

PIERO BARONIO

Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna

Gli ormoni ontogenetici degli Insetti e loro mimetici come agenti insetticidi: una analisi della sperimentazione con più immediati fini pratici ed applicativi.

(Ricerche eseguite con il contributo del C.N.R.)

L'eventualità di combattere gli Insetti impiegando i loro stessi ormoni, o meglio sostanze ad azione mimetica, è un fatto molto recente che prende inizio, circa una ventina di anni fa, dalle constatazioni di Williams (1956), il quale nei suoi primi studi sugli estratti di *Cecropia* mise in evidenza le capacità letali della neotenina. Questa idea prese corpo, però, solo dieci anni più tardi quando, dopo la scoperta dello Juvabione o « Paper factor », fu possibile condurre una sperimentazione adeguata (Sláma et Al., 1965, 1966a e 1966b; Williams et Al., 1966). Williams, poi, nel 1967 a seguito dei risultati ottenuti, configurò la III generazione di insetticidi (di cui l'ormone giovanile e i suoi mimetici, fino ad allora conosciuti, furono i fondatori) formulando un nuovo concetto di lotta contro gli Entomi, imperniata sullo squilibrio delle loro situazioni ormonali rigorosamente programmate per la ontogenesi, attraverso la somministrazione di tali sostanze nei momenti meno adatti, cioè, quando queste sono naturalmente assenti o a livello molto ridotto. In ciò l'Autore vedeva e sottolineava l'impossibilità di questi Artropodi ad acquisire una qualsiasi forma di resistenza pena, il suicidio; e indicava, anche, la totale mancanza di qualunque forma di inquinamento sostenendo che tali prodotti sono delle sostanze specifiche degli Esapodi e che, tra l'altro, vengono rapidamente (forse troppo) degradate dall'ambiente.

Oggi, dopo una decina d'anni di sperimentazione, ci si è accorti, purtroppo, che questi concetti non sono, poi, così categorici come erano stati formulati. Infatti questa raffinata lotta chimica contro gli Entomi (Ruscoe, 1974) non manca di selezionare razze resistenti (Schneiderman, 1972) ed in particolare è stato constatato, anche, che forme insensibili agli attuali insetticidi lo sono anche all'ormone giovanile e ai suoi mimetici (Dyde, 1972; Vinson et Al., 1974; Rupeš et Al., 1976), cosicchè non si potrà, probabilmente, fare affidamento ad occhi chiusi su questi e su altri prodotti ormonici, come aveva suggerito Williams (1967), per eliminare Insetti dannosi ormai indistruttibili dagli attuali pesticidi. Infine a proposito della loro assoluta mancanza di pericolosità per gli altri esseri viventi, c'è da notare, per

ora, a proposito degli ecdisoni e degli ecdisoidi che questi a lungo andare possano avere degli effetti indesiderati sui Mammiferi, quindi anche sull'Uomo, essendo gli steroidi la base biochimica del loro sistema endocrino (cfr. Reay, 1973 e Ruscoe, 1974). Inoltre anche per gli analoghi dell'ormone giovanile la mancanza di tossicità acuta, per i suddetti animali, non è sufficiente per un loro immediato impiego, giacchè non sono da escludere a priori eventuali effetti teratogenetici, mutageni e cancerogeni, che possono manifestarsi nel tempo. Quindi è necessaria un'accurata sperimentazione prima di mettere questi prodotti sul mercato: in tal senso si sta già operando ad esempio per lo ZR515 e lo ZR512 (Henrick et Al., 1973) due sostanze di sicuro impiego pratico. Oltre però a rilevare questi lati negativi, la ricerca attuale sta cercando di sviluppare concretamente il concetto informatore di questo nuovo modo di contenere le popolazioni degli Insetti. Infatti è stato posto in evidenza che si può intervenire e creare un caos nella regolazione della crescita non solo con un surplus ormonale, ma anche impedendo che le ghiandole ne producano, quando necessitano, utilizzando sostanze così dette antiormoni (cfr. Robbins, 1972). Inoltre si sta già pensando, con una certa realtà, di agire non solo sullo stato ormonale che regola lo sviluppo, ma anche sugli altri complessi del genere che gestiscono altre funzioni vitali. Infatti con la somministrazione di sostanze ormomimetiche della diuresi e della salivazione si può ottenere la morte dell'entomo per disidratazione. Così come questa funzione, altre possono essere investite ed alterate nella loro condizione ormonale con relativa morte dell'esapodo, come ad esempio la regolazione dello zucchero nel sangue e la plasticizzazione e l'indurimento della cuticola (cfr. Ruscoe, 1974). Quindi, pur constatando e prendendo atto dell'evoluzione e dell'allargamento dell'idea di base degli insetticidi di III generazione, a cui peraltro, oggi, fanno capo sostanze tutt'altro che ormonali, come il PH 60-40 [1-(4-clorofenil)-3-(2, 6-difluoro-benzoil)-urea] che impedisce la normale ontogenesi dell'insetto agendo a livello cuticolare, mi sembra importante analizzare ed inquadrare cosa è stato fatto e sperimentato per introdurre gli ormoni dello sviluppo, ma soprattutto i loro mimetici nella pratica della lotta contro gli Insetti, sì da evidenziare a coloro che nel nostro paese si occupano di problemi igienici e fitoiatrici legati agli Entomi, quanto c'è di attuale e di probabile futuro nel loro impiego nel campo pratico.

ORMONI CEREBRALI.

Queste sostanze che sono alla base delle funzioni neuroendocrine principali, ideali, quindi, per una lotta sistematica contro gli insetti, non sono utilizzabili in pratica, perchè la loro stessa natura polipeptidica li rende inveciolabili attraverso la cuticola; ed anche inutilizzabili per os essendo distrutti dagli enzimi polipeptidici intestinali (cfr. Solinas, 1973). In contrapposizione a ciò, però, sussiste la possibilità con sostanze di tutt'altra natura, di disturbare la coordinazione tra il sistema neuroendocrino e il sistema

nervoso, come pure quella tra le stesse cellule neurosecretrici (Schooneveld, 1971). Questo ultimo modo indiretto di agire è l'unico che possa avere successo, ma per ora rimane solo un qualcosa di teorico, molto lontano dal poter essere utilizzato oggi nella pratica.

ECDISONI, ECDISOIDI E FITOECDISONI.

Gli ormoni della muta, i loro mimetici e i fitoecdisoni non mostrano attualmente evidenti possibilità di impiego come insetticidi; sia per il loro alto costo di produzione, ma soprattutto perchè, agendo quasi esclusivamente per ingestione, limitano moltissimo la loro sfera di azione. Infatti l' α e β ecdisone essendo delle sostanze polari solubili in acqua non riescono a superare la cuticola, mentre, però, somministrate per via orale determinano, ad esempio, fenomeni di sterilità nelle femmine. Questo peraltro è determinato in maniera più consistente anche dagli steroli mimetici, dai fitoecdisoni e dai composti « Triol » (sostanze costituite essenzialmente da ecdisoni con una catena laterale di colesterolo) che agiscono, in ogni caso impedendo la vitellogenesi, riducendo la schiusura delle uova e la vitalità della progenie, dimostrandosi così dei chemiosterilizzanti irreversibili (cfr. Robbins, 1972 e Ruscoe, 1974). Tutte queste sostanze, poi, sono dei potenti inibitori di sviluppo quando vengono ingerite dalle forme giovanili e così pure impediscono la differenziazione dell'adulto in crisalidi trattate (cfr. Robbins, 1972 e Ruscoe, 1974). È stato constatato, anche, che alcuni di questi ecdisoni-mimetici e fitoecdisoni possono essere attivi pure per contatto, soprattutto quando vengono diluiti in opportuni solventi (come l'acido undecilico, α -tocoferolo e caprilico — cfr. Solinas, 1973), ma certamente questi prodotti, però, rimangono molto più validi quando sono ingeriti (cfr. Ruscoe, 1974). Inoltre una altra possibilità fitoiatrica di queste sostanze è quella di interrompere la diapausa delle pupe (come è stato constatato per crisalidi di alcune specie di lepidotteri) e delle forme adulte (cfr. Robbins, 1972). Questi steroidi, particolarmente il β -ecdisone, possono agire anche come « Feeding deterrent » (cfr. Solinas, 1973); ciò del resto è stato visto in campagna con esperimenti pratici condotti contro la *Dorifora* confinata in piccole parcelle limitate da gabbie (Martelli, 1972). Infine, sempre per combattere gli Entomi, su questa linea, si potrebbe interferire sulle mute e metamorfosi, ostacolando la biosintesi e il metabolismo dell'ecdisone attraverso la somministrazione di steroli semplici come gli azosteroli (cfr. Ruscoe, 1974) oppure l'azidrina che impedendo la conversione del β -sitosterolo a colesterolo distrugge la normale crescita e sviluppo delle larve, come è stato visto, in particolare, per quelle del *Bombyx mori* L. (Fujiamoto et Al., 1974). Infine, sempre per questo scopo, si possono usare dei prodotti del tutto diversi come l'azadiractin, un veleno metabolico e non una sostanza ormomimetica, che tra l'altro è anche un inibitore alimentare per le locuste (cfr. Ruscoe, 1974). Tutto sommato, comunque, anche questi ultimi gruppi di sostanze non sono ancora, a quanto se ne sa, entrati nella pratica.

ORMONE GIOVANILE E MIMETICI.

La neotenina e i suoi mimetici (ormai se ne contano fino a 2.000) offrono un'alternativa reale nella lotta contro gli Entomi, perchè il loro modo di agire permette di impostare concretamente un discorso sul loro impiego come insetticidi. Infatti tutte queste sostanze apolari oltrepassano agevolmente la cuticola e il corion delle uova agendo così per contatto. Nell'uovo questi prodotti, dati all'inizio della crescita embrionale, ne bloccano la differenziazione alla blastocinesi, mentre quando sono somministrati nei periodi più avanzati provocano la distruzione dello sviluppo negli stadi successivi. Negli Eterometaboli trattamenti alle ninfe creano delle superninfe, mentre con dosi inferiori si hanno adulti disformi e sterili. Negli Olometaboli, allo stesso modo, si hanno delle superlarve e delle forme intermedie: larva/pupa e pupa/adulto, ma si riesce pure a bloccare lo sviluppo pupale e la muta tra pupa e adulto. Infine si può accennare che con prodotti juvenalizzanti si raggiunge l'interruzione della diapausa negli adulti (es.: *Hypera postica* (Gyllenhal), *Oulema melanopus* (L.)) (cfr. Robbins, 1972 e Ruscoe, 1974). Queste sostanze, poi, somministrate a femmine hanno un'azione chemiosterilizzante, interrompendo la crescita dell'embrione, ed oltretutto, dato che si diffondono come una malattia venerea tra gli individui della stessa specie, ne viene proposto l'uso (vista anche la loro mancanza di tossicità acuta) nel contesto della lotta col maschio sterile (cfr. Mellini, 1969 e Ruscoe, 1974). Inoltre, sempre per fini fitoiatriche, è stata constatata l'azione sistemica dell'etil-pivaloil-L-alanil-p-aminobenzoato sulle piante di girasole, dove, infatti è stato rilevato l'effetto juvenalizzante del prodotto sul *Dysdercus cingulatus* (F.) (Rhynchota, Pirkhacoridae) posto a vivere su parti dell'essenza lontani da quella trattata. In particolare, poi, l'analogo dato al terreno, e quindi posto a contatto della radice, viene assorbito e diffuso in tutto il resto del vegetale. Oltre che in questa sostanza è stata individuata sperimentalmente un'attività sistemica, anche se più limitata, in certi terpenoidi (Babu et Al., 1972).

Certamente però l'ormone giovanile e i suoi mimetici non sono i classici insetticidi polivalenti che fino ad ora eravamo abituati a considerare, ma delle sostanze selettive addirittura molto specifiche; per cui il loro impiego contro un determinato entomo deve essere preceduto da una indagine di laboratorio per ricavare tutti i dati e non ultimo il dosaggio efficace ($DE_{JH}50$) al fine di intraprendere prove di lotta o la lotta stessa (Varjas, 1971). Inoltre per utilizzare adeguatamente questi prodotti si deve tenere conto che non sono, come più sopra si è detto, dei larvicidi (o meglio non eliminano l'attività delle forme giovanili) per cui distribuiti in questo stadio di vita creano delle forme giganti che peggiorano la situazione immediata, come è stato visto in prove condotte con la Dorifora (cfr. Mellini, 1969). Quindi è bene impiegare queste sostanze contro specie che hanno un ciclo vitale relativamente breve e sincronizzato, e/o con larve della I generazione, che non creano danni o per lo meno molto limitati (cfr. Staal, 1971 e Ruscoe, 1974).

La Spodoptera, ad esempio, in Nord Egitto si potrebbe contenere con juvenoidi usandoli contro le forme che si trovano sull'ospite invernale, dove non creano danno, evitando, o meglio limitando, l'immigrazione in estate sul cotone. Buoni risultati si potrebbero, con ogni probabilità ottenere anche con insetti ubiquitari. Effetti ancora migliori si hanno con gli Entomi dei magazzini, dove questi prodotti limitano la quantità degli adulti che sfarfallano e contengono la prole di questi ultimi per la loro azione sterilizzante. Inoltre si può usare questo ormone, o meglio i suoi mimetici, contro le larve di zanzara con risultati soddisfacenti, perchè non ci interessa tanto che continui a vivere come forma preimmaginale, ma che non metamorfosi nel pericoloso e fastidioso adulto che, purtroppo, tutti conosciamo (cfr. Ruscoe, 1974). Quindi, tutto sommato, gli juvenoidi offrono concretamente un modo alternativo di combattere gli Esapodi nocivi funzionando, al limite, anche come sinergici degli insetticidi attuali (cfr. Staal, 1975). Ancor oggi, al fine, ci sono molteplici problemi da risolvere per rendere pratica la utilizzazione di questi prodotti, che fra l'altro, dimostrano, purtroppo, la capacità di selezionare razze resistenti (Schneiderman, 1972). Di tutte le questioni, quella comunque più pressante è la loro rapida dissolvenza nell'ambiente naturale, dovuta alla instabilità chimica e alla volatilità. Oltre a ciò, poi, c'è da dire, che molti degli juvenoidi comunemente usati vengono escreti rapidamente dagli Insetti ed inoltre sono, anche, degradati dall'azione metabolica degli stessi, con particolare riferimento all'attività di determinate esterasi che sono prodotte da molte specie di entomi (Ajami et Al., 1973). A questo proposito si può ricordare l'azione negativa delle larve di *Aedes aegypti* L. (Dipt., Culicidae) sulla stabilità di una mistura di ormoni giovanili sintetici (Calbiochem lotto n. 860023). Infatti tale miscela, aggiunta ad una coltura standard contenente larve di diverse età e cibo, degrada rapidamente perdendo di efficacia, per effetto, con ogni probabilità, del metabolismo delle età precedenti a quella sensibile (IV D). In contrapposizione a ciò il prodotto in acqua distillata mantiene la sua attività per oltre tre settimane ed agisce, nello stesso ambiente, sulle larve sensibili, impedendo l'ecdisi al 90% degli individui presenti (Spielman et Al., 1974). Quindi mi sembra abbastanza opportuno, oggi, sottolineare in maniera esemplificativa quali sono stati i risultati ottenuti fino a questo momento, per renderci conto su quale potrà essere l'incidenza di queste sostanze in igiene ed in fitoiatria.

Insetti nocivi alla salute dell'Uomo e dei Vertebrati.

Contro questi Entomi la possibilità di impiego dei mimetici dell'ormone giovanile ha segnato alcuni passi positivi, che inanimano la speranza di un impiego concreto, in tempi abbastanza vicini, di questi prodotti contro tali calamità.

Il Metoprene o ZR515 (isopropil-11-metossi-3, 7, 11-trimetil-2, 4-dodecadienoato) e il RO 36-200 [6, 7-epossi-3-metil-7-etil-1-[3, 4-(metilenediossi)fenossi]-2-cis-trans-ottene] sotto forma di concentrati emulsionabili

sono stati provati in campo contro l'*Aedes nigromaculis* (Ludlow) (Dipt., Culicidae), le cui popolazioni sono ormai molto resistenti ai vari insetticidi. L'analisi ha indicato che entrambi questi prodotti nelle quantità di 0,25 lb/acro hanno dato buoni risultati. In particolare con lo ZR515 a questa dose è stata ottenuta una mortalità che supera il 90%; tale risultato però è legato alla possibilità che il prodotto raggiunga lo stadio sensibile del culicide, cioè la IV età. In relazione a ciò, data la rapida disgregazione dell'analogo così formulato nell'ambiente naturale, risulta di fondamentale importanza la scelta del momento dell'applicazione (Schaefer et Al., 1972).

Lo ZR515, il RO 36-200 (già ricordato) ed in più l'R 20458 [*trans*-8-(4-etilfenossi)-2,6-dimetil-2,3-epossi-6-ottene] sempre come concentrati emulsionabili sono stati oggetto di una ulteriore sperimentazione in campo contro l'*A. nigromaculis* (Ludlow) e di una prima analisi verso la *Culex tarsalis* Coquillet (Dipt. Culicidae). Il primo di questi prodotti già nella quantità di 0,0125 lb/acro (cosa già constatata in precedenza anche se con dose più alta) inibisce lo sviluppo delle larve di IV età (fase sensibile) della *A. nigromaculis* (Ludlow); lo stesso può dirsi per il secondo di questi dato in ragione di 0,125 lb/acro, il quale però anche alla concentrazione maggiore di 0,25 lb/acro, non riesce ad impedire lo sviluppo delle larve più giovani. L'ultimo di questi analoghi è apparso invece di efficacia molto più limitata nel controllo di questo culicide. A proposito della *C. tarsalis* Coquillet con le stesse sostanze, alla medesima concentrazione ed anche con quantità maggiori, non si sono ottenuti risultati significativi, in quanto queste, così formulate, degradano troppo rapidamente per controllare una popolazione di età diversa. Lo ZR515, in formulazione a bassa dissolvenza, distribuito con aerei, nella quantità di 0,033 e 0,025 lb/acro ha dato, già alla dose più bassa, indicazioni di una reale capacità di controllo su individui insetticido-resistenti di *A. nigromaculis* (Ludlow). Pure contro la *A. melanimon* Dyar (Dipt. Culicidae), tale prodotto distribuito sempre con gli stessi mezzi nella quantità di 0,1 e 0,05 lb/acro ha evidenziato maggiori capacità di controllo per questo dittero (Schaefer et Al., 1973).

