structuur vast te stellen. Eén hiervan is thans ook gesynthetiseerd.

### Bladluizen

Door onderzoek in Amerika en in ons laboratorium is aangetoond, dat bladluizen, indien zij worden aangevallen, een stof afscheiden, die in soortgenoten een vluchtreactie opwekt. Bij vele uiteenlopende bladluisoorten bleek steeds weer als alarmferomoon dezelfde stof te worden gevonden. We hebben hier dus met een niet soortspecifieke stof te maken.

De toepassingsmogelijkheden van deze stof vormen onderwerp van verdere studie vooral in veldproeven. Enerzijds wordt gedacht aan een preventieve werking, waardoor overbrenging van virusziekten van planten door bladluizen zou kunnen worden voorkomen, anderzijds aan gewasbescherming en wellicht ook bescherming van kamperplanten door verdrijving van reeds aanwezige bladluizen.

### Aggregatie- en sexferomonen van voorraad- en huishoudinsekten

Een belangrijk terrein voor toekomstig onderzoek wordt gevormd door sex- en aggregatieferomonen van voorraadinsekten zoals sommige kevers en kakkerlakken. Dit is zowel een economisch belang, gezien de grote verliezen die deze insecten toebrengen aan de wereldvoedselvoorraden, als een belang voor het milieu en de volksgezondheid. In 1963 werd een structuuropheldering voor 'het sexferomoon' van de Amerikaanse kakkerlak gepubliceerd maar deze bleek onjuist te zijn. Het Centraal Laboratorium nam dit probleem opnieuw ter hand waarbij het gelukte twee sexferomonen te isoleren en gedeeltelijk te identificeren. De structuren van deze stoffen lijken noch op de tot dusver bekende sexferomonen van vlinders of kevers, noch op de in 1963 gepubliceerde structuur.

Voor de Duitse kakkerlak die ook in Nederland veel voorkomt, is thans een onderzoek

gaande naar aard en toepassingsmogelijkheden van zijn aggregatieferomoon. Van de aard van de stoffen is nog weinig bekend maar met ruwe preparaten bleek het mogelijk deze insecten (onafhankelijk van leeftijd of geslacht) in feromoonvalletjes te lokken.

### Chemische ecologie: nieuwe wetenschap

In dit artikel zijn voornamelijk signaalstoffen vermeld waarmee het Centraal Laboratorium TNO ervaring heeft opgedaan. Het onderzoekgebied ontwikkelt zich echter tot een geheel nieuwe tak van wetenschap: de chemische ecologie. Er is inmiddels een eerste boek verschenen met als titel 'Chemical Ecology'. Dit jaar zal een tijdschrift verschijnen: 'Journal of Chemical Ecology' dat geheel wordt gewijd aan dit onderwerp: de wisselwerking tussen verschillende organismen onder invloed van door deze organismen geproduceerde stoffen.

Vooral in Amerika wordt veel onderzoek verricht. Er is zelfs reeds een firma, die honderdduizenden kant-en-klaar vallen voor het onderzoek op het gebied van het signaleren van insectenplagen heeft verkocht. Ook heeft deze firma onlangs toestemming gekregen van de 'environmental Protection Agency' voor het op de markt brengen van een bestrijdingsmiddel, gebaseerd op het sexferomoon van de huisvlieg.

De noodzaak, te komen tot bestrijdingsmiddelen die uit milieuoogpunt aanvaardbaar zijn, doet verwachten dat wij aan het begin staan van belangrijke nieuwe ontwikkelingen bij het bestrijden van insectenplagen.

