

MARIO MACCOLINI

Istituto di Entomologia « Guido Grandi » dell'Università di Bologna

Effetti dello iuvenoide ZR 619 5E (Triprene)
su *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae)

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

INTRODUZIONE

La possibilità dell'uso dei Neurotteri Crisopidi in programmi di lotta integrata ha portato a sperimentare su di essi vari insetticidi allo scopo di valutarne la resistenza ai diversi principi attivi.

A questo riguardo l'interesse va posto sui cosiddetti insetticidi della 3^a generazione che, con la loro azione perturbante dello sviluppo dell'insetto, la loro selettività, scarsa tossicità sia acuta che cronica verso gli animali omeotermi, e sufficiente biodegradabilità, offrono buone prospettive per il futuro (Baronio, 1977).

Tra questi in particolare vanno presi in considerazione gli iuvenoidi, che sono stati sperimentati su diverse specie di insetti sia per saggiare il loro potere insetticida, sia per migliorare le conoscenze sull'endocrinologia degli esapodi dal momento che essi imitano l'azione dell'ormone giovanile naturale, sia per migliorare gli allevamenti di insetti aventi importanza economica o biologica (Mellini e Cesari, 1982; Sehnal, 1983).

Questi composti sono analoghi dell'ormone giovanile naturale, cioè sostanze per lo più di sintesi, che inducono sugli insetti effetti simili a quelli della neotenina, anche se in molti casi presentano una struttura chimica diversa da questa.

Attualmente si conoscono parecchie migliaia di iuvenoidi con una vasta sperimentazione a riguardo (Sláma, Romaňuk, Šorm, 1974; Henrick, 1982). Le applicazioni sugli insetti sono principalmente per via topica o orale.

Per quanto riguarda gli insetti in genere è su tale ultimo tipo di applicazioni che qui è opportuno soffermare l'attenzione, visto che in questa sperimentazione ci si è limitati a somministrazioni per via orale.

Nella letteratura, effetti diversi si possono osservare a seconda dello iuvenoide in questione, della specie e dello stato di sviluppo considerati.

Nel nostro Istituto, con l'impiego di Triprene (Mellini e Gironi, 1980) e Methoprene (Verenini, 1983), sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond., gli Autori registrarono un prolungamento della vita larvale, incremento ponderale, e un modesto aumento della mortalità per il Lepidottero, mentre il Dittero seguiva abbastanza pedissequamente le sorti del suo ospite.

Ishaaya e Yablonski (1976), aggiungendo in prove separate Triprene (ZR 619), Idroprene (ZR 512), Methoprene (ZR 515), Kinoprene (ZR 777), alla dieta di *Tribolium castaneum* (Herbst), osservarono un prolungamento del periodo di alimentazione larvale e un incremento ponderale, massimo per il Methoprene e minimo per il Kinoprene; mentre Gawaad (1976) aggiungendo ZR 777 e ZR 512 alla carne omogeneizzata che costituiva il pabulum di *Sarcophaga cerygrostoma* ha osservato una diminuzione della lunghezza del periodo larvale e una diminuzione del peso delle pupe. Gli effetti degli iuvenoidi somministrati alle larve con la dieta si possono ripercuotere anche sugli adulti.

Robertson e Kimball (1979), hanno sperimentato diversi iuvenoidi incorporati nella dieta di larve di *Choristoneura occidentalis* Freeman, osservando una diminuzione nella produzione di adulti.

Oberlander, Sower, Silhacek (1975) hanno notato che gli adulti originati da larve di *Plodia interpunctella* (Hb.) allevate su di una dieta contenente un certo quantitativo di ormone giovanile hanno diminuito la loro capacità di accoppiarsi.

Mauchamp (1974) ha osservato che le larve di *Tineola bisselliella* (Humm.), allevate con due tipi di pabulum contenenti uno iuvenoide denunciano una certa mortalità, un allungamento del periodo preimmaginale e danno origine ad adulti spesso malformati, poco fecondi e produttori uova poco fertili.

Brieger (1973), invece, allevando larve di *Galleria mellonella* L. con una dieta contenente uno iuvenoide, ha osservato allungamento del periodo preimmaginale, incremento in peso e formazione di adulti di dimensioni superiori al normale e fertili.