Il Metoprene (Altosid SR10, formulazione a lenta dissolvenza microincapsulata) diluito in ragione di 0,86 lb/gal p.a. è stato oggetto di una recente sperimentazione a carico di culicidi in ambiente naturale. Il prodotto, così preparato e distribuito in ragione di 8 fl. oz/acro e di 4 fl. oz/acro, ha indicato alla prima dose un controllo totale della popolazione presente costituita dall'87% di *Aedes communis* (De Geer), dal 7% di *A. intrudens* Dyar, dal 4% di *A. trichurus* (Dyar) e dal 2% di *A. punctor* (Kirby) (tale determinazione è stata fatta con una campionatura precedente al trattamento). Nel laghetto, poi, dove era stata impiegata la quantità inferiore, in cui era stato constatato, con le stesse modalità la presenza dell'*A. stimulans* (Walker) per il 98% e dell'*A. excrucians* (Walker) per il 2%, l'efficacia fu del 98%; tutto ciò naturalmente quando si raggiungono gli stadi sensibili, poichè larve di I e II età, presenti al momento del trattamento, si svilupparono normalmente (Baldwin et Al., 1976).

Lo ZR515 nei dosaggi utilizzati durante prove di lotta contro i Culicidi non determina, a quanto pare, effetti negativi visibili sugli altri organismi presenti nelle aree sperimentali, ad eccezione delle larve di altre specie di Ditteri acquatici (Miura et Al., 1973). Comunque questo prodotto formulato a bassa dissolvenza e microincapsulato (Altosid EC4), distribuito sperimentalmente in uno stagno nella quantità di 0,27 lb/acro per saggiarne gli effetti sull'ecosistema acquatico, ha dimostrato la capacità di alterarne l'equilibrio riducendo quantitativamente le specie di Artropodi predati come pure quelle predatrici (Nordland et Al., 1976).

L'AI3-36206-4E [2-metossi-9-*p*(-isopropilfenil)-2,6-dimetilnonane] è un altro analogo efficace nel controllo delle popolazioni larvali di *A. nigromaculis* (Ludlow) e *A. melanimon* Dyar. Infatti, nelle prove condotte, in ambiente naturale, spargendo manualmente il prodotto su una superficie di pastura di 0,05 acri, si è constatato che già con 0,025 lb/acro si ottengono effetti positivi, mentre non sono del tutto incoraggianti quelli registrati con quantità di 0,1 lb/acro utilizzata contro la *C. tarsalis* Coquillet. Altri risultati ancora più indicativi, per l'*A. nigromaculis* (Ludlow) sono quelli ottenuti con prove condotte su una superficie di 15 acri, dove i trattamenti sono stati effettuati, addirittura, con mezzi aerei. Così con la distribuzione di 0,05 lb/acro si è avuto un livello di controllo delle larve di III e IV età pari al 95% e più; mentre con lo 0,03 lb/acro questo scende a valori del 90-95%. Tutto ciò senza, peraltro, creare effetti dannosi a carico degli altri organismi presenti negli ambienti sperimentali (Schaefer et Al., 1976).

Il RO 20-3600 [6,7-eossi-3-metil-7-etil-1-[3,4-(metilenediosi)-fenossi]-2-*cis-trans*-ottene] e l'R-20458 [1-(4'-etilfenossi)-6,7-eossi-3,7-dimetil-2-ottene] sono stati sperimentati in ambiente naturale a carico della *C. tarsalis* Coquillet utilizzando, però, una particolare gabbia galleggiante che mantiene praticamente le larve isolate (per la maggior parte di IV età) nelle acque dello stagno, permettendo così di constatare l'azione dei prodotti all'aperto. Il primo di questi sembra avere un buon effetto nel sopprimere lo sfarfallamento del dittero, ma per un breve periodo di tempo in conseguenza della sua relativamente rapida degradazione. L'ultimo composto, poi, agisce esclusivamente a livello di pupe impedendo in modo completo la fuoriuscita degli adulti il giorno dopo il trattamento, ma non a distanza di 5 gg. (Mulla et Al., 1974a).

Il RO 8-9801 [6,7-eossi-1-(*p*-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene (Stauffer R-20458)] in emulsione e in forma granulare, in modo particolare, si è rilevato efficiente alla concentrazione di 0,3-1 ppm nell'inibire, in ambiente esterno (si tenga conto che la prova è stata condotta in piccoli contenitori protetti da garza), lo sfarfallamento di *C. pipiens pipiens* L. dimostrando tra l'altro una discreta resistenza nell'ambiente. Lo stesso vale, anche se in termini un po' più contenuti, per il RO 10-6425 [isopropil-11-metossi-3,7,11-trimetil-2 *cis/trans*-4-*trans*-dodecadienoato (ZR-515)]. Infine anche il RO 20-3600 [6,7-

eossi-3,7-dimetil,1-1[3,4(metilendiossi)-fenossi]-2-nonene] (Roche), particolarmente in forma granulare, ha manifestato una discreta attività, e tra l'altro a differenza dei primi due prodotti, a 4 settimane dalla distribuzione (conc. 1 ppm) mostrava ancora una qualche attività (Hoppe et Al., 1974). Infine in un particolare esperimento per l'impiego di analoghi dell'ormone giovanile nella lotta contro i culicidi, sono stati messi a confronto in prove di campo, diversi formulati dell'R-20458 [1-4(4'-etilfenossi)-6,7-eossi-3,7-dimetil-2-ottene] del RO 10-3108 [6,7-eossi-3-etil-1-(p-etilfenossi)-7-metilnonano], del CGA-13353 [estere etilico dell'acido 4-(4'-benzilfenossi)-3-metil-2-butenoico] e del Metoprene (Altosid), per controllarne, naturalmente, l'efficacia e quindi la durata della loro attività. Il primo di questi prodotti utilizzato nella quantità di 5 lb/acro contro la *C. tarsalis* Coquillet e la *Culiseta inornata* Williston (Dipt. Culicidae), ha dato risultati diversi relativamente alla struttura sotto cui è stato somministrato. Così come concentrato emulsionabile (CE 4) ha una scarsa attività iniziale e in più perde rapidamente la sua efficacia dopo soli 4 gg. La stessa scarsa attività nel medesimo intervallo di tempo è stata constatata per il prodotto distribuito entro capsule a parete grossa, mentre risultati migliori si hanno utilizzando involucri sottili. Esiti ancora più evidenti sono stati ottenuti con una nuova formulazione incapsulata (2S). In ogni modo, è bene ricordare che l'attività letale di tutte queste preparazioni è esercitata contro lo stadio pupale. Il RO 10-3108, dato nella quantità di 0,25 e 0,50 lb/acro, non ha concluso alcunchè, infatti un formulato allo stato di semi-gel col 25% di p.a. ha avuto una riuscita simile al concentrato emulsionabile (CE 4) che ha un breve periodo di azione. Il CGA 13353 come concentrato emulsionabile (CE 3,3), distribuito nella quantità di 0,5 lb/acro non ha mostrato alcuna attività. L'Altosid SR 10 (microincapsulato) e SR 10F (microincapsulato + carbone di legna) provati nella quantità di 0,1 lb/acro contro la *C. inornata* Williston e la *C. tarsalis* Coquillet hanno dato risultati non molto discordanti, anche se l'SR 10 è leggermente più efficace, infatti la II di queste specie non è completamente controllata dall'SR 10F, mentre la I lo è da entrambe le formulazioni. Inoltre è stato constatato che l'aumento della temperatura dell'acqua (prova fatta in maggio) diminuisce la persistenza dei prodotti; infatti dopo 6 gg dal trattamento, l'inibizione dello sfarfallamento dei due culicidi è ridotto al 9% per l'SR 10 e al 24% per l'SR 10F. Conclusioni sostanzialmente simili sono state ottenute a carico della *Culex peus* Speiser (Dipt. Culicidae); così i trattamenti fatti in giugno, dando i due formulati nella quantità di 0,10 e 0,25%, hanno indicato un evidente calo di attività dopo 4 gg. e al termine degli 8 gg. la diminuzione del numero degli adulti sfarfallati è ridotta rispettivamente al 3 e al 34% per le due concentrazioni dell'SR 10 e al 29% per entrambe le dosi dell'SR 10F (Mulla et Al., 1975).

Infine merita di essere sottolineato che l'Altosid, in particolare formulazione a bassa dissolvenza, ha dato buoni risultati in natura (in stagni e addirittura in un lago) nell'impedire lo sfarfallamento dei fastidiosi adulti di

Chironomidi dei generi *Chironomus*, *Procladius* e *Tanytarsus* (Mulla et Al., 1974b).

Un modo alquanto originale per impiegare sostanze mimetiche dell'ormone giovanile nella lotta contro l'*Haematobia irritans* (L.), la *Musca autumnalis* De Geer, la *Stomoxys calcitrans* (L.) e la *Musca domestica* (L.) (tra l'altro meno sensibile ai diversi prodotti) è quello non tanto di inaffiare con le sostanze ormonali o ad attività ormosimile i loro substrati di sviluppo, ma di somministrare direttamente al bestiame o ai polli, con gli alimenti o l'acqua da bere. Infatti in questo modo si ottiene, nell'intestino dell'animale, una buona miscelazione di tali prodotti nel futuro pabulum dei suddetti ditteri, cosa che non sembra del tutto fattibile con la irrorazione diretta dello stesso; tanto è vero che i maggiori effetti di questi trattamenti si ottengono su queglii insetti che si impupano attorno al substrato di sviluppo, perchè con questo comportamento hanno maggiori possibilità di venire a contatto di zone trattate (Staal, 1975). Non di meno, però, con distribuzioni di (E)-4-[(6,7-epossi-3-etil-7-metil-2-nonenil)ossi]benzene (RO 7-9767) e (E)-6,7-epossi-1-(p-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene (R-20458) sui substrati naturali di sviluppo della *S. calcitrans* (L.) si sono avuti risultati di tutto rispetto, per riduzione del numero degli individui sfarfallati e durata dell'effetto degli analoghi. Infatti le prove condotte in Nebraska e in Florida, hanno indicato una riduzione dello sfarfallamento che è stata rispettivamente del 64-91% e del 95-99% (Wright et Al., 1973). In un'altra analisi fatta con solo il su citato R-20458 distribuito alla concentrazione dell'1%, l'inibizione della metamorfosi ha raggiunto un valore medio dell'83% (74-95,6%), con una persistenza del prodotto che si aggira sui 28 gg., però non si è avuto alcun effetto a carico della *M. domestica* (L.) presente nella massa trattata (Wright et Al., 1974a). Un'ulteriore sperimentazione a carico della *S. calcitrans* (L.) in ambiente naturale è stata condotta, sempre con il già detto R-20458 e RO 7-9767 a cui si sono aggiunti il Metoprene e il RO 20-3600 [(E)-4-[(6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilenediossi)benzene] formulati come concentrati emulsionabili diluiti in acqua. Il primo di questi allo 0,05% raggiunge il controllo del 99% della popolazione. Inoltre anche gli altri prodotti nella quantità dell'1% si sono dimostrati abbastanza efficaci raggiungendo nell'ordine risultati del 93% e del 99%. Infine è stato anche constatato che l'R 20458 non è tossico per ovini, suini e bovini (Wright, 1974). In ogni caso, poi, è stato sottolineato, in tutte le precedenti prove, che tali distribuzioni devono essere fatte, per ottenere un migliore risultato, prima che sul materiale da trattare si venga a formare una crosta che impedisca la regolare diffusione nella massa delle sostanze utilizzate. Sempre il ricordato R 20458 in diversi formulati è stato oggetto di un'ulteriore sperimentazione per la lotta contro la *S. calcitrans* (L.) condotta per distribuzione diretta su substrati naturali di sviluppo. Insieme a tale analogo, poi, sono stati provate, anche, altre sostanze del genere e cioè: il Metoprene SR 10, l'AI3-35838 [2,3-epossi-9-(p-etilfenil)-2,6-dimetilnonano], l' AI3-35851 [2-etossi-9-(p-etil-

fenil)-2,6-dimetilnonano] e l'AI3-36093 [2-etossi-9-(*p*-isopropilfenil)-2,6-dimetilnonano]. In particolare per il primo di questi analoghi, dopo due anni (1973-1974) di sperimentazione, è stato concluso che il preparato microincapsulato a parete grossa (25% di parete con 1 lb/gal) è meno efficiente di quella a parete sottile (7,5% di parete e con 1 lb/gal) e del 4E (concentrato emulsionabile con 4 lb/gal) e del 2-S (prodotto in sospensione con 1 lb/gal) che hanno dato risultati di rilievo. Inoltre anche il Metoprene SR 10 all'1,0%, e ancor meglio allo 0,5%, ha indicato controlli soddisfacenti, così pure i diversi AI3 (25% di concentrato emulsionabile) su citati nella quantità dell'1% i primi due e allo 0,1% l'ultimo. Comunque, però, per questi ultimi prodotti i dati di questa prova sono meno probanti, in quanto la sperimentazione è stata alquanto limitata. In ogni modo è stato constatato, e merita di essere ricordato, che gli effetti di questi prodotti si hanno non prima di 7 gg. dall'applicazione e che per ottenere una diffusione della sostanza nella massa trattata, è bene prima dell'applicazione rompere l'eventuale crosta formata in superficie con l'aiuto di zappatrici (Campbell et Al., 1976).

Considerando ora più da vicino ciò che è stato ottenuto con vari prodotti dati per os agli animali (senza per altro causare danno agli stessi e indirettamente all'uomo) si può evidenziare, ad esempio, che negli escrementi di bovino a cui è stato somministrato lo ZR 515 (Metoprene miscela di isomeri: 57% E, E e 33% Z, E) (70,1% prodotto tecnico) in quantità pari a 100 mg/giorno animale non si sviluppa la *S. calcitrans* (L.), mentre per contenere la *H. irritans* (L.) sono sufficienti 0,7 mg/giorno animale. Il RO 7-9767 [(E)-4-[(6,7-epossi-3-etil-7-metil-2-nonenil)-ossi]-1,2-(metilendiossi)benzene (miscela di isomeri) (25% CE) propinato in ragione di 1 gr/giorno animale è ugualmente efficace contro i suddetti ditteri. Lo stesso effetto si ha con il RO 20-3600 (ca. 80% prodotto tecnico) [(E)-4-(6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilendiossi) benzene] con dosi di 5 gr/giorno. Il primo e l'ultimo dei suddetti prodotti saggiati contro la *M. domestica* (L.) non hanno dato alcun effetto (Harris et Al., 1973). In altre prove il Metoprene (Altosid) dato al bestiame nell'ordine di 1 mg/kg peso è sufficiente a controllare la *M. autumnalis* De Geer, mentre per la *M. domestica* (L.) sono necessari 2,5 mg/kg peso; inoltre è stata nuovamente constatata la incapacità del RO 20-3600 su citato di impedire lo sviluppo di questo ultimo muscide, mentre 10 mg/kg peso di questo prodotto sono sufficienti ad « uccidere » la *M. autumnalis* De Geer (Miller et Al., 1974). Il Metoprene, ancora, aggiunto al mangime di galline nella concentrazione di 0,005 e 0,01% produce una mortalità della *M. domestica* (L.) allevata negli escrementi pari rispettivamente al 70,9 e 99,3% (Morgan et Al., 1974). Sempre la *M. domestica* (L.) non riesce ad accrescersi in escrementi di pollame a cui è stato somministrato 5,0 ppm di Metoprene (Altosid) in una particolare formulazione racchiusa in speciali capsule che riducono la perdita di prodotto dovuta al metabolismo degli animali (Breedon et Al., 1975). Altri tre prodotti sono stati sperimentati allo stesso modo contro i

suddetti Muscidi: di questi il 2-etossi-9-(*p*-isopropilfenil)-2,6-dimetilnonano è quello che ha dato i migliori risultati; diversamente il 2-etossi-9-(*p*-etilfenil)-2,6-dimetilnonano ha una relativa minore efficacia; mentre il 2,3-epossi-9-(*p*-etilfenil)-2,6-dimetilnonano è praticamente attivo solo contro la *H. irritans* (L.) (Schwarz et Al., 1974). Sempre contro il suddetto dittero si è agito aggiungendo Metoprene nel rullo dei sali minerali offerto al bestiame. Gli effetti alle diverse concentrazioni: 0,94, 0,12 e 0,01% sono stati del tutto soddisfacenti raggiungendo in campo in media un controllo dell'87%. Lo sviluppo della *S. calcitrans* (L.), invece, viene inibita solo alla concentrazione più alta (Harris et Al., 1974). Un altro modo originale per controllare l'*H. irritans* (L.) attraverso l'uso del Metoprene (formulato come concentrato emulsionabile) è quello di somministrare il prodotto al bestiame aggiunto all'acqua di abbeveraggio. Per ottenere ciò è stato messo a punto un distributore automatico con cui si riesce a mantenere una costante concentrazione di prodotto negli abbeveratoi. Gli effetti di questi trattamenti, condotti con una diluizione di 0,84 mg di sostanza per litro, si traducono in una diminuzione del numero di uova trovate nelle feci, che, infatti scendono, durante le 6 settimane di prova, da 75 a 13 unità per escremento. Anche il numero degli adulti per animale decresce notevolmente, riducendosi dai 360 individui iniziali ai 7 constatati al termine dell'analisi. Infine anche le bioprove fatte, aggiungendo uova del dittero allo sterco, indicano una inibizione di sviluppo che, dal 55% della prima settimana, sale all'88% nell'ultima (Beadles et Al., 1975). Infine il Metoprene confezionato in pastiglie gessose (gesso degli scultori) di 10 gr con il 4% di principio attivo (ZR 515 10F) è ancora più facilmente e meno dispendiosamente somministrabile al bestiame con l'acqua da bere. Naturalmente, per ottenere un consistente controllo del su ricordato muscide nelle feci, è necessario mantenere una concentrazione del principio attivo nell'acqua di almeno 0,02-0,03 ppm, cosa facilmente raggiungibile, come è stato constatato, regolando convenientemente, con un particolare dispositivo, il riempimento dei berlioli (Miller et Al., 1976). Il Metoprene ancora in diverse combinazioni è stato somministrato per via orale ai bovini per confrontare le capacità di controllo sulle mosche del bestiame. In tal modo è risultato che tale sostanza come prodotto tecnico, Altosid [(SR 10) sostanza incapsulata al 10%] e il formulato plastico (Metoprene + Hercon^R) hanno dato, in bioprove con sterco di giovenche trattate, buoni risultati nell'impedire lo sfarfallamento della *M. autumnalis* De Geer. In particolare con quantità di 1 mg/kg peso dei primi due di questi, si ottiene una inibizione rispettivamente del 98,5 e 99,6%, questi rimane sempre a livelli ragguardevoli (95,9 e 84,2%) anche con dosi di 0,125 mg/Kg peso. A carico della *M. domestica* (L.) gli effetti sono del tutto trascurabili. La somministrazione del principio attivo, includendolo in ragione dello 0,12% in un blocco proteico-minerale offerto agli animali, determina, sempre a carico degli individui della *M. autumnalis* De Geer, una inibizione di sviluppo del 99% e più. Infine il Metoprene aggiunto nella quantità dello 0,02% nel rullo dei sali minerali riesce a ridurre la popolazione di *H. irritans* (L.). Comunque l'uso di questo cilindro diventa problematico, quando nella pratica si debba controllare altre specie oltre a questa (Miller et Al., 1975).