### Literatuur

1. Sondheimer, E. en J. B. Simeone: Chemical Ecology. Academic Press, 1970
2. Johnston, Jr., J. W., D. G. Moulton en A. Turk: Communication by chemical signals. Advances in chemoreception, Vol. I (1970)
3. Evans, D. A. en C. L. Green: Insect attractants of natural origin. Chem. Soc. Reviews, 2(1), 75 (1973)
4. Marx, J. L.: Insect control (I): Use of pheromones. Science, 181, 736 (1973)
5. Ritter, F. J.: Feeding stimulants for the Colorado beetle. Meded. Rijksfak. Landbouww. Gent, 36, 874 (1971); CL TNO Med. 300.
6. Ritter, F. J. en C. M. A. Coenen-Saraber: Food attractant and a pheromone as trail-following compounds for the Saintonge termite. Entomol. Exp. et Appl., 12, 611 (1969); CL TNO Med. 377.
7. Ritter, F. J.: Some recent developments in the field of

insect pheromones. Meded. Rijksfak. Landbouww. Gent, 36, 874 (1971); CL TNO Med. 436

8. Meijer, G. M., F. J. Ritter, C. J. Persoons, A. K. Minks en S. Voerman: Sex pheromones of summerfruit tortrix *Adoxophyes orana*: two synergistic isomers. Science, 175, 1469 (1972) CL TNO Med. 445.
9. Minks, A. K. en S. Voerman: Sex pheromones of the summerfruit tortrix moth, *Adoxophyes orana*: trapping performance in the field. Entomol. Exp. et Appl., 16, 541 (1973)
10. Minks, A. K., W. L. Roelofs, F. J. Ritter en C. J. Persoons: Reproductive isolation of two tortricid species by different ratios of a two-component sex attractant. Science, 180, 1073 (1973) CL TNO Med. 482.
11. Ritter, F. J., I. E. M. Rotgans, E. Talman, P. E. J. Verwiel en F. Stein: 5-methyl-3-butyl-octahydroindolizine, a novel type of pheromone, attractive to pharaoh's ants (*Monomorium pharaonis* (L.)). Experientia, 29, 530 (1973); CL TNO Med. 483.
12. Talman, E., F. J. Ritter en P. E. J. Verwiel: Structure elucidation of pheromones produced by the Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* L. Proc. Int., Symp. Mass Spec. Biochem. and Medicine, Milan (1973).
13. Wientjens, W. H. J. M., A. C. Lakwijk en T. v. d. Marel: Alarm pheromones of grain aphids. Experientia 29, 658 (1973); CL TNO Med. 486
14. Ritter, F. J., A. M. van Oosten en C. J. Persoons: Attractants and trail-following compounds for the Saintonge termite. Proceed. VII Congr. IUSI, London 1973, p. 330; CL TNO Med. 489.
15. Persoons, C. J., A. K. Minks, S. Voerman, W. L. Roelofs en F. J. Ritter: Sex pheromones of *Archips podana* (Lepidoptera, Tortricidae): Isolation, Identification and field evaluation of two synergistic geometrical isomers. J. Insect Physiol. Vol. 20 (1974, in druk).
16. Minks, A. K., W. L. Roelofs, E. Schuurmans-van Dijk, C. J. Persoons en F. J. Ritter: Electroantennogram responses of two tortricid moths using two-component sex pheromones. J. Insect Physiol. 1974 (in druk).
17. Persoons, C. J., F. J. Ritter en W. J. Lichtendonk: Sex pheromones of the American cockroach. Isolation and partial identification of two excitants. Proceed. Kon. Ned. Acad. Wetensch., Series C, Vol. 77 Nr. 2 (1974) (in druk).
18. Persoons, C. J. en Ritter, F. J.: Binary sex pheromone mixtures in Tortricidae: role of positional and geometrical isomers, Z.f. Agnew. Zool. (1974) (in druk).
19. Ritter, F. J. en C. J. Persoons: Recent developments in insect pheromone research, in particular in the Netherlands. Proceed. Third International Congress of Pesticide Chemistry (IUPAC) (1974) (in druk).



Smalspoor  
Normaal- en kraanspoor  
Locomotieven  
Houten dwarsliggers  
Wisselhout

Spoorbiels tevens voor:  
sierbestratingen  
tuin- en plantsoenwerken  
speel- en klimobjecten e.d.

**N.V. LOCOSPOOR**  
INTERNATIONAAL

Bezuidenhout 78  
Den Haag  
Telefoon (070) - 838021



**Udense Schroevenfabriek B.V.**  
**MASSA DRAAIWERK**  
**PRECISIE**

Huissen (Geld.)  
Loostraat 106 - Tel. (08304) 8844