Edwards (1975a; 1975b), con l'impiego di un'esca contenente Methoprene, ha sradicato da un ambiente domestico una popolazione di *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera, Formicidae).

Per quello che riguarda invece la sperimentazione sui Crisopidi, bisogna dire che fino ad ora essa si è limitata alle applicazioni topiche di iuvenoidi ai vari stadi dell'insetto.

Bull et Al. (1973) provarono diversi iuvenoidi su *Chrysoperla carnea* (Stephens), nel periodo di sviluppo larvale, notando che questo si allungava e le larve diventavano indolenti e più grandi del normale. Il terzo stadio larvale si dimostrò il più sensibile al trattamento tanto che diversi individui morirono senza impuparsi.

Anche Růžicka, Sehnal e Holman (1978) provarono su questo insetto

una serie di iuvenoidi osservando che alte dosi di questi composti applicati alle larve provocava la morte di alcune di esse, mentre il resto poteva trasformarsi in pupe apparentemente normali. Il trattamento topico sulle prepupe e sulle pupe rivelò una forte sensibilità di questi stati ed in particolare del primo agli iuvenoidi, che portarono ad una alta mortalità e alla formazione di adulti anomali. I prodotti in questione furono pure testati su adulti in diapausa registrando per entrambe i sessi: un aumento dell'assunzione di cibo, il ritorno della pigmentazione verde, la comparsa di zone necrotiche sulle ali degli individui trattati alla massima dose. Per le femmine in particolare, i trattamenti hanno causato l'induzione della deposizione, che ha originato uova perfettamente fertili, che hanno dato vita ad una prole normale.

Si ha quindi una conferma dell'induzione, con iuvenoidi, della riproduzione in individui in diapausa già osservata da Sehnal (1976) in precedenza.

Suter (1978) non riscontrò alcuna mortalità sulle larve di I^a età di *Chrysoperla carnea* (Stephens) trattate con Kinoprene (ZR 777), mentre Nasseh (1982) registrò una certa mortalità sulle larve e sulle pupe trattate con lo stesso composto.

Sehnal (1983), applicando Idroprene a pupe dello stesso insetto, ha osservato la formazione di individui con caratteri intermedi tra la pupa e l'adulto.

Trattamenti topici con analoghi dell'ormone giovanile sono stati effettuati anche su adulti non in diapausa, ma in attività normale e hanno dimostrato di stimolare la vitellogenesi e lo sviluppo degli ovari (Rousset, 1984), che è pure in relazione alla quantità di riserve nutritive accumulate durante il periodo di alimentazione larvale (Hagen e Tassan, 1972).

Lo iuvenoido impiegato nel presente esperimento è il Triprene, di formula Etil(2E,4E)-11-metossi-3,7,11-trimetil-2,4-dodecadienetiolato, prodotto al 63,7% di p.a., dalla Zoecon di Palo Alto in California, come miscela racemica, con la sigla ZR 619 5E. Si tratta di una sostanza di colore ambrato, di consistenza oleosa, solubile in acetone.

Alcune notizie sull'azione del Triprene applicato agli esapodi per via orale, sono già state date (Mellini e Gironi, 1980; Ishaaya e Yablonski, 1976; Robertson e Kimball, 1979). Molto più vasta è stata la sperimentazione per via topica. Strong e Diekman (1973), come pure Loschiavo (1975) riscontrarono un'attività molto bassa di questo composto verso *Tribolium castaneum* (Herbst) e *Tribolium confusum* Duv., mentre Henrick (1982) riscontrò un'alta attività nei riguardi di *Aedes aegypti* L., *Galleria mellonella* L., *Tenebrio molitor* L., *Musca domestica* L., *Acyrtosiphon pisum* Harris, *Heliothis virescens* (F.).

Lo stesso riscontrò Hamlen (1975) a carico di *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti) e *Saissetia coffeae* (Walker), mentre per

Phenacoccus solani Ferris si ebbe efficienza solo dopo trattamenti ripetuti.

Kozár e Varjas (1976) utilizzando il Triprene contro *Quadraspidotus perniciosus* Comst., osservarono che non vi erano effetti evidenti se il composto era usato allo 0,001%, mentre la mortalità aumentava alzando la dose.

Un incremento del peso medio delle larve di *Spodoptera littoralis* Boisid