Anche contro gli insetti epizoi sono state saggiate praticamente le capacità di distruzione di mimetici dell'ormone giovanile; infatti il metil 10,11-epossi-7-etil-3,11-dimetil-2,6-tridecadienoato (miscela di isomeri) irrorato, in concentrazione dello 0,1%, direttamente sul vello di capre d'Angora infestate da *Bovicola limbata* (Gervais) (Mallophaga, Bovicolidae) ha dato buoni esiti, tanto da suggerire l'utilizzazione di questo prodotto per i medesimi scopi su animali da carne, con l'importante risultato di non avere residui nei tessuti, come spesso si ha con gli insetticidi convenzionali (Chamberlain et Al., 1971). Lo stesso prodotto come composto di Roller (miscela di 8 isomeri) alla concentrazione dello 0,1% è stato confermato, da una successiva sperimentazione, come l'unico efficace contro il suddetto mallofago (Bagley et Al., 1972). La miscela di Law, come riporta Staal (1975), ha un certo effetto sulla embriogenesi e metamorfosi del *Pediculus humanus* L. (Anoplura, Pediculidae), quando popolazioni di questo anopluro vengono esposte per 24 ore a pezzi di stoffa impregnati di questo prodotto. Ultimamente è stato anche sperimentato allo stesso modo il composto di Bowers (6,7-epossi-3,7-dimetil-1-[3,4-(metilendiossi)-fenossi]-2-nonene (miscela di isomeri) che ha dimostrato allo 0,1% un effetto letale sui germi deposti da adulti messi in contatto delle superfici trattate, però la mancanza di una azione immediata diventa pregiudizievole per un impiego igienico (Bagley et Al., 1972). Infine a carico del *Haematopinus eurysternus* Nitz. (Anoplura, Haematopinidae), un epizoo tipico dei bovini, sono stati sperimentati tre mimetici dell'ormone giovanile e cioè: il RO 06-9550 [Metil 10,11-epossi-7-etil-3,11-dimetil-2,6-tridecadienoato (miscela di 8 isomeri)], il RO 08-4314 [Etil 10,11-epossi-3,7,10,11-tetrametil-2,6-dodecadienoato] e il RO 20-3600 [(E)-4-[(6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilendiossi)benzene (miscela di 4 isomeri)]. Questi prodotti, spruzzati sugli animali alla concentrazione dello 0,1 e 0,01%, hanno dimostrato nel complesso una efficacia di controllo dell'80% e più. Comunque, però, in relazione alla prova condotta, viene sottolineato che questi analoghi non offrono garanzie di controllo tali da giustificare un loro impiego abituale; tenuto conto, anche, degli inconvenienti che si hanno su bestie infestate da larve di *Hypoderma* sp. (Dipt. Oestridae). Infatti, a quanto sembra, la mancata maturazione e quindi la fuoriuscita delle larve dalle ferite prolunga lo stato irritativo con evidenti conseguenze, non ultima l'insediamento di batteri, cosa che non si verifica con prodotti insetticidi tradizionali (Meleney et Al., 1975). In altra, specifica, sperimentazione sono stati constatati e puntualizzati gli effetti negativi a cui sono soggetti animali infestati sempre dai Ditteri della medesima famiglia, in seguito a trattamenti fatti con 4 analoghi dell'ormone giovanile: il RO 20-3600 [(E)-4-[(6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilendiossi)benzene], il RO 8-4314, lo ZR 515 e l'R 20458 [(E)-6,7-epossi-1-(p-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene]. Infatti alle somministrazioni di queste sostanze (2 trattamenti alla concentrazione dello 0,1%) seguono evidenti inturgidimenti dei bubboni già determinati dagli Estridi, dai quali in seguito fuoriescono spontaneamente essudati gialli fluidi o semifluidi. Tale fenomeno, invece, non accompagna le applicazioni fatte a puledri con il RO 6-9550. In ogni modo, il ritardo nella cicatrizzazione delle ferite non è accompagnato da effetti tossici acuti a carico del bestiame

(Younger et Al., 1975). In precedenza due di questi prodotti il RO 20458, su ricordato e il Metoprene (ZR 515) furono sperimentati a carico della *Cochliomyia hominivorax* Coquerel. (Dipt. Calliphoridae) con cui si erano infestate artificialmente delle giovani giovenche precedentemente spruzzate con una di queste sostanze alla concentrazione dello 0,1%. In questa analisi non si constatarono evidenti azioni inibenti sullo sviluppo del dittero (dalle cui larve sfarfallarono indistintamente gli adulti), non rispecchiando gli effetti ottenuti in laboratorio. Comunque il Metoprene ebbe una qualche azione ritardante nello sviluppo delle larve. Tali sostanze inoltre, determinano nel plasma animale notevoli aumenti di materiali fibrolitici, constatazione analitica giustificata dal rallentamento dei processi di cicatrizzazione visti in queste bestie (Wright et Al., 1974b). Il Metoprene somministrato attraverso le vie nasali ad agnelli infestati da *Oestrus ovis* L. (Dipt. Oestridae) ha dimostrato di ridurre efficacemente l'impupamento e lo sfarfallamento degli adulti. Infatti il prodotto alla concentrazione di 0,1; 0,5; 0,75; 1,00 e 1,5 mg/agnello ottiene una efficacia che varia dall'86,4 fino al 100% e ciò non necessariamente in funzione del dosaggio. Comunque, però, questo prodotto non inibisce lo sviluppo larvale e non risolve perciò problemi immediati, ma certamente collabora, in modo biologico, alla riduzione nel tempo delle popolazioni di questo estride, senza dimostrare effetti svantaggiosi a carico degli animali trattati (Prasert et Al., 1976).

A chiusura di questo paragrafo merita di essere ricordato che l'Altosid si è dimostrato un valido strumento per sradicare da ambienti antropici il *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera, Formicidae) un insetto che frequenta particolarmente cucine, forni ed ospedali, cioè locali caldi, con grave danno alla salute umana essendo un trasportatore di batteri patogeni. In particolare l'analisi sperimentale, condotta in un ospedale ed in un acquario, ha indicato che la quantità di 0,5% di prodotto tecnico (68,9% di purezza) già dimostratasi valida in laboratorio (Edwards, 1975a) è stata lo stesso efficiente in pratica. Infatti con tali quantità di p.a. è stata trattata un'esca (polvere di fegato, miele e pan di Spagna in ragione di 2:1:1) che è stata distribuita entro tubi di plastica (40 × 25 mm) lungo gli itinerari fissi, preventivamente constatati, di tali entomi. Queste esche furono rinnovate bi-settimanalmente per un periodo di 10 settimane, ottenendo l'annientamento della popolazione del formicide nei due ambienti dopo circa, rispettivamente, 2 mesi e 2 mesi e mezzo (Edwards, 1975b).

Insetti distruttori dei prodotti conservati.

Questi devastatori delle derrate, dei loro derivati e di altri manufatti, costituiscono un altro gruppo di Entomi contro cui sono state saggiate come insetticidi sostanze mimetiche dell'ormone giovanile.

Il Metil-3,7,11-trimetil-7,11-dicloro-2-dodecenoato (MTDD) è stato sperimentato, aggiungendolo ai diversi substrati di sviluppo (ai quali peraltro è perfettamente miscibile una volta sciolto in etere), per controllare le popo-

lazioni del *Tribolium castaneum* Herbst (Col. Tenebrionidae), *Stegobium panicum* L. (Col. Anobiidae) e *Bruchus chinensis* L. (Col. Bruchidae). Contro il primo di questi coleotteri sono state saggiate concentrazioni di 100, 250, 500 e 1000 ppm, ottenute aggiungendo il prodotto a farina di grano, con risultati del tutto soddisfacenti. Infatti è stato messo in evidenza che già la quantità minima di MTDD è sufficiente ad impedire la normale ontogenesi dell'insetto. Inoltre, anche lo sviluppo delle popolazioni di *S. panicum* L. su semi di *Cuminum cyminum* L. è stato contrastato con dosi di 500 e 100 ppm. Lo stesso è stato ottenuto a carico del *B. chinensis* (L.) su granelle di *Cicer arietinum* L. trattate con 500 ppm. Tutto ciò indica chiaramente che questo analogo ha la possibilità reale di impedire una seconda generazione agli entomi presenti nella massa trattata (Thomas et Al., 1968). L'attività insetticida della MTDD è stata ulteriormente puntualizzata attraverso l'analisi dell'efficacia di questo su diverse specie di insetti in relazione anche alle granaglie attaccate. Così la sperimentazione condotta con quantità di 1, 2, 5, 25, 50, 100, 150 e 200 ppm ha indicato che l'*S. panicum* L. (più facilmente attaccabile quando si trova in farina di grano che su *Cuminum cyminum* L.) è quello più agevolmente controllabile anche alle dosi più basse, durante tutti gli stadi ontogenetici; perchè vivendo libero nella massa è sempre a contatto del prodotto che vi è stato mescolato. La *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col. Bostrychidae) (maggiormente aggredibile in *Sorghum vulgare* Pers. che in *C. arietinum* L.) e il *B. chinensis* (L.) (più sensibile quando si sviluppa su *Phaseolus mungo* L. che su *C. arietinum* L.) invece richiedono maggiori concentrazioni di prodotto (100, 150 e 200 ppm) perchè solo gli adulti e gli stadi embriogenetici sono direttamente esposti all'analogo, mentre gli stati metamorfici si differenziano all'interno dei semi. Contro lo *Sitophilus granarius* L. (Col. Curculionidae), che compie l'intero ciclo vitale entro la semente, l'azione del MTDD è molto limitata. Infatti mentre per gli altri insetti si riesce ad impedire una II generazione nella massa trattata, ciò non è possibile con quest'ultimo coleottero. Per tanto viene, qui, supposto che, anche la permeabilità dei semi all'MTDD giochi un ruolo fondamentale nel controllo di determinati distruttori di granaglie (Bhatanagar-Thomas, 1973).

L'Altozar (ZR 512) [etil(2E, 4E)-3,7,11-trimetil-2,4-dodecenoato] adsorbito in pastiglie gessose (cilindretti di 1×0,5 cm) o in carta da filtro (dischi del diametro di 5 cm) ha, praticamente, inibito lo sviluppo del *Trogoderma granarium* Everts come se fosse stato miscelato direttamente al substrato di sviluppo. In questo modo quindi si raggiunge lo scopo senza inquinare minimamente le masse così indirettamente trattate. In ogni modo la prova condotta aggiungendo il prodotto al pabulum nella quantità di 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 e 0,5 ppm ha indicato che già alla dose più bassa si ottiene l'inibizione del normale sviluppo di larve attive e in diapausa con la determinazione di intermedi larva/pupa. Inoltre anche la metamorfosi di pupe femminili vecchie di 0-4 ore (usate nell'esperimento) è stato impedito al 100% con la quantità più alta dell'analogo, mentre l'intensità del fenomeno è sceso al 95% con 0,4 ppm, e comunque gli adulti differenziatisi sono risultati deformati e sterili. L'effetto

inibente, poi, diminuisce col decrescere della concentrazione fino a raggiungere il 18% con 0,1 ppm, e in tutti i casi gli adulti sfarfallati sono normali in tutti i sensi. I risultati a carico delle larve non cambiano quando le stesse concentrazioni di Altozar sono immerse nel substrato non direttamente, ma impregnate in pasticche di gesso o in carta da filtro. Solo in quest'ultimo caso si è notato un prolungamento della vita larvale prima di giungere alla differenziazione degli intermedi. Per inibire completamente lo sviluppo delle pupe della suddetta età e sesso, le dosi richieste, in questa particolare formulazione, sono di 1,0 e 1,5 ppm, perchè con quantità di 0,5 ppm si ha una popolazione di intermedi e di adulti, peraltro, sterili. Quindi, al termine di questa analisi, viene suggerito che lo ZR 512 assorbito nelle concentrazioni di 1,0 e 1,5 ppm è del tutto efficiente nel controllo delle popolazioni del suddetto coleottero. Inoltre queste pastiglie e questi dischi di carta così impregnati si sono dimostrati validi anche contro il *T. castaneum* Herbst. Infine, di enorme importanza, per l'impostazione di un programma di lotta, è la constatazione che il prodotto così formulato, posto in ambiente confinato (che ripropone quelli in cui deve agire) al riparo degli agenti ambientali degradanti, è stato ritrovato attivo dopo 6 mesi (Bhatnagar-Thomas, 1976).

L'Altozar e l'Altosid sono stati sperimentati con successo come insetticidi, però in ambiente molto confinato manifestando un esclusivo effetto morfogenetico, contro questo gruppo di insetti. In particolare sono molto sensibili al primo di questi prodotti alla conc. di 5 ppm la *Plodia interpunctella* Hb., *Cadra cautella* (Walker) (Lep. Phycitidae), *T. castaneum* Herbst, *Trogoderma inclusum* LeConte, *T. variabilis* Ballion (Col. Dermestidae); mentre sono necessari 10 ppm per la *R. dominica* F. e addirittura 50 ppm per il *Tribolium confusum* Jacq. du Val (Col. Tenebrionidae) e lo *S. granarius* L.; lo *S. oryzae* L. (Col. Curculionidae), poi, non è ben controllato neppure alle dosi più alte. L'Altosid da 0,5 ppm è particolarmente efficace contro la *P. interpunctella* Hb., *Lasioderma serricorne* (F.) (Col. Anobiidae), *R. dominica* F., *Oryzaephilus mercator* (Fauvel), *O. surinamensis* L. (Col. Cucujidae) e *T. castaneum* Herbst; mentre per il *T. confusum* Jacq. du Val sono necessarie quantità di 10 ppm (Strong et Al., 1973).

L'Idroprene (ZR 512) e il Metoprene (ZR 515), entrambi come materiale tecnico (purezza 65%) disciolto in acetone e come concentrato emulsionabile diluito in acqua, sono stati, ancora, sperimentati, anche miscelati tra loro in egual peso (1:1), per la lotta contro la *R. dominica* (F.), *T. confusum* Jacq. du Val, *O. surinamensis* L., *P. interpunctella* Hb. e *S. oryzae* L. allevati e su cariossidi di grano e di granoturco. Per fare ciò la prima formulazione di entrambi i prodotti è stata impiegata in ragione di 5 e 10 ppm, mentre l'altra nella quantità di 2 e 4 ppm. Le misture dei prodotti, nei due formulati sono state date nelle quantità indicate rispettivamente per gli stessi. I risultati indicano che i concentrati emulsionabili di entrambe le sostanze e la miscela di questi riducono di oltre 99% lo sfarfallamento degli adulti della *R. dominica* (F.) nel grano. Nell'altro substrato, invece, sono relativa-

mente meno attivi, così lo ZR 512 limita il numero delle immagini nelle due concentrazioni del 92 e 94% rispettivamente; mentre il Metoprene a 4 ppm ha un effetto inibente totale, valore, invece, che scende all'87% alla dose più bassa. La mistura, poi, raggiunge risultati, rispetto alle due quantità date, del 91 e 93%. Per questa, poi, non si sono notati intermedi: larva/pupa e pupa/adulto, come è stato visto per tutti gli altri coleotteri contro cui si è agito. Inoltre non si sono avuti effetti negativi a carico degli adulti e neppure sulla vitalità delle uova deposte da individui trattati. Sul *T. confusum* Jacq. du Val gli effetti degli juvenoidi come concentrati emulsionabili, sempre nelle quantità di 2 e 4 ppm, indicano un controllo rispettivamente del 92 e 100% sul grano e del 100 e > 99% sul mais. Il Metoprene, poi, dà in pratica un controllo del 100% in entrambi i pabulum. La mistura, invece, sul frumento riduce gli sfarfallamenti relativamente alle concentrazioni dell'84% e > 99% e del 100% sul granturco. Le stesse sostanze come prodotto tecnico in acetone usate solo su grano, danno alla concentrazione di 5 e 10 ppm una inibizione, rispettivamente, del 100 e > 99% per l'Idroprene; del 100% per entrambe le concentrazioni del Metoprene e lo stesso dicasi per la mistura. Anche a carico dell'*O. surinamensis* L. i prodotti concentrati emulsionabili hanno indicato una efficacia, per lo ZR 515 e la mistura, pari al 99% e più e il 100%, mentre per lo ZR 512 i valori sono nel grano dell'89% e > 99% e del 98% e > 99% nell'altro substrato. La *P. interpunctella* Hb. poi, viene inibita, già, con 2 ppm di entrambi gli juvenoidi; così si ha un notevole numero di superlarve, che non completano lo sviluppo ed inoltre una notevole riduzione della produzione sericea e quindi del manto con cui questo lepidottero ricopre le sostanze attaccate. Infine c'è da sottolineare una efficacia molto limitata a carico dello *S. oryzae* di entrambi gli analoghi dati come prodotto tecnico in acetone. In particolare, poi, lo ZR 512 a 10 ppm riduce le popolazioni degli adulti del 35%, mentre alla stessa dose lo ZR 515 ottiene un effetto inibente del solo 13%, la mistura arriva ad un effetto del 16%. Tutto sommato, si può dire che con questa prova si è constatato che il Metoprene è particolarmente attivo contro l'*O. surinamensis* L., mentre l'Idroprene si è dimostrato il più attivo verso lo *S. oryzae* L. Per le altre specie ambedue i prodotti come pure le loro miscele nei diversi formulati hanno avuto più o meno effetti simili (McGregor et Al., 1976).

Il Metoprene e l'Idroprene (ZR 512) in formulati tecnici rispettivamente con il 95,1% e il 73,3% di p.a. hanno dimostrato ancora in un'altra prova una potenziale capacità di controllo di Coleotteri distruttori di derrate conservate. Questi prodotti aggiunti, nella quantità di 1, 5, 10 e 20 ppm ai substrati trofici naturali ed artificiali del *T. confusum* Jacq. du Val, *T. castaneum* Herbst, *O. mercator* (Fauvel), *O. surinamensis* L., *S. granarius* L. e *S. oryzae* L. hanno ottenuto risposte differenti oltre che per la quantità di prodotto somministrato, anche per la natura delle sostanze alimentari. Entrambi gli analoghi, comunque, alla concentrazione di 20 ppm sopprimono la differenziazione delle pupe di *T. castaneum* Herbst e lo stesso

fanno, anche se in minore misura, a carico del *T. confusum* Jacq. du Val. Quantitativi di 5 ppm, invece, inibiscono la ovideposizione di entrambe le specie. Il Metoprene aggiunto, in ragione di 1 ppm, al pabulum (avena schiacciata o farina di grano) dell'*O. mercator* (Fauvel) e *O. surinamensis* L. previene l'emergenza degli adulti. Lo stesso effetto sortisce l'Idroprene aggiunto in quantità di 5 ppm o più alla farina di grano. In particolare questi prodotti causano alterazioni morfogenetiche in tutte e quattro le su citate specie, e nessuno degli intermedi (pupa/adulto) e gli adulti malformati sopravvivono. Lo ZR 512, poi, addizionato al frumento in quantità pari a 10 e 20 ppm impedisce la progenitura allo *S. granarius* L. Entrambe le suddette sostanze hanno lo stesso effetto sullo *S. oryzae* L. con risultati direttamente proporzionali alle dosi somministrate, non raggiungendo, però, mai un effetto utile. Quanto è stato ottenuto non conforta tuttavia in relazione alla etologia delle specie analizzate un impiego economicamente vantaggioso per la difesa di grandi ammassi di frumento conservati in silos. Diventano, invece, convenienti quando si debba difendere, vista la mancanza di tossicità acuta per gli animali a sangue caldo, prodotti alimentari come legumi, noccioline, frutti secchi, specie, cacao ecc. Così è giustificato il loro impiego nei paesi caldi, dove le granaglie sono conservate in piccoli ammassi e gli insetti si riproducono molto rapidamente. L'efficacia però è maggiore dove non si ha pressione di rinfestazione (Loschiavo, 1976).

Un altro effetto, che può avere una certa rilevanza pratica nell'impiego dei mimetici dell'ormone giovanile nella lotta contro gli insetti dei magazzini, è la peculiarità di questi prodotti di agire più o meno, anche, come fumiganti. Quindi, poi, anche se questo per ora è stato messo in evidenza in prove di laboratorio, ritengo utile accennarne in questa sede, per l'immediata rispondenza reale che ciò ha nel combattere questi entomi. Così è stato posto in risalto, per il *trans*-3'-4'-metilenediossifenossi-6,7-epossi-3,7-dimetil-2-otene e il *trans*-3'-4'-metilenediossifenossi-6,7-epossi-3-etil-7-metil-2-nonene e in minor misura per il *trans*-3',4'-metilenediossilfenossi-6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonene, un'attività in questo senso a carico delle uova di *L. serricornis* (F.) inibendone lo sviluppo (Walker et Al., 1969). Altri prodotti come: l'etil-3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienoato, l'etil 11-cloro-3,7,11-trimetil-2-dodecenoato, lo etil-3,7-11-trimetil-2,4-dodecadienoato e il 6,7-epossigeranil-3,4-metilendiossifenile (la cui azione è più limitata, e questo o per scarsa efficienza come fumigante oppure per mancanza di stabilità chimica dei vapori) sono stati saggiati, sempre in laboratorio, contro il *T. granarium* Everts con spiccati effetti negativi sulla riproduzione, con azione a livello degli ovari e sulla metamorfosi (Metwally et Al., 1972).

Va anche ricordato l'effetto dello ZR 512 (Altozar) che, miscelato al substrato di sviluppo della *Sitotroga cerealella* Oliv. (Lep. Gelechiidae), ne ha ridotta la popolazione del 50%, un risultato questo di un certo valore pratico che è bene ricordare (Stokel, 1975).

Merita poi di essere sottolineata l'azione positiva del RO 20-3600 (6,7-

eossi-3,7-dimetil,1-1-[3,4(metilendioksi)-fenossi-2]-nonene) in formulazione pulverulenta con l'1% di p.a. nel controllo della *Anagasta kühniella* Zell. (Lep. Phycitidae). Infatti il prodotto aggiunto alla massa di grano, fino a raggiungere concentrazioni di 0,5, 3 e 5 ppm, ha indicato un controllo totale ai due dosaggi più alti, mentre per quello più basso si ottiene una inibizione di sviluppo di solo il 60% delle larve di V età introdotte nella massa già trattate. Inoltre questo analogo ha dimostrato, in assenza di fattori degradanti (come: luce, raggi UV, umidità ecc.), una persistenza di almeno 6 mesi. Questo indica la possibilità di impiego pratico di tale prodotto nella difesa dei cereali da questo insetto, di cui effettivamente può prevenire una seconda generazione nel materiale a cui è stato aggiunto (Hoppe, 1974).

Il 6,7-eossi-3-etil-1-(*p*-etilfenossi)-7-metilnonano (RO 10-3108) (miscela di isomeri *cis/trans*) (A) e il 6,7-eossi-3,7-dimetil-1-[3,4-(metilendioksi)-fenossi]-2-nonene (RO 20-3600) (B) come concentrati emulsionabili sono stati messi alla prova per constatare la persistenza e con ciò la loro capacità di difesa delle granaglie dagli insetti. Per fare questo, i prodotti nella quantità di 10 e 30 ppm sono stati distribuiti in 50 kg di grano messi in sacchetti ed indi posti in silos. In seguito, con campioni prelevati a distanza di un mese l'uno dall'altro, sono state fatte delle bioprove mediante larve di *E. kühniella* Zell., *P. interpunctella* Hb. e giovani adulti di *R. dominica* F., *T. castaneum* Herbst (compresa anche una popolazione di forme resistenti CTC12) e *S. granarius* L. In particolare l'efficacia di questi analoghi è ancora completa dopo 8 mesi dal trattamento; infatti il prodotto (A) inibisce al 100% lo sviluppo di tutti i suddetti entomi, ad eccezione dell'ultimo, contro cui non ha praticamente alcun effetto. Lo stesso dicasi per il composto (B), anche se a carico della *R. dominica* F. i risultati sono di poco inferiori rispetto alla sostanza precedente (96% alla dose più alta e 95% a quella più bassa). Inoltre, anche l'analisi gascromatografica, fatta sempre dopo 8 mesi su campioni di grano trattati con 30 ppm del mimetico (A), ha indicato una concentrazione di principio attivo di 22 ppm, il che mostra un calo di solo il 27% dalla concentrazione iniziale. Infine è stato constatato collateralmente che questi trattamenti non hanno alcun effetto negativo sulla struttura fisica della farina e dei suoi derivati. Inoltre l'inibizione di sviluppo esercitata sulle larve di *E. kühniella* Zell. non ha avuto, invece, alcuna costrizione su quella dei suoi parassiti (Hoppe et Al., 1975).

Il RO 10-3108 e il RO 20-3600 [6,7-eossi-3,7-dimetil-1-[3,4(metilendioksi)-fenossi]-2-nonene] oggetto di una ulteriore sperimentazione a carico della *E. kühniella* Zell., *P. interpunctella* Hb. e *T. castaneum* Herbst sono stati aggiunti al substrato di sviluppo nella stessa quantità dell'esperienza precedente (10-30 ppm) con il risultato di impedire completamente la differenziazione delle immagini. Inoltre, poi, gli stessi prodotti provati contro gli adulti di *R. dominica* F. e *S. granarius* L. ottengono risultati diversi sulla quantità della loro progenie. Infatti a carico del primo di questi coleotteri il RO 10-3108 esercita un'azione totale, mentre il RO 20-3600 agisce in maniera più ridotta,

anche se di poco. Per lo *S. granarius* L. rimane sempre il problema, data la sua biologia, del raggiungimento da parte del prodotto dell'insetto stesso. Così con il RO 20-3600 non si ottiene praticamente alcun risultato, ma anche il RO 10-3108 non fa molto di più riuscendo ad ottenere, a 10 ppm, una riduzione di appena il 30%. Queste due sostanze comunque non sembrano influire in alcun modo sulla peculiarità dei prodotti alimentari ottenuti dal grano trattato (Hoppe, 1976).

Il 6,7-epossi-3,7-dimetil-1-[3,4-(metilendiossi)-fenossi]-2-nonene (RO 20-3600) (mistura di 4 isomeri, composto di Bowers) si è dimostrato particolarmente efficace nelle quantità da 1 a 25 ppm contro la *P. interpunctella* Hb. e il *T. castaneum* Herbst (Bagley et Al., 1972).

Infine la diffusione nella granelle degli analoghi dell'ormone giovanile, rapidità con cui questa avviene e la loro persistenza, sono tutti dati di somma importanza pratica, e quindi merita di essere ricordato quanto è stato constatato in tal senso per JH-1 (Metil, *trans, trans, cis*-10-epossi-7-etil-3,11-dimetil-2,6-tridecadienoato), per il Bowers 2b (3,7-dimetil-1,1-(4,5-metilene-diossifenil)-6,7-epossi-2-nonene) e l'Altosid utilizzando prodotti marcati. Così si è visto che questi si diffondono rapidamente nella cariosside, tanto che nel giro di 2 gg. invadono, anche se in maniera diversa, tutti gli strati del seme trattato. La persistenza, poi, si è dimostrata, a parità di condizioni ambientali, maggiore in grani « vecchi » (12% di umidità) che non in quelli raccolti da poco (19% di umidità). Un altro dato veramente importante, emerso da questa prova, è che la mancanza di azione delle applicazioni fatte con l'Altosid contro lo *S. granarius* L. non è la conseguenza, come viene suggerito, da altri, del mancato raggiungimento da parte del prodotto degli strati interessati dal curculionide, ma dal metabolismo dello stesso che degrada rapidamente l'analogo ingerito, rendendolo inefficiente. Nell'*Oncopeltus fasciatus* (D.) (Rhyngota, Lygaeidae), in contrapposizione, col suo biochimismo altera l'Altosid, traendone una sostanza ancora più attiva, attuando in tal modo un suicidio biologico (Rowlands, 1976); fatti, questi, che devono essere considerati attentamente nell'impostare una lotta contro gli Esapodi con tali prodotti.

Insetti dannosi alle coltivazioni.

Questi Entomi costituiscono il più importante gruppo di Artropodi dannosi che interessano gli operatori agricoli, su cui si sta facendo una sperimentazione in campo e in serra per distinguere, fra i diversi prodotti ad attività ormosimile alla neotenina, quali potrebbero diventare: per capacità insetticida, per persistenza e per mancanza di fitotossicità dei pesticidi a tutto campo. Ancor oggi, però, le prove si limitano, il più delle volte, a saggiare le sostanze in ambienti esterni molto limitati, per cui non si sa fino a che punto questi risultati si possono estrapolare per impostare programmi pratici di lotta, cosa invece, credo, si possa fare per i due precedenti gruppi di insetti, per i quali la situazione operativa rimane sempre grosso modo la stessa, sia in condizioni sperimentali che in pratica. Quindi anche se al

momento, per quanto riguarda l'impiego di queste sostanze nei campi, si è ancora in una fase molto preliminare, rimane sempre, però, importante fino da ora vedere quali sostanze contro determinati Entomi si sono dimostrate più o meno valide.

Una sperimentazione per un programma di lotta autocida è stato messo in atto, utilizzando prodotti analoghi dell'ormone giovanile (l'estere metilico ed etilico dell'acido *trans* diidro-dicloro-farnesenico), a carico del *Dysdercus cardinalis* Gerst. *D. nigrofasciatus* Stal, *D. supersticiosus* F. e *D. fasciatus* Sig. (Rynchota Pyrrhocoridae), particolarmente dannosi al cotone. I prodotti somministrati topicamente nella quantità di 100 µg/maschio hanno dato una totale sterilità, che assume effetti permanenti con dosi di 125 µg; l'ultimo di questi rincoti si è dimostrato, invero, particolarmente sensibile. A proposito dei dosaggi, poi, è stato anche constatato che eccedere nelle quantità propinate si ottengono effetti non desiderati, come una diminuita vitalità e longevità che limita così l'azione degli individui trattati. Inoltre è stata accertata ed analizzata la diffusione, attraverso la copula, dei prodotti somministrati e con ciò la sterilizzazione di individui non trattati direttamente; comunque questa induzione di infertilità non fu permanentemente effettiva al 100%. Infine una prova limitata condotta in campo con colonie di *D. cardinalis* Gerst., confinate però in gabbie, ha indicato, con un rapporto 1 a 1 tra maschi normali e sterili, un declino della popolazione del 60%. Naturalmente la possibilità pratica di applicare questo tipo di lotta è condizionata da molti elementi ecologici che, nelle località del Kenia dove sono state condotte queste prove, sembrano alquanto favorevoli (Rens, 1975).

L'1-cloro-4-[(3,7-dimetil-6,7-epossi-2-ottene)ossi]-benzene e l'1-cloro-4-[(3,7-dimetil-7-etossi-2-ottene)ossi]-benzene sono stati saggiati in campo contro le forme giovanili dell'*Eurygaster integriceps* Put. (Rhynchota, Scutelleridae) con risultati, però, molto limitati rispetto a quanto avevano dimostrato in laboratorio; ciò è dovuto ad una loro rapida dissolvenza nell'ambiente, come confermano i dati di controllo di efficacia rilevati a 3, 7 e 14 gg. Infatti il primo di questi analoghi alla dose massima di 5.000 gr/ha dimostrato rispettivamente risultati del 92%, 54% e 39% che indicano un rapido decadimento del prodotto. Il fenomeno è ancora più marcato per l'altra sostanza che, distribuita in quantità doppia della precedente, ha indicato un'efficienza del 64%, 20% e 0% (Kontev et Al. 1973). Il secondo di questi prodotti è stato utilizzato in una successiva sperimentazione per impostare una lotta contro il medesimo rincoto, attraverso l'interruzione della diapausa dell'adulto (naturalmente nel momento meno adatto per il proseguimento del suo ciclo ontologico). I risultati di questa indagine sono stati ancora più deludenti dei precedenti, perchè sugli adulti in ambiente naturale non è stato ottenuto alcun effetto, a differenza di quanto si era constatato in laboratorio (Kontev et Al., 1974a). Un'ulteriore prova di lotta, sempre in campo, contro il suddetto eterottero è stata condotta con diversi analoghi, ma il 6,7-epossigeranil-p-fenilettere, si è dimostrato, relativamente, il più efficace. Infatti con distribuzioni di 5 kg/ha di questo prodotto si è potuto constatare la pos-

sibilità di prevenire nella quantità del 92% la differenziazione di adulti normali, una volta, però, che si colpiscono gli stadi sensibili, cioè la fine della IV e l'inizio della V età. Comunque, come le sostanze saggiate in precedenti sperimentazioni, anche questa degenera rapidamente sì che si può sopprimere, naturalmente, un limitato numero di individui. Infatti, viene indicato che per effettivi risultati si dovrebbe, almeno, avere 7 gg. di persistenza attiva (Kontev et Al., 1974b).

Il Metil 10,11-eossi-7-etil-3,11-dimetil-3,6,10-tridecadienoato e il 4-[(6,7-eossi-3-etil-7-metil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilenedioxi) benzene sono i due prodotti, di una serie di analoghi dell'ormone giovanile, che hanno dimostrato in campo di impedire, con trattamenti alla conc. di 0,1 e 1% rispettivamente, la metamorfosi e la diapausa femminile della *Draeculacephala crassicornis* Van Duzee (Rynchota, Cicadellidae). La dichiarata capacità di limitare le popolazioni del suddetto omottero, indica queste sostanze come possibili futuri insetticidi, la cui applicazione, però, può venire in certo qual modo inficiata dalla loro fitotossicità, particolarmente evidente a carico delle pianticelle di orzo (Ressig et Al., 1974).

Lo ZR 512 e lo ZR 515 sperimentati in campo contro la *Psylla piricola* Förster (Rynchota, Psyllidae), in ragione di 4 lb/gal non hanno dato una riduzione del numero degli adulti contro cui si è agito, ma per contro, però, si è constatata una diminuzione della schiudibilità delle uova: tant'è vero che il rapporto fra queste e le neanidi è abbastanza più elevato nelle zone trattate che in quelle di controllo. Questo fenomeno si è verificato, invero, con particolare efficacia nelle aree in cui si è distribuito lo ZR 515 (Westigard, 1974).

Il CGA 34301 [Etil 5-(4'-fenossi)-fenil-penta-2-enoato] formulato come concentrato emulsionabile al 40% p.a. contro la *Psylla piri* L. (Rynchota, Psyllidae) ha dimostrato, determinando delle alterazioni ontogenetiche, una evidente capacità di limitare lo sviluppo e quindi le popolazioni di questo insetto, tanto da poter essere considerato, visto, anche, che non ha effetti negativi sui predatori, come un prodotto inseribile in programmi di controllo integrato (Scheurer et Al., 1975b).

L'R 20458 [1-(4'-etilfenossi)-6,7-eossi-3,7-dimetil-2-ottene] ha dato promettenti indicazioni per il controllo in serra del *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Rynchota, Aleurodidae), dove causa seri danni alle coltivazioni di cetrioli e pomodori. Infatti le prove condotte con distribuzioni del prodotto in emulsioni allo 0,1% hanno rilevato che questo ha contemporaneamente capacità repellenti (specialmente quando i trattamenti sono ripetuti a brevi intervalli di tempo), ovicide (in foglie di piante di pomodoro, con uova al massimo di 24 ore, immerse in una soluzione allo 0,05% in acetone ha ridotto il numero delle uova schiuse al 5,6%, mentre con quantità di prodotto pari allo 0,01% o inferiori non si sono avuti risultati), neanicide (però visto che le giovani neanidi vengono uccise dai mimetici dell'ormone giovanile si può suggerire che questo è l'effetto del trattamento fatto alle uova) ed azioni negative sullo stadio immediatamente precedente all'adulto. In particolare,

i migliori risultati sono stati ottenuti sia con 8 trattamenti ripetuti ogni 8 gg., come pure con 4 distribuzioni fatte a distanza di 14 gg., mentre, con sole due irrorazioni a distanza di 21 gg. l'una dall'altra, gli effetti sono stati di minore entità se non del tutto trascurabili (come la repellenza) (Van de Veire, 1973; Van de Veire et Al., 1974a).

L'(E)-6,7-epossi-1-(4'-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene (Stauffer R 20458) e l'etil 3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienoato (Altozar), applicati in quantità sperimentali rispettivamente di 8 oz/100 gal di acqua e 4,8 o 16 oz/100 gal di acqua a peschi di un anno infestati artificialmente con colonie di *Myzus persicae* Sulz. (Rynchota, Aphididae), impediscono efficacemente la differenziazione delle forme alate e procrastinano l'epoca della migrazione rispetto a quanto succede nelle popolazioni non trattate. Infatti con il primo composto, dimostratosi il meno efficiente, si è avuto un ritardo dell'abbandono dell'ospite primario di 9 gg. ed una riduzione nella popolazione delle forme alate, dopo 41 gg. dal trattamento, del 48%. Col secondo di questi juvenoidi, molto più attivo, la migrazione è cominciata con un ritardo, relativamente alle dosi somministrate, di 11, 13 e 15 gg. e il numero degli adulti, che si contano dopo lo stesso intervallo di tempo, è diminuito rispettivamente del 61, 63 e 75%. Naturalmente a questi effetti, per completare il quadro, si aggiungono la differenziazione di alati deformati e la mancata prolificità degli adulti. Tutto ciò quindi riduce e posticipa, con enormi vantaggi, l'invasione degli ospiti secondari, costituiti in genere da colture di particolare importanza pratica, ed inoltre forzando la permanenza dell'afide in questione sull'ospite primario lo si rende maggiormente soggetto all'azione dei suoi nemici naturali numerosi sui peschi durante la primavera (Tamaki, 1973).

Lo ZR 512 4E (Altozar) [Etil(2E, 4E)-3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienoato, prodotto al 53% di p.a.], lo ZR 619 5E [Etil(2E, 4E)-11-metossi-3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienetiolato, prodotto al 63,7% di p.a.] e lo ZR 777 5E [Prop-2-inil(2E, 4E)-3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienoato, prodotto al 65,3% di p.a.] con dosi dello 0,1%, in un pescheto (questo però si è limitato per ogni juvenoide al trattamento di 5 rami protetti con un manicotto di mussolina per pesco) contro le popolazioni di *M. persicae* Sulz., hanno chiaramente evidenziato un effetto negativo sullo sviluppo delle popolazioni di questo afide che si identifica con una certa mortalità, con una diminuzione nella differenziazione delle forme alate ed infine con la comparsa di individui anormali che generalmente, poi, non riescono a riprodursi. Questi fenomeni sono stati particolarmente evidenziati dove si opera con lo ZR 777 5E, che si è rilevato così il più attivo, ed anche il più regolare nel suo modo di agire (Leclant et Al., 1976). In precedenza lo stesso Autore (Leclant, 1973) aveva indicato per i medesimi prodotti risultati del tutto simili a carico sempre del *M. persicae* Sulz. e anche del *M. varians* Davids (Rynchota, Aphididae).

Lo ZR 777 è stato anche provato in serra contro popolazioni miste di *Aphis fabae* Scop. (Rynchota, Aphididae) su fava, con risultati soddisfacenti. Infatti distribuito nelle proporzioni dello 0,10% e dello 0,15% ha dato una

mortalità rispettivamente del 66% e del 98%; inoltre la proporzione di crescita delle popolazioni trattate è notevolmente ritardata rispetto a quelle del testimone. Quindi si tratta di un prodotto che agisce come « veleno » e come inibitore di crescita delle popolazioni (Thanassouloupoulos, 1974).

Ancora lo ZR 777 5E e l'Altozar 4E sono stati saggiati all'aperto contro lo *Hyalopterus arundinis* F., l'*Aphis laburni* Kalt., l'*A. maidis* Fitch e l'*A. gossypii* G. (Rynchota, Aphididae). In particolare i risultati di questi trattamenti si riferiscono agli aspetti negativi sullo sviluppo delle popolazioni di questi afidi posti su piante di carciofo, fagiolone e albicocco preventivamente trattate con 3000 ppm di questi prodotti. Gli effetti di entrambe queste sostanze nel ridurre la popolazione di questi rincoti, sono decisamente positivi per quanto riguarda le prime tre specie in questione, mentre sull'ultima l'azione dell'Altozar è stata alquanto blanda facendo calare di solo il 42% il numero degli individui, mentre lo ZR 777, più efficacemente, ha ridotto questi ultimi del 75,9%. Questo prodotto, e ciò merita di essere sottolineato, si è dimostrato in ogni caso il più efficace. Inoltre, sempre a carico di questi omotteri, è stato constatato in laboratorio, che, oltre ad una correlazione tra dose e mortalità ce n'è anche una tra la quantità di prodotto e il tempo di mortalità, fatto di fondamentale importanza per l'efficienza di impiego di queste sostanze (Ahmed et Al., 1975).

Lo ZR 777, l'Altosid (ZR 515), il 734-II(J002) (3,7-dimetil-7-epossi-2-ottenol-*p*-etilfenilettere), una sostanza intermedia del 734-II, il 734 III(J003) (7-metossi-3,7-dimetil-2-ottenol-*p*-etilfenilettere), il 738(JH25) (7-etossi-1(*p*-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene) sono stati saggiati in campo contro un certo numero di afidi. Il primo di questi analoghi, distribuito nella quantità di 0,1 o 0,13%, ha manifestato la capacità di controllare le popolazioni di *Macrosiphum granarium* Kirby, *A. laburni* Kalt., *A. citricidus* Kirk., *A. gossypii* G. (Rynchota, Aphididae). Il 738, sempre in campo, alla concentrazione dello 0,1% ha indicato attività insetticide contro le prime tre specie dei rincoti già citati, mentre verso l'*M. persicae* Sulz. l'effetto è molto ridotto. Lo ZR 515 allo 0,03% è attivo contro l'*A. gossypii* G. e allo 0,13% lo è per l'*A. citricidus* Kirk. Il prodotto intermedio del 734 II riesce a controllare efficacemente, in campo, l'*A. gossypii* G. (Anonimi, 1976).

Il RO 10-4772, il RO 10-3108, lo ZR 512, lo ZR 619, lo ZR 777 e il CGA 13353 (Estere etilico dell'acido 4-(4'-benzilfenossi)-3-metil-2-butenico), sono stati analizzati in campo per la difesa dei piselli dall'*Acyrtosiphon pisum* Harris (Rynchota, Aphididae), del luppolo dal *Phorodon humuli* Schrk. (Rynchota Aphididae) e della barbabietola dal *M. persicae* Sulz. e dall'*A. fabae* Scop. (Rynchota, Aphididae), però per quest'ultima prova non si hanno dati sufficientemente probanti per poter trarre una qualche indicazione. Inoltre prima di sottolineare i vari risultati ottenuti, in tre anni di sperimentazione, vorrei specificare che come norma generale, i trattamenti sono sempre stati intervallati di una settimana. Così contro l'Afide del pisello ha dimostrato una particolare efficienza il RO 10-3108 con concentrazioni dello

0,02% ripetute 4 volte, a partire dal momento in cui si notano i primi afidi sulla pianta. Per gli altri prodotti, poi, si sono ottenuti risultati incoraggianti con 4 applicazioni del RO 10-4772 allo 0,4%, dello ZR 619 allo 0,15%, dello ZR 777 allo 0,2% e del CGA 13353 allo 0,1%. L'Afide del luppolo, poi, ha dimostrato una evidente sensibilità alle irrorazioni di RO 10-4772 allo 0,4% ripetute 4 volte. Per ottenere risultati con lo ZR 512 si sono dimostrati necessari 8 trattamenti allo 0,4%. Con lo ZR 777 allo 0,15% sono sufficienti 4 applicazioni per avere un discreto esito, con le stesse distribuzioni si ottengono buoni effetti con il CGA 13353 allo 0,2% e il RO 10-3108 allo 0,1%. Inoltre anche un altro prodotto, il San 227 allo 0,4% con le medesime distribuzioni, ha dato indicazioni relativamente confortanti; mentre lo ZR 619 allo 0,15% sempre replicato 4 volte non è stato particolarmente efficace. Infine è stato anche sottolineato che con tali prodotti si possono prevenire con successo le infestazioni di afidi, ma non reprimerle con altrettanta riuscita (Meier et Al., 1975).

Il RO 10-3108 dato allo 0,1% in emulsione contro popolazioni naturali di *Dysaphis plantaginea* Pass. (Rynchota, Aphididae) contiene notevolmente lo sviluppo di queste ultime. Infatti sui meli trattati si sono contate solo 185 branche infestate contro le 942 rilevate sulle piante lasciate per controllo (Hangartner et Al., 1976).

L'Epofenonane (RO 10-3108, miscela di isomeri *cis/trans*) in emulsione acquosa è stato saggiato in campo, nella quantità di 0,025 e 0,1%, per il controllo dello *Pseudococcus citri* Risso (Rynchota, Pseudococcidae) sulla vite e su di un ospite alternativo costituito da piante di more bianche. Sul primo di questi ospiti, con entrambe le concentrazioni, si sono ottenuti risultati del tutto simili ed interessanti. Infatti col I dei due trattamenti si mantiene la popolazione sotto i livelli di dannosità economica fino a metà estate, quando è il momento di fare il II di questi. Sull'ospite alternativo i due trattamenti fatti, alla concentrazione dello 0,1%, nel mese di giugno e agosto, ottengono un ottimo esito, riuscendo a controllare rispettivamente, il 99,5 e il 100% della popolazione contro cui si è operato. In seguito a ciò ma soprattutto per le constatazioni, peraltro già fatte per altri coccidi, sulla sua efficacia contro le neanidi, maschi e femmine e per la sua notevole persistenza, viene suggerito che risultati migliori si ottengono intervenendo contro le neanidi (Vogel et Al., 1976).

Lo ZR 777, lo ZR 619, l'Idroprene (ZR 512) e il RO 20-3600 (6,7-epossi-3-metil-7-etil-1-[3,4-(metilenediossi)-fenossi]-2-*cis/trans* ottene), a carico dello *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti) (Rynchota, Pseudococcidae) *Phe-nacoccus solani* Ferris (Rynchota, Pseudococcidae) e *Saissetia coffeae* (Walker) (Rynchota, Coccidae), un gruppo di coccidi notevolmente dannosi alle foglie di piante ornamentali tropicali. La popolazione di *P. longispinus* (Targioni-Tozzetti) su *Ardisia creanata* Sims è stata significativamente ridotta già dopo 12 giorni dall'inizio delle applicazioni di questi prodotti distribuiti in ragione di 1000 ppm con trattamenti distanziati di 7 gg. ripetuti 3 volte.

In particolare l'effetto del RO 20-3600 è stato più evidente solo dopo tutte e tre le irrorazioni. Contro il *P. solani* Ferris su *Gynura sarmentosa* D.C. sono sempre state applicate le stesse quattro sostanze alla medesima concentrazione per 4 volte alla distanza di 7 gg. l'una dall'altra. I risultati hanno indicato che lo ZR 777 è di gran lunga il più efficace per una evidente riduzione dell'omottero già a 5 gg. dall'inizio dei trattamenti con una effettiva eliminazione del 93% di questo coccide a un mese di distanza dall'ultimo trattamento. Lo ZR 619 e il RO 20-2600 hanno una certa efficienza solo dopo ripetuti trattamenti. La *S. coffeae* (Walker) su *Aphelandra squarrosa* Nees viene aggredita, invece, con 2500 ppm di ognuno dei suddetti analoghi, dati per 4 volte ad intervalli di 1 mese. L'effetto negativo su questo rincoto è evidente con una efficace riduzione del numero delle femmine. In questa azione non ci sono significative differenze tra i 4 prodotti, però c'è da segnalare una certa fitotossicità del RO 20-3600 che causa l'essiccamento del margine delle giovani foglioline (Hamlen, 1975).

Il CGA 343000 (metil-5(4-fenossi)-fenil-penta-2-enoato) e il CGA 34301 (Etil-5(4'-fenossi)-fenil-penta-2-enoato) in formulato al 40% di concentrato emulsionabile sono stati sperimentati in serra per limitare le popolazioni di *Aspidiotus nerii* (Bouchè) (Rynchota, Diaspidinae) (su oleandro) e il *Parthenolecanium corni* (Bouchè) (Rynchota, Coccidae) (su melo). Il CGA 34301 impiegato allo 0,05% p.a. contro stadi preimmaginali dell'*A. nerii* (Bouchè) ha ridotto notevolmente il numero delle forme giovanili che diventano adulte (nei maschi si hanno falcidie del 90% che nelle femmine raggiungono il 95%). I due prodotti confrontati, poi, alle dosi dello 0,025 e 0,05% p.a. su femmine di *P. corni* (Bouchè) hanno dimostrato entrambi di agire concretamente nel bloccare la crescita delle forme giovanili; comunque, c'è da sottolineare che l'effetto del CGA 34301 è relativamente molto più evidente raggiungendo valori del 97,5% allo 0,005% p.a. Oltre a ciò è stato evidenziato anche un effetto negativo sulla fecondità (Scheurer et Al., 1974).

L'etil *trans*-7,11-dicloro-3,7,11-trimetil-2-dodecenoato (isomero *trans* composto di Romanuk) in emulsione acquosa a 100 ppm ha dimostrato una discreta attività contro il *Coccus hesperidum* L. (Rynchota, Coccidae); infatti molti di questi coccidi, così trattati, rimangono piccoli e muoiono senza riprodursi. Questo dato è abbastanza interessante anche se ancora non è stato confermato da prove di campo (Bagley et Al., 1972).

Il RO 10-3108 allo 0,1% in emulsione è stato sperimentato in ambiente naturale contro le neanidi ibernanti di *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. (Rynchota, Diaspidinae) con effetti confortanti, in quanto le popolazioni vengono stabilizzate al di sotto del livello di dannosità. Contro l'*Unaspis citri* Comst. (Rynchota, Diaspidinae) sempre in condizioni naturali, l'effetto è anche questa volta di tutto rispetto in quanto dopo 36 settimane, il numero dei nuovi individui presenti per ogni pianta è di sole 122 unità contro i più di 1000 in quelle di controllo. In particolare, poi, merita di essere riferito, anche se si tratta di prove fatte in laboratorio, che questo prodotto interferisce sulla

muta delle neanidi, sulla metamorfosi dei maschi e sulla fertilità delle femmine (Hangartner et Al., 1976).

Il 6,7-epossi-3,7-dimetil-1-[3,4-(metilenediossi)-fenossi]-2-nonene (RO 20-3600) (mistura di 4 isomeri, composto di Bowers) riduce, in modo evidente, la sopravvivenza della *Manduca sexta* (Joh.) (Lep. Sphingidae), in prove condotte in ambiente naturale. L'azione di questa sostanza si esplica in fenomeni di mancata melanizzazione e in un allungamento della vita larvale, con mute soprannumerarie. Tutto ciò si conclude per una mancanza di incrisalidamento, oppure con determinazione di pupe deformate, da cui naturalmente non si differenziano adulti. C'è da sottolineare, però, che questo composto non ha alcun effetto negativo sulla vitalità dell'uovo (Bagley et Al., 1972).

L'Altozar (ZR 512, Idroprene) in emulsione acquosa allo 0,1 e allo 0,01% è stato usato in campo per il controllo della *Coleophora laricella* (Hbn.) (Lep. Coleophoridae) su *Larix decidua* Mill. Alla I concentrazione, che equivale alla distribuzione di 273 gr/ha di p.a., si sono ottenuti, con trattamenti rivolti contro la IV ed ultima età larvale (che costituisce in modo omogeneo la popolazione del fitofago contro cui si agisce, con enormi vantaggi per lo sviluppo dell'azione insetticida di questo come, quindi, di altri juvenoidi), notevoli risultati. In ambiente naturale la mortalità è tra il 92-96%, mentre in individui trattati in campo e poi messi in laboratorio questa oscilla fra l'87 e il 98%. Con la II concentrazione in programma, che equivale naturalmente a 27,3 gr/ha, gli effetti sono notevolmente ridotti con valori aggirantisi rispettivamente tra il 34-35% e 40-60%. Comunque con le prime applicazioni si è riuscito ad ottenere una riduzione della popolazione al di sotto del 5% in un solo anno seguita, poi, da una ulteriore riduzione nell'anno successivo. In ogni modo però non è possibile, come con i comuni insetticidi, prevenire il danno nell'anno in cui si opera, anzi c'è di più, che le larve trattate, per l'involutione che subiscono, continuano come tali a mangiare per altri 5-15 gg., aumentando così il numero di foglie distrutte. La cosa, importante, che invece si riesce ad ottenere è la diminuzione della densità della popolazione in modo tale che nella successiva generazione questa non raggiunge il punto critico dannoso (Skuhavy, 1973). Altri due prodotti sono stati, successivamente, saggianti come insetticidi contro il suddetto lepidottero, questi sono: l'etil 3,7-dimetil-9-cicloesil-2,4-nonadienoato (I), il metil 3,7-dimetil-9-(2-tetraidrofenil)-2,4-nonadienoato (II). Il I, dato in ragione di 0,5 kg/ha, ha procurato una mortalità compresa tra l'86% e il 94%, mentre l'altro composto distribuito nella quantità di 0,44 kg/ha ha sortito solo un effetto mortifero compreso entro il 47-66%. Da ciò è chiaro che solo lo juvenoide (I) è in grado di fornire, come del resto lo ZR 512, un'azione fitoiatrica evidente (Skuhavy, 1976).

Un'altra analisi delle capacità insetticide dell'Altozar (ZR 512) è stata fatta a carico della *Tortrix viridana* L. (Lep. Tortricidae) (su quercia), sperimentando, addirittura, il prodotto in parcelle di un ettaro. L'Idroprene,

distribuito sempre in emulsione acquosa nella quantità di 500 gr/ha, ha raggiunto contro la generazione trattata un'efficacia che si aggira tra il 63 e il 66%. L'effetto più evidente, però, come si è già detto in precedenza, si ha nella successiva generazione, dove si constata una riduzione del 63% nel numero delle uova, che si traduce in una diminuzione della popolazione larvale pari al 67%. Tutto ciò sortisce in una notevole diminuzione nella distruzione della superficie fogliare che è solo del 16% nelle zone trattate, mentre questa sale al 68% nelle parcelle di controllo. Inoltre c'è da sottolineare che non sembra ci siano effetti negativi a carico dei parassiti (Skuhavy et Al., 1975).

L'etil 11-cloro-3,7,11-trimetildodec-2-enoato (prodotto con circa l'80% di isomero 2 *trans*) in emulsione acquosa allo 0,5% è stato analizzato in campo contro il suddetto tortricide. I risultati di questa indagine indicano un controllo del 92% della popolazione larvale contro cui si è operato, come pure una inibizione dello sviluppo delle crisalidi. Inoltre è stato constatato, anche se con rilevamenti non troppo precisi, che la progenie degli adulti differenziatisi è ridotta del 50%. Infine è importante evidenziare che a carico della parassitizzazione non si sono avuti fenomeni repressivi (Novak et Al., 1973a).

Ancora l'etil 11-cloro-3,7,11-trimetil-2-dodecenoato (70% di isomero 2 *trans*) e l'etil-3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienoate (70% di isomero 2 *trans*, 4 *trans*) sono stati impiegati, sperimentalmente, come insetticidi contro l'*Hyponomeuta malinellus* Zell. (Lep. Lymantriidae) e l'*Euproctis chrysorrhoea* L. (Lep. Lymantriidae). Queste sostanze, in emulsione acquosa, superano efficacemente l'involucro sericeo dei nidi della Iponomeuta; ma al contempo è stata evidenziata una scarsa persistenza nell'ambiente e gli effetti negativi dovuti al prolungamento della vita larvale. Infine però è stato visto che non ci sono azioni inibenti a carico dei parassiti. In particolare poi il I di questi prodotti allo 0,4% impedisce al 100% la differenziazione degli adulti di *Hy. malinellus* Zell. e che allo 0,5% fa lo stesso a carico della *E. chrysorrhoea* L. Sempre contro questo limantride la medesima sostanza è stata provata alla concentrazione dello 0,01% e il controllo è diminuito al 78%, mentre il II di questi analoghi allo 0,001% ha dato un risultato pari al 98%. Dopo di ciò è stato puntualizzato che contro quest'ultimo Lepidottero basta usare lo 0,1% del I o lo 0,001% del II prodotto; mentre si ipotizza che contro l'*Hy. malinellus* Zell. è probabilmente sufficiente intervenire con solo lo 0,1%, sempre, del prodotto iniziale (Novak et Al., 1973b).

L'etil-10-(2-tetraidrofuran)-3,7-dimetil-2,4-dodecadienoato e l'etil-3,7-dimetil-10-cicloesil-2,4-dodecadienoato sono stati sperimentati, simulando condizioni ambientali, contro due lepidotteri dannosi alle essenze forestali e cioè la *Lymantria dispar* L. e la *Lymantria monacha* L. (Lep. Lymantriidae). Questa analisi fatta infestando artificialmente branche di quercia protette con gabbie di nylon, con gruppi di 100 larve ha indicato che quantità del prodotto pari a 0,5 kg/ha sono sufficienti ad impedire lo sfarfallamento degli adulti. È opinione degli AA. che tale dose è idonea per ottenere risultati positivi anche in prove condotte in ambiente naturale, dove, però, è necessario

che i prodotti, dati al momento giusto, persistano attivamente nell'ambiente per almeno 2-4 settimane, e ciò, evidentemente, pone dei grossi limiti alla applicazione pratica, nella quale poi c'è da tenere conto che le larve giovani sono insensibili a tali sostanze. A seguito di queste prove, viene suggerito, che dienoati con anello cicloesamico potrebbero essere impiegati con cognizioni di causa, alla quantità di 0,1-0,5 kg/ha in prove da condursi in aperta foresta (Sehnal et Al., 1976).

L'etil-11-cloro-3,7,11-trimetil-2-dodecenoato è stato sperimentato, anche, per combattere l'*Hyphantria cunea* Drury (Lep. Arctiidae). Contro questo fitofago il prodotto, sempre in soluzione acquosa, è stato saggiato alla concentrazione dello 0,5, 0,05, 0,005 e 0,0005% contro popolazioni costituite da larve dell'ultima età. I risultati hanno indicato un controllo (inteso come determinazione di superlarve e di alterazioni morfologiche) dell'80% alla dose più alta; del 60% alla quantità immediatamente più bassa; mentre alla dose inferiore questo si aggira tra il 30 e il 40%. Certamente la differenziazione di superlarve deprime l'efficacia immediata del prodotto (come del resto di tutti gli analoghi dell'ormone giovanile) che si traduce invece in un beneficio futuro, anche tenendo conto della mancanza di effetti negativi sui parassiti, che hanno così la possibilità di incrementare le loro popolazioni (Varjas et Al., 1973).

Il RO 10-3108, il RO 10-9168 (6,7-epossi-1-(*p*-etilfenossi)-3,7,9-trimetildecano, miscela di diastereomeri) e il RO 10-6976 (6,7-epossi-1-(*p*-etilfenossi)-3,7-dimetilnonano, miscela di diastereomeri) in formulazione concentrata emulsionabile, sono stati provati in campo, nella diluizione dello 0,1% in acqua, per il controllo della *Adoxophyes orana* (Fischer von Röslerstamm) (Lep. Tortricidae). L'analisi condotta in due meleti di diversa età ha sottolineato che solo i primi due composti sono attivi ed in particolare che l'azione di questi può essere in un certo qual senso influenzata, e questo vale in particolare per il RO 10-3108, dalle condizioni operative. Infatti nel frutteto costituito da piante abbastanza vecchie l'attività inibitrice dei due analoghi ha interessato, rispettivamente, il 68 e il 92% degli individui contro cui si è agito. Invece in quello con meli di 9 anni, e quindi più frondosi, entrambe le sostanze in questione hanno coinvolto l'intera popolazione (100%) di *A. orana* (Fischer von Röslerstamm) trattata. C'è da dire infine che questi due composti, così attivi, hanno dimostrato in via sperimentale una lunga persistenza nell'ambiente, valutata superiore ai 3 mesi, che è senz'altro una delle caratteristiche più preminenti e qualificanti per il loro futuro di « insetticida » (Schooneveld et Al., 1976).

Il RO 10-3108 allo 0,1% in emulsione ha confermato in un'altra prova la capacità di controllo totale della popolazione di *A. orana* (Fischer von Röslerstamm). Infatti è stata constatata la soppressione al 100% della differenziazione degli adulti dalle larve di una popolazione naturale trattata 16 gg. dopo il momento cruciale dell'applicazione degli insetticidi tradizionali. Lo stesso effetto, poi, è stato constatato anche su larve di V ed ultima età con cui si erano infestate artificialmente piante già trattate da 10 gg.

Lo stesso prodotto, poi, utilizzato sempre allo 0,1% in emulsione contro popolazioni naturali di *Lobesia botrana* Schiff (Lep. Tortricidae) e *Zeiraphera diniana* Guén. (Lep. Tortricidae) raggiunge gli stessi risultati (Hangartner et Al., 1976).

Tre analoghi dell'ormone giovanile derivati dall'acido arilossi-butenoico e aril-pentenoico e cioè: il CGA 13353, il CGA 34301 e il CGA 34302 sono stati provati come insetticidi a carico della *Plutella xylostella* Schr. (Lep. Hyponomeutidae), *Pieris brassicae* L. (Lep. Pieridae) e *Porthetria dispar* L. (Lep. Lymantriidae). Questi prodotti, saggiati nella quantità dello 0,05 e 0,075% contro le larve di II e IV età del primo di questi lepidotteri, hanno dimostrato evidenti effetti morfologici determinando notevoli percentuali di pupe anormali e così pure adulti con, in entrambi i casi, effetti letali. Il CGA 13353 e il CGA 34302, in particolare, hanno, anche, una certa influenza negativa sulla fertilità degli adulti derivati da larve a cui sono stati somministrati. L'effetto sul pieride, alla dose di 0,025 e 0,05%, si esplica con un'alta mortalità a livello larvale; infatti molte di queste alla V età non riescono a diventare superlarve oppure lo diventano in maniera anormale e muoiono, cosa a cui vanno incontro anche le diverse crisalidi deformate che si vengono a differenziare. La *P. dispar* L., poi, si è dimostrata particolarmente sensibile: così il CGA 13353 allo 0,025% dato alle larve di VI età ne ha inibito completamente lo sviluppo. Il CGA 34302, meno attivo del precedente, produce, però, deformazioni morfologiche a livello di crisalide e di adulto e naturalmente induce la formazione di superlarve. Inoltre alla quantità di 0,05% ha effetti negativi sulla vitalità delle uova prodotte da forme immaginali differenziate da larve trattate. Il CGA 34301, invece, non determina superlarve, pur causando malformazioni a livello di crisalide e di adulti. Infine c'è da dire che queste sostanze non hanno effetti negativi sulla parassitizzazione (Scheurer et Al., 1975a).

L'Altosid (Metoprene) è stato impiegato in Canada contro la *Lambdina fuscicellaria fuscicellaria* (Guén.) (Lep. Geometridae) infestante l'*Abies balsamea* Mill. La prova condotta su una superficie di 10 acri (divisa in tre blocchi) è stata effettuata con il prodotto diluito in acqua nella quantità di 0,25, 1, 3 oz/2 gal/acro che a sua volta è stato distribuito con mezzi aerei. I risultati indicano una significativa ed economica riduzione del numero delle crisalidi e degli adulti, accompagnata anche da una evidente diminuzione del numero delle uova vitali. Inoltre è stato anche constatato che il prodotto sull'*Abies* si era mantenuto ancora attivo dopo 15 giorni dal trattamento (in particolare, poi, è supposto che la mancata azione dilavante dell'acqua sia la conseguenza dell'assorbimento del prodotto — terpenoide — dalla cera delle foglie della conifera in questione). Tutto ciò avviene nel più completo rispetto dei piccoli Mammiferi, Uccelli e fauna acquatica, indicando, così, questo agente morfogenetico come un sicuro prodotto da potersi usare in selvicoltura (Retnakaran et Al., 1974).

L'R-20458 [1-(4'-etilfenossi)-6,7-epossi-3,7-dimetil-2-ottene], in formulato

tale da poter essere emulsionato in acqua, è stato impiegato in prove di campo contro le uova di *Hylemyia brassicae* (Bouché) (Dip. Anthomyiidae). I risultati di questa sperimentazione hanno indicato che 15 mg/pianta (cavolfiore) di questo prodotto, dati per 4 volte alla distanza di 8 gg., agiscono in modo apprezzabile, cioè in particolare si ottiene con trattamenti che pongono la sostanza direttamente a contatto delle ovature (Van de Veire et Al., 1974b).

L'(E)-4-[(6,7-epossi-3,7-dimetil-2-ottenil)ossi]-1,2-(metilenedioxi)benzene (I), l'(E)-4-[(6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilendioxi)benzene (II), l'1-(*p*-clorofenossi)-6,7-epossi-3-etil-7-metil-2-nonene (III), l'1-(*p*-clorofenossi)-6,7-epossi-3,7-dimetil-2-ottene (IV) e l'1-(*p*-clorofenossi)-6,7-epossi-3,7-dimetil-2-nonene (V) come concentrati emulsionabili sono stati sperimentati in ambiente naturale contro l'*Epilachna varivestis* Mulsant (Col. Coccinellidae). I primi tre prodotti distribuiti nella quantità di 500 ppm dimostrano un'attività residua (ciò indica la capacità di agire contro insetti posti sulla pianta dopo il trattamento) molto spiccata che riduce il numero degli adulti differenziati del 90% o più. In particolare è apparsa evidente la capacità ovida del prodotto III che fa abortire il 98% delle uova prodotte dalle femmine confinate per la prova, cosa che non è stata constatata per i primi due prodotti considerati. Infine l'ultimo di questi analoghi, dato nella quantità di 1 lb/100 gal., riduce la schiudibilità delle uova del 90%, procurando però, al contempo, effetti tossici a carico della pianta trattata. Fitotossicità di alcun genere, non è stata, invece, causata ad opera delle altre sostanze saggiate. Da questa analisi viene, infine, arguita la capacità di questi prodotti di bene operare in un programma di lotta integrata (Walker, 1973).

Il 6,7-epossi-3,7-dimetil-1-[3,4-(metilendioxi)-fenossi]-2-nonene (mistura di 4 isomeri, composto di Bowers), impiegato in emulsione acquosa in una sperimentazione in campo contro l'*Hypera brunneipennis* (Boheman) (Col. Curculionidae), ha dimostrato alla quantità di 4 lb/acro una evidente capacità di controllo di questo coleottero causando un notevole numero di pupe deformi, che naturalmente muoiono, e, in limiti più ridotti, adulti non ben conformati. Comunque, però, non si hanno effetti sulla fecondità né alcuna inibizione sulla diapausa estiva (Bagley et Al., 1972).

Una serie di 8 analoghi dell'ormone giovanile sono stati provati in campo contro la *Hypera postica* (Gyllenhal) (Col. Curculionidae). I trattamenti fatti contro popolazioni di larve per la maggior parte (75%) della IV età, utilizzando prodotti commerciali (formulati come concentrati emulsionabili) distribuiti in diverse diluizioni acquose, hanno evidenziato l'R 20458 (6,7-epossi-1-(*p*-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene), ma soprattutto il RO 20-3600 (6,7-epossi-3,7-dimetil-1-[3,4(metilendioxi)fenossi]-2-nonene) per le loro particolari attività biologiche. Infatti per questa sostanza, distribuita nella quantità di 0,25, 1, 2, 4 e 8 lb/acro, è stata notata in primo luogo una correlazione (fatta eccezione per la quantità di 0,25 lb/acro che non ha effetti letali) tra dosi impiegate e mortalità. Inoltre è stato constatato che

gli adulti che vengono a differenziarsi (di questi almeno il 10% hanno deformazioni morfologiche) sono significativamente più pesanti di quelli prodotti da larve non trattate. Questo fenomeno, come conseguenza di effetti subletali, non è stato accompagnato da una interruzione precoce della diapausa, che avrebbe posto l'Insetto in condizioni sfavorevoli con notevoli effetti fitoiatrici. Tutto sommato, comunque, questo prodotto ha mostrato una potenziale attività biologica che va considerata (Neal et Al., 1974).

CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE.

Al termine di questa analisi bibliografica appare chiaro che gli ormoni ontogenetici degli Insetti ed i loro mimetici non sono, ancora, la realtà pratica degli Insetticidi di III generazione. Di fatti a tutt'oggi, nessuno dei prodotti di tal genere è entrato nella pratica corrente della lotta contro gli Entomi. In particolare, poi, gli ormoni cerebrali, per la loro stessa natura polipeptidica, non si offrono, oggi, a tale scopo, perchè non riescono a superare la cuticola ed in più, una volta ingeriti, vengono distrutti nell'intestino. Gli ecdisoni, ecdisoidi e fitoecdisoni, sostanze polari e idrosolubili, sono attive sugli Esapodi per via orale. Così della loro attività come insetticidi, preminente è la capacità di bloccare lo sviluppo delle neanidi e delle larve. Inoltre, poi, degna di essere sottolineata è la loro sospettata capacità di distribuirsi sistematicamente nelle piante trattate, cosa che per altro viene sostenuta anche dal fatto che steroidi di questo genere si trovano naturalmente in diverse essenze vegetali. Però la sperimentazione condotta con questi prodotti è praticamente nulla e ciò può essere messo in relazione all'alto costo di produzione (Ruscoe, 1974). Probabilmente, i fitoecdisoni potrebbero costituire una fonte più economica per procurare questi prodotti. L'ormone giovanile e i suoi analoghi, invece, sono ormai alla soglia del loro impiego pratico: infatti si stanno già sperimentando in ambiente naturale per definire le particolarità insetticide dei diversi mimetici. Comunque il loro ingresso nel novero delle sostanze a nostra disposizione per combattere gli Esapodi non darà certamente una svolta decisiva alla soluzione dei nostri attuali problemi con questi Artropodi. Infatti, ad esempio, queste ultime sostanze non riescono, per quanto ora si conosca, ad eliminare popolazioni di Insetti resistenti agli attuali insetticidi come era stato dogmaticamente affermato, anzi, si sono constatate addirittura manifestazioni di resistenza incrociata. In più poi si è visto che questi prodotti selezionano razze a loro stessi refrattarie. Oltre a questi inconvenienti di non poca importanza, c'è da considerare che, per la loro azione squisitamente fisiologica, non hanno un'attività distruttiva a tappeto e tanto meno immediata come gli attuali insetticidi. Infatti, perchè queste sostanze abbiano effetto devono colpire gli stadi recettivi il che presuppone, perciò, una notevole persistenza nell'ambiente (data la eterogeneità di sviluppo delle popolazioni degli Esapodi) che invece li degrada rapida-

mente; a ciò, come si è detto, collabora, in certi biotopi, l'attività metabolica degli stadi non sensibili degli Entomi stessi. Questi problemi sono alla base della sperimentazione attuale. In particolare per risolverli viene indicata, ad esempio, una soluzione orientata non tanto sulla ricerca di formulati più stabili o di altri prodotti, quanto sulla sintesi di juvenoidi complessi, i quali possono liberare prodotti biologicamente attivi sotto l'azione dei fattori biotici ed abiotici. Infatti è stato considerato che gli alcoli con attività juvenoidiche possono essere esterificati in complessi biologicamente inattivi, che però sotto l'azione di processi idrolitici, che disattivano il normale juvenoide, liberano il prodotto attivo entro il corpo dell'insetto, attuandosi così una specie di suicidio involontario. Con ciò, poi, si riesce a sopraffare anche Entomi con una forte attività idrolitica nei confronti dei prodotti normali. In particolare è stato visto che, alterando il componente acilico della sostanza che ha scarsa attività biologica, si possono avere differenti complessi con le proprietà fisico-chimiche richieste. Prove che sviluppano questo nuovo concetto sono state condotte in laboratorio con l'estere dell'acido stearyl-(4EZ, 6E)-5,9,13-trimetil-4,6-tetradecadien-3-olo, utilizzando il *Tenebrio molitor* L. (Col. Tenebrionidae), il *Pyrrhocoris apterus* L. e il *Dysdercus cingulatus* (F.) (Rynchota, Pyrrhocoridae) (Sláma et Al., 1976). Inoltre, poi, la loro attività repressiva non è subitanea, ma diluita nel tempo, cosicchè mantiene, e a volte esalta, al momento, l'azione devastatrice degli Esapodi. Tutto ciò quindi sconvolge i concetti attuali della lotta contro gli Insetti, dettati da un'agro-economia che non si preoccupa della degradazione dell'ambiente pur di ottenere una immediatezza di risultati, che invece vanno proiettati nel futuro, con l'uso di questi prodotti, i quali però ci salvaguardano, a quanto pare, dall'inquinamento. Tuttavia queste sostanze, così come oggi le conosciamo, dovranno certamente avere un sicuro avvenire in programmi di lotta integrata, dove si cerca di rendere complementare l'azione degli agenti biologici e di quelli chimici, per ripristinare, per quanto è possibile, gli equilibri naturali dove sia esaltata sempre di più l'azione degli Insetti entomofagi (parassiti e predatori) contro cui gli analoghi dell'ormone giovanile, che impediscono il completo sviluppo dei loro ospiti o prede, non sembrano avere nella quasi totalità dei casi lo stesso effetto. Infatti, addirittura, alcune sostanze che in laboratorio causavano danni ai parassiti non hanno fatto lo stesso quando utilizzate in ambiente naturale; in particolare, per esempio, merita di essere ricordato che una complessa sperimentazione ha indicato nell'Epofenonane (RO 10-3108) un prodotto del tutto innocuo agli Insetti utili (Frischknecht et Al., 1976).

Per chiudere questa particolareggiata analisi bibliografica, su quanto si conosce relativamente alla sperimentazione ed alla applicazione in campo degli ormoni dello sviluppo degli Entomi come insetticidi, mi sembra giusto dare particolarmente risalto ad alcuni analoghi dell'ormone giovanile, che più degli altri hanno manifestato una spiccata attitudine in tal senso.

Il Metoprene (ZR 515, Altosid) nelle sue formulazioni a più lenta dissol-

venza ha, infatti, un ampio spettro di azione, con effetti tangibili nel ridurre popolazioni di Ditteri Culicidi del gen. *Aedes*, mentre verso quelle del gen. *Culex* sembra essere meno efficiente; comunque le preparazioni SR 10 e SR 10F dimostrano una qualche azione. Sempre in questo ordine, riesce attivo contro alcuni Muscidi (*Stomoxys calcitrans* (L.), *Haematobia irritans* (L.), *Musca autumnalis* De Geer) associati agli allevamenti di bestiame e pollame (in quanto si sviluppano nello sterco) quando viene somministrato direttamente agli animali (negli alimenti, nell'acqua da bere e nel rullo dei sali minerali). Inoltre anche contro i più comuni insetti [*Plodia interpunctella* Hb., *Lasioderma serricorne* (F.), *Rhyzopertha dominica* (F.), *Oryzaephilus mercator* (Fauvel), *O. surinamensis* L. e *Tribolium castaneum* (Herbst)] dannosi ai prodotti conservati ha un'azione di tutto rispetto, rimanendo però relativamente poco efficiente verso il *Tribolium confusum* Jacq. du Val, lo *Sitophilus granarius* (L.) e del tutto inattivo contro lo *S. oryzae* (L.). Continuando, si può ancora dire che tale sostanza è risultata efficace contro la *Psylla piricola* Först e gli Afidi: *Aphis gossypii* G. e *A. citricidus* Kirk.; il lepidottero geometride *Lambdina fiscellaria fiscellaria* (Guén.) e l'imenottero formicide *Monomorium pharaonis* (L.).

L'Idroprene (ZR 512, Altozar) manifesta la propria attività particolarmente a carico degli Insetti dei magazzini; infatti, oltre agli Entomi già ricordati per l'Altosid, a proposito dei quali ha un comportamento alquanto simile, agisce anche contro il *Trogoderma granarium* Everts., *T. inclusum* LeConte, *T. variabilis* (Ballion), *Sitotroga cerealella* Oliv. e *Cadra cautella* (Walker). In particolare c'è da ricordare che il prodotto assorbito su substrati inerti (pastiglie di gesso o carta da filtro) esplica, contro il *T. granarium* Everts. e *T. castaneum* (Herbst), la medesima azione, evitando per converso un contatto diretto del prodotto con la massa alimentare, cosa igienicamente importante. Inoltre i suoi effetti si notano anche verso gli Psillidi (*Psylla piricola* Först), gli Afidi (*Myzus persicae* Sultz., *Hyalopterus arundinis* F., *Aphis laburni* Kalt. *A. maidis* Fitch, *Acyrtosiphon pisum* Harris, *Phorodon humuli* Schrk. e *A. gossypii* G., contro quest'ultimo l'azione è limitata) e i Coccidi (*Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti), *Phenacoccus solani* Ferris e *Saissetia coffeae* (Walker)). Infine anche i Lepidotteri *Coleophora laricella* Hb. e *Tortrix viridiana* L. sono controllati dallo ZR 512.

Il Kinoprene (ZR 777) è praticamente un aficida, infatti sono molto sensibili a questo analogo le specie già ricordate a proposito dell'Altozar ed inoltre l'*Aphis fabae* Scop., *A. citricidus* Kirk., *Macrosiphum granarium* Kirby. Pure verso i Coccidi, su menzionati per il prodotto precedente, questa sostanza esercita un'attività rilevante.

L'Epofenonane (RO 10-3108) è un mimetico che sta dimostrando un ampio spettro di azione: così interviene, con un'efficacia che rimane tale anche dopo 8 mesi dalla distribuzione, contro gli Insetti dei magazzini (*E. kühniella* Zell., *P. interpunctella* Hb., *R. dominica* F., *T. castaneum* (Herbst)), senza peraltro risolvere il problema quando si tratta dello *S. gra-*

narius L. La sua azione insetticida, poi, è evidente contro gli Afidi (*Dysaphis plantaginea* Pass., *Acyrtosiphon pisum* Harris e *Phorodon humuli* Schrk.), i Coccidi (*Pseudococcus citri* Risso, *Unaspis citri* Comst. e *Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) ed anche contro i Lepidotteri (*Adoxophyes orana* (Fischer von Röslerstamm), *Lobesia botrana* Schiff. e *Zeiraphera diniana* Guén.).

Il RO 20-3600 (6,7-eossi-3,7-dimetil-1-[3,4-(metilendioossi)-fenossi]-2-nonene) è risultato, come il prodotto precedente, attivo dopo 8 mesi contro i medesimi Entomi dei magazzini. Inoltre ha dato indicazioni positive per la *Manduca sexta* (Joh.), *Hypera bruneipennis* (Boheman) e *Hypera postica* (Gyllenhal).

Il RO 20-3600 (6,7-eossi-3-metil-7-etil-1-[3,4-(metilendioossi)-fenossi]-2-cis-trans-ottene] merita di essere ricordato per la sua attività sulle larve di IV età della *Culex tarsalis* Coquillet.

Per il RO 20-3600 (6,7-eossi-3,7-dimetil,1-1[3,4-(metilendioossi)-fenossi]-2-nonene) si può sottolineare che l'azione riduttiva sulla *Culex pipiens pipiens* L. e sul *Pediculus humanus* L., anche se per questo anopluro, visto il modo di azione dello juvenoide, non si pensa che questo possa diventare di uso pratico. Contro il suddetto culicida, poi, è attivo anche il RO 8-9801.

Il RO 20-3600 [(E)-4-[(6,7-eossi-3,7-dimetil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilendioossi)benzene] lo si ricorda non solo perchè, una volta dato per os al bestiame, impedisce lo sviluppo nelle feci della *Haematobia irritans* (L.) e *Stomoxys calcitrans* (L.), ma anche perchè tale azione contro quest'ultimo muscida si ha per somministrazione diretta sul substrato di accrescimento. Questo fatto è esplicito anche dall'R-20458 [(E)-6,7-eossi-1-(p-etilfenossi)-3,7-dimetil-2-ottene], dal RO 7-79767 [(E)-4-[(6,7-eossi-3-etil-7-metil-2-nonenil)ossi]benzene], e dallo AI3-36093 e AI3-35838. Inoltre per il RO 7-9767 [(E)-4-[(6,7-eossi-3-etil-7-metil-2-nonenil)ossi]-1,2-(metilendioossi)benzene] si sottolinea, invece, un'azione conseguente ad una sua somministrazione per os agli animali contro i già ricordati Ditteri.

L'R-20458 [1-(4-etilfenossi)-6,7-eossi-3,7-dimetil-2-ottene] è un altro dei prodotti attivi contro la *C. tarsalis* Coquillet.

I CGA costituiscono una nuova serie di mimetici con caratteristiche abbastanza evidenti, derivati dall'acido arilossi-butenoico e arilpentenoico. Il CGA 13353 (che appartiene al primo gruppo di sostanze) ha dimostrato la sua efficacia contro gli Afidi (*Phorodon humuli* Schrk. e *Acyrtosiphon pisum* Harris) e verso i Lepidotteri (*Plutella xylostella* Schz., *Pieris brassicae* L. e *Porthetria dispar* L., in modo particolare). I derivati del II acido succinato, come il CGA 34300 e 34301, si sono dimostrati efficaci contro i Coccidi *Aspidiotus nerii* (Bouchè) e *Parthenolecanium corni* (Bouchè) ed in particolare l'ultimo di questi anche verso la *Psylla piri* L. (Rynchota, Psyllidae). Infine sempre il CGA 34301 e il 34302, in minor misura, agiscono contro i Lepidotteri già ricordati per il CGA 13353.

The Developmental Hormones of the Insects and their Mimetics as Insecticide Agents: An Analysis of the Experiments with more immediate Practical and Applicative Objectives.

S U M M A R Y

Through bibliographical analysis, the author tries to show which products have been experimented to date in a natural environment, or at least in conditions which reproduce this latter in an evident manner, having phytoiatric and sanitary objectives. In particular the best formulae, rates and distribution systems are underlined. From the whole study it is seen that the brain hormones will have a very difficult future as insecticides, due to their polypeptide nature, whereas the applicative possibilities for ecdisones and their mimetics cannot be discarded, even though the core of the experiments have not been begun, especially due to the high production costs, a problem, this latter, which could be resolved using phytoecdisones. The juvenile hormone analogues, instead, seem to offer clear possibilities of use; in fact, among these several chemical products have already been distinguished, which appear to have a possible practical use, following several experiments carried out in the field with favourable results.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- AHMED S. M., ABDEL-GAWAAD A. A., 1975. — Labor-und Freilandversuche zur Bekämpfung von vier Blattlausarten mit zwei synthetischen Juvenilhormon-Analogen. - *Anz. Schädl. Pflanz., Umw.*, 48: 148-150.
- AJAMI A. M., RIDDIFORD L. M., 1973. — Comparative metabolism of the cecropic juvenile hormone. - *J. insect. Physiol.*, 19: 635-645.
- ANONIMI, 1976. — Preliminary experiments of the application of juvenoids in the control of agricultural insect pests. - *Acta ent. Sinica*, 19: 263-281.
- BABU T. H., SLÁMA K., 1972. — Systemic activity of a juvenile hormone analog. - *Science*, 175: 78-79.
- BAGLEY R. W., BAUERNFEIND J. C., 1972. — Field experiences with juvenile hormone mimics. - In: MENN J. J. & BEROZA M., *Insect Juvenile Hormones, Academic Press, New York & London*, pp. 113-151.
- BALDWIN W. F., CHANT G. D., 1976. — Tests of a growth regulator on mosquitoes (Diptera: Culicidae) at Clark River. - *Can. Ent.*, 108: 1153-1154.
- BHATNAGAR-THOMAS P. L., 1973. — Control of insect pests of stored grains using a juvenile hormone analogue. - *J. econ. Ent.*, 66: 277-278.
- 1976. — Laboratory evaluation of tablets and strips of juvenile hormone analogue Altozar^R for the control of *Trogoderma granarium* Everts. - *J. Food. Sci. & Techn.*, 13: 159-161.
- BEADLES M. L. - MILLER J. A., CHAMBERLAIN W. F., ESCHLE J. L., HARRIS R. L., 1975. — The horn fly: methoprene in drinking water of cattle for control. - *J. econ. Ent.*, 68: 781-785.
- BREEDEN G. C., TURNER E. C., JR., BEANE W. L., 1975. — Methoprene as a feed additive for control of the house fly breeding in chicken manure. - *J. econ. Ent.*, 68: 451-452.

- CAMPBELL J. B., WRIGHT J. E., 1976. — Field evaluations of insect growth regulators, insecticides, and a bacterial agent for stable fly control in feedlot breeding areas. - *J. econ. Ent.*, 69: 566-568.
- CHAMBERLAIN W. F., 1975. — Insect growth regulating agents for control of arthropods of medical and veterinary importance. - *J. med. Ent.*, 12: 395-400.
- CHAMBERLAIN W. F., HOPKINS D. E., 1971. — The synthetic juvenile hormone for control of *Bovicola limbata* on Angora Goats. - *J. econ. Ent.*, 64: 1198-1199.
- DYTE C. E., 1972. — Resistance to synthetic juvenile hormone in a strain of the flour beetle, *Tribolium castaneum*. - *Nature*, 238: 48-49.
- EDWARDS J. P., 1975a. — The effects of a juvenile hormone analogue on laboratory colonies of pharaon's ant, *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera, Formicidae). - *Bull. ent. Res.*, 65: 75-80.
- 1975b. — The use of juvenile hormone analogues for the control of some domestic insect pests. - *Proc. 8th British Insect. & Fungic. Conf.*: 267-275.
- FRISCHKNECHT M. L., MÜLLER P. J., 1976. — The use of insect growth regulators in integrated pest control. - *Mitt. schweiz. ent. Gesell.*, 49: 239-244.
- FUJIMOTO Y., MORISAKI M., IKEKAWA N., 1974. — Synthesis of 24, 28-iminofucosterol and its inhibitory effects on growth and steroid metabolism in the silkworm, *Bombyx mori*. - *Steroids*, 24: 367-375.
- HAMLEN R. A., 1975. — Insect growth regulator control of longtailed mealybug, hemispherical scale, and *Phenacoccus solani* on ornamental foliage plants. - *J. econ. Ent.*, 68: 223-226.
- HANGARTNER W. W., SUCHÝ M., WIPF H.-K., ZURFLUEH R. C., 1976. — Synthesis and laboratory and field evaluation of a new, highly active and stable insect growth regulator. - *J. Agric. Food Chem.*, 24: 169-175.
- HARRIS R. L., FRAZER E. D., YOUNGER R. L., 1973. — Horn flies, stable flies, and house flies: development in feces of bovines treated orally with juvenile hormone analogues. - *J. econ. Ent.*, 66: 1099-1102.
- HARRIS R. L., CHAMBERLAIN W. F., FRAZER E. D., 1974. — Horn flies and stable flies: free-choice feeding of methoprene mineral blocks to cattle for control. - *J. Econ. Ent.*, 67: 384-386.
- HENRICK C. A., STAAL G. B., SIDDALL J. B., 1973. — Alkyl 3, 7, 11-trimethyl-2, 4-dodecadienoates, a new class of potent insect growth regulators with juvenile hormone activity. - *J. Agr. Food Chem.*, 21: 354-359.
- HOPPE TH., 1974. — Effect of juvenile hormone analogue on mediterranean flour moth in stored grains. - *J. econ. Ent.*, 67: 789.
- 1976. — Microplot trial with an epoxyphenylether (insect growth regulator) against several pests of stored wheat grain. - *J. stored Prod. Res.*, 12: 205-209.
- HOPPE TH., ISLER H., WOGEL W., 1974. — Biological activity of juvenile hormone analogues against larvae of *Culex pipiens pipiens* tested in small-scale field trials. - *Mosquito News*, 34: 293-296.
- HOPPE T., SUCKY M., 1975. — Present status of research on insect growth regulators for the protection of stored grain. - *EPPO Bull.*, 5: 193-196.
- KONTEV CH. A., ŽDÁREK J., SLÁMA K., SEHNAL F., ROMAŇUK M., 1973. — Laboratory and field effectiveness of selected juvenoids on the wheat pest *Eurygaster integriceps* (Heteroptera, Scutelleridae). - *Acta ent. bohemoslov.*, 70: 377-385.
- KONTEV CH. A., SEHNAL F., ŽDÁREK J., ONDRÁČEK J., 1974a. — The possible control of *Eurygaster integriceps* (Heteroptera, Scutellaridae) by treating eggs and adults with juvenoids. - *Acta ent. bohemoslov.*, 71: 72-79.
- KONTEV CH. A., ŽDÁREK J., SEHNAL F., SLÁMA K., ROMAŇUK M., 1974b. — Effect of chosen juvenoids on *Eurygaster integriceps* Putt. in laboratory and field. - *Rastn. Nauk.*, 11: 161-173. - In Rev. App. Ent. 64, 1976: 1139-1140.

- LECLANT F., 1973. — Aspect écologique de la transmission de la Sharka (plum pox) dans le sud-est de la France. - *Ann. Phytopathol.*, 5: 431-439.
- LECLANT F., LABONNE G., LAURIAUT F., RENOUST M., 1976. — Essais d'analogues d'hormones juvéniles sur *Myzus persicae* Sulz. (Hom. Aphididae) en verger de pêchers. - *Ann. Zool.-Écol. anim.*, 8: 109-117.
- LOSCHIAVO S. R., 1976. — Effects of the synthetic insect growth regulators methoprene and hydroprene on survival, development or reproduction of six species of stored-products insects. - *J. econ. Ent.*, 69: 395-399.
- MARTELLI R., 1973. — Saggi sull'attività insetticida dei fitoecdisoni. - *Inform. fitopatol.*, 23: 27-32.
- MCGREGOR H. E., KRAMER K. J., 1975. — Activity of insect growth regulators, hydroprene and methoprene on wheat and corn against several stored-grain insects. - *J. econ. Ent.*, 68: 668-670.
- MEIER W., KOLAR O., RAMSER E., 1975. — Erfahrungen mit Juvenilhormon-Analogen zur Blattlausbekämpfung in Feldversuchen, 1972 bis 1974. - *Mitt. Schweiz. Landw.*, Nr. 1, Jah. 23: 1-16.
- MELONEY W. P., ROBERTS I. H., 1975. — Insect juvenile hormone mimics against the short-nosed cattle louse, *Haematopinus eurysternus* Denny (Anoplura), and their effect on warbles of *Hypoderma* sp. Latr. (Diptera: Oestridae). - *J. Parasitol.*, 61: 956-959.
- MELLINI E., 1969 — Nuovi metodi biologici di lotta contro gli insetti nocivi. II) Gli ormoni. - *Frutticoltura*, 31: 723-728.
- METWALLY M. M., SEHNAL F., LANDA V., 1972. — Reduction of fecundity and control of the khapra beetle by juvenile hormone mimics. - *J. econ. Ent.*, 65: 1603-1605.
- MILLER R. W., UEBEL E. C., 1974. — Juvenile hormone mimics as feed additives for control of the face fly and house fly. - *J. econ. Ent.*, 67: 69-70.
- MILLER R. W., PICKENS L. G., 1975. — Evaluation of methoprene formulations for fly control. - *J. econ. Ent.*, 68: 810-812.
- MILLER J. A., CHAMBERLAIN W. F., BEADLES M. L., PICKENS M. O., GINGRICH A. R., 1976. — Methoprene for control of horn flies: application to drinking water of cattle via a tablet formulation. - *J. econ. Ent.*, 69: 330:332.
- MIURA T., TAKAHASHI R. M., 1973. — Insect development inhibitors. 3. Effects on nontarget aquatic organisms. - *J. econ. Ent.*, 66: 917-922.
- MORGAN P. B., LA BRECQUE G. C., WEIDHAAS D. E., BENTON A., 1975. — The effect of methoprene, an insect growth regulator, on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). - *Can. Ent.*, 107: 413-417.
- MULLA M. S., DARWAZEH H. A., NORLAND R. L., 1974. — Insect growth regulators: evaluation procedures and activity against mosquitoes. - *J. econ. Ent.*, 67: 329-332.
- MULLA M. S., NORLAND R. L., IKESHOJI T., KRAMER W. L., 1974. — Insect growth regulators for the control of aquatic midges. - *J. econ. Ent.*, 67: 165-170.
- MULLA M. S., DARWAZEH H. A., 1975. — Activity and longevity of insect growth regulators against mosquitoes. - *J. econ. Ent.*, 68: 791-794.
- NEAL J. W., HOWER A. A., JR., 1974. — Small-plot tests with synthetic juvenile hormones on alfalfa weevil in Maryland and Pennsylvania. - *J. econ. Ent.*, 67: 93-96.
- NORLAND R. L., MULLA M. S., 1976. — Impact of Altosid on selected members of an aquatic ecosystem. - *Environ. Ent.*, 4: 145-152.
- NOVÁK V., SEHNAL F., 1973a. — Effects of a juvenoid applied under field conditions to the green oak leaf roller, *Tortrix viridana* L. (Lep. Tortricidae). - *Z. angew. Ent.*, 73: 312-318.

- NOVÁK K., SEHNAL F., 1973b. — Action of juvenile hormone analogues on *Euproctis chrysorrhoea* and *Yponomeuta malinella* under field conditions. - *Acta ent. bohemoslov.*, 70: 20-29.
- PRASERT V., KNAPP F. W., LYONS E. T., DRUDGE J. H., 1976. — Biological effects of methoprene on the sheep bot fly. - *J. econ. Ent.*, 68: 639-640.
- REAY R. C., 1973. — Some recent pest control techniques and their environmental significance. Part 2. The use of genetic translocations, hormones and anti-feedants. - *Int. J. Environ. Studies*, 5: 93-98.
- REDFERN R. E., SARMIENTO R., BEROZA M., MILLS G. D., JR., 1975. — Activity and persistence of the insect juvenile hormone mimic JH-25 in flour. - *J. econ. Ent.*, 68: 377-379.
- REISSIG W. H., KAMM J. A., 1974. — Effects of foliage sprays of juvenile hormone analogues on development of *Draeculacephala crassicornis*. - *J. econ. Ent.*, 67: 181-183.
- RENS G. R., 1975. — Applications of a juvenile hormone analogue as a sterilant on *Dysdercus cardinalis* Gerst., *Dysdercus fasciatus* Sign., *Dysdercus nigro-fasciatus* Stal and *Dysdercus supersticiosus* F. - *Int. Atomic Energy Agency, Wien, Proc. Ser. (Symp. Sterility Principle on insect Control, 1974)*: 337-348.
- RETNAKARAN A., JOBIN L., BUCKNER C. H., 1974. — Experimental aerial application of a juvenile hormone analog against the eastern hemlock looper *Lambdina fiscellaria fiscellaria* (Guén.) in Anticosti island in July 1973. - *Inform. Rep., Can. For. Ser.*, IP-X-6: 78 pp.
- ROBBINS W. E., 1972. — Hormonal chemicals for invertebrate pest control. - *Pest control: strategies for the future, Nation. Acad. Sci., Washington, D.C.*: 172-196.
- ROWLANDS D. G., 1975. — The uptake and metabolism by stored wheat grains of an insect juvenile hormone and two insect hormone mimics. - *J. stored Prod. Res.*, 12: 35-41.
- RUPEŠ V., ŽDÁREK J., ŠVANDOVÁ E., PINTEROVÁ J., 1976. — Cross-resistance to a juvenile hormone analogue in wild strains of the housefly. - *Ent. exp. & appl.*, 19: 57-64.
- RUSCOE C. N. E., 1974. — Insect control by hormones. - In: PRICE JONES D., SOLOMON M. E., *Biology in pest and disease control, Blackwell Sci. Publ., Oxford, London, 1974*: 147-161.
- SCHAEFER C. H., WILDER W. H., 1972. — Insect developmental inhibitors: a practical evaluation as mosquito control agents. - *J. econ. Ent.*, 63: 1066-1071.
- 1973. — Insect developmental inhibitors. 2. Effects of target mosquito species. - *J. econ. Ent.*, 66: 913-916.
- SCHAEFER C. H., MIURA T., WILDER W. H., MULLIGAN F. S., III, SCHWARZ M., 1976. — New arylterpenoid compounds with juvenile hormone activity against mosquitoes. - *J. econ. Ent.*, 69: 119-122.
- SCHEURER R., RUZETTE M. A., 1974. — Effects of insect growth regulators on the oleander scale (*Aspidiotus nerii*) and the european fruit lecanium (*Parthenolecanium corni*). - *Z. angew. Ent.*, 77: 218-222.
- SCHEURER R., FLÜCK V., RUZETTE M. A., 1975a. — Experiments with insect growth regulators (IGRs) on lepidopterous pests and some of their parasitoids. - *Mitt. schweiz. ent. Gesell.*, 48: 315-321.
- SCHEURER R., RUZETTE M. A., FLÜCK V., 1975b. — Effects of treatment with an insect growth regulator on the pear psylla (*Psylla piri* L.) under field conditions. - *Z. angew. Ent.*, 78: 313-316.
- SCHNEIDERMAN H. A., 1972. — Insect hormones and insect control. - In: MENN J. J. & Beroza M., *Insect juvenile hormones, Academic Press, New York & London, 1972*: 3-27.

- SCHOONEVELD H., 1971. — Insect neurosecretory systems and prospects of pest control by brain hormones. - *Meded. Fak. Landbouw. Wetenschappen Gent*, 36: 838-847.
- SCHOONEVELD H., VAN DER MOLEN J. P., WIEBENGA J., 1976. — Potential use of insect growth regulators for controlling *Adoxophyes orana*: laboratory and small-scale field studies. - *Ent. exp. & appl.*, 19: 227-234.
- SCHWARZ M., MILLER R. W., WRIGHT J. E., CHAMBERLAIN W. F., HOPKINS D. E., 1974. — Compounds related to juvenile hormone. Exceptional activity of arylterpenoid compounds in four species of flies. - *J. econ. Ent.*, 67: 598-601.
- SEHNAL F., SKUHRAVÝ V., HOCHMUT R., LANDA V., 1976. — Survival and fertility of *Lymantrid dispar*. and *Lymantria monacha* treated with juvenoids at the larval stage. - *Acta ent. bohemoslov.*, 73: 373-381.
- SKUHRAVÝ V., 1973. — Field control of the larch case-bearer moth, *Coleophora laricella*, with a juvenoid. - *Acta ent. bohemoslov.*, 70: 313-322.
- SKUHRAVÝ V., 1976. — The effectiveness of two juvenoids on *Coleophora laricella* (Lepidoptera) in a field experiment. - *Acta ent. bohemoslov.*, 73: 59-60.
- SKUHRAVÝ V., HOCHMUT R., 1975. — The control of *Tortrix viridana* (Lepidoptera, Tortricidae) with the juvenoid hydroprene in a field experiment. - *Acta ent. bohemoslov.*, 72: 24-29.
- SLÁMA K., WILLIAMS C. H., 1965. — Juvenile hormone activity for the bug *Pyrrhocoris apterus*. - *Proc. nat. Acad. Sci.*, (Amer.), 54: 411-414.
- 1966a. — «Paper factor» as an inhibitor of the embryonic development of the european bug, *Pyrrhocoris apterus*. - *Nature*, 210: 329-330.
- 1966b. — The juvenile hormone. V. The sensitivity of the bug, *Pyrrhocoris apterus*, to a hormonally active factor in American paper-pulp. - *Biol. Bull.*, 130: 235-246.
- SLÁMA K., ROMAŇUK M., 1976. — Juvenogens, biochemically activated juvenoid complexes. - *Insect Biochem.*, 6: 579-586.
- SOLINAS M., 1973. — Stato attuale delle conoscenze e dell'impiego di ormoni nella lotta contro gli insetti dannosi. - *Entomologica*, 9: 13-34.
- SPIELMAN A., ONGE E. ST., 1974. — Stability of exogenous juvenile hormone: effect of larval mosquitoes. - *Environ. Ent.*, 3: 259-261.
- STAAL G. B., 1971. — Practical aspects of insect control by juvenile hormone. - *Bull. World Health Org.*, 44: 391-394.
- STAAL G. B., 1975. — Insect growth regulators with juvenile hormone activity. - *Ann. Rev. Ent.*, 20: 417-460.
- STOCKEL J., 1975. — Les analogue de l'hormone juvénile, on régulateurs de croissance chez l'insecte. Possibilités d'application dans la lutte contre les expèces nuisibles. - *Ann. Zool.-Ecol. Anim.*, 7: 91-118.
- STRONG R. G., DIEKMAN J., 1973. — Comparative effectiveness of fifteen insect growth regulators against several pests of stored products. - *J. econ. Ent.*, 66: 1167-1173.
- TAMAKI G., 1973. — Insect developmental inhibitors: effect of reduction and delay caused by juvenile hormone mimics on the production of winged migrants of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) on peach trees. - *Can. Ent.*, 105: 761-765.
- THANASSOULOPOULOS A. C., 1974. — Some effects of the insect growth regulator ZR-777 on bean aphid *Aphis fabae* (Scop.). - *Z. angew. Ent.*, 77: 171-175.
- THOMAS P. J., BHATNAGAR-THOMAS P. L., 1968 — Use of a juvenile hormone analogue as insecticide for pests of stored grain. - *Nature*, 219: 949.
- VAN DE VEIRE M., 1973. — Potential control of the greenhouse white fly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) by an insect growth regulator. - *Meded. Fak. Landbouw. Wetenschappen Gent.*, 38: 1169-1173.

- VAN DE VEIRE M., DEGHEELE D., 1974a. — An insect growth regulator as a potential control agent for the greenhouse whitefly. - *Meded. Fak. Landbouw. Wetenschappen Gent.*, 39: 255-258.
- VAN DE VEIRE M. F., DE LOOF A., 1974b. — Potential control of the cabbage maggot, *Hylemyia brassicae*, (Bouché) by the insect growth regulator, 1-(4'-ethylphenoxy)-6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octene. - *Meded. Fak. Landbouw. Wetenschappen Gent.*, 39: 286-290.
- VARJAS L., 1971. — The effective dosis of juvenile hormone analogues from the point of view of insect control. - *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.*, 6: 219-227.
- VARJAS L., SEHNAL F., 1973. — Use of a juvenile hormone analogue against the fall webworm, *Hyphantria cunea*. - *Ent. exp. & appl.*, 16: 115-122.
- VINSON S. B., PLAPP F. W., Jr., 1974. — Third generation pesticides: the potential for the development of resistance by insects. - *J. Agr. Food Chem.*, 22: 356-360.
- VOGEL W., MASNER P., FRISCHKNECHT M. L., 1976. — Regulation of development and population growth of mealy bugs treated with Epofenonane, a JH active IGR. - *Mitt. schweiz. ent. Gesell.*, 49: 245-252.
- WALKER W. F., 1973. — Mexican bean beetle: compounds with juvenile hormone activity (juvegens) as potential control agents. - *J. econ. Ent.*, 66: 30-33.
- WALKER W. F., BOWERS W. S., 1970. — Synthetic juvenile hormones as potential coleopteran ovids. - *J. econ. Ent.*, 63: 1231-1233.
- WESTIGARD P. H., 1974. — Control of the pear Psylla with insect growth regulators and preliminary effects on some non-target species. - *Environ. Ent.*, 3: 256-258.
- WILLIAMS C. H., SLÁMA K., 1966. — The juvenile hormone. VI. Effects of the «Paper factor» on the growth and metamorphosis of the bug, *Pyrrhocoris apterous*. - *Biol. Bull.*, 130: 247-253.
- WILLIAMS C. M., 1967. — Third-generation pesticides. The first generation is exemplified by arsenate of lead; the second, by DDT. Now insect hormones promise to provide insecticides that are not only more specific but also proof against the evolution of resistance. - *Sci. American*, 217: 13-17.
- WRIGHT J. E., 1974. — Insect growth regulators: juvenile hormone analogs for control of the stable fly in marine plants in Florida. - *Mosquito News*, 34: 160-162.
- WRIGHT J. E., CAMPBELL J. B., HESTER P., 1973. — Hormones for control of livestock arthropods: evaluation of two juvenile hormone analogues applied to breeding materials in small plot tests in Nebraska and Florida for control of the stable fly. - *Environ. Ent.*, 2: 69-72.
- WRIGHT J. E., CAMPBELL J. B., OEHLER D. D., 1974a. — Insect growth regulators: large plot field tests against the stable fly in cattle feedlots. - *J. econ. Ent.*, 67: 459-460.
- WRIGHT J. E., SMALLEY H. E., YOUNGER R. L., CROOKSHANK H. R., 1974b. — Hormones for the control of livestock arthropods. Effects of 2 juvenile hormone analogues against the screwworm *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel), in vitro and in infested bovine hosts. - *J. med. Ent.*, 11: 385-389.
- YOUNGER R. L., WRIGHT J. E., SMALLEY H. E., CROOKSHANK H. R., NORMAN J. O., 1975. — Effects of 5 juvenile hormone analogues applied topically to cattle naturally infested with *Hypoderma* larvae (Diptera: Oestridae). - *J. med. Ent.*, 12: 517-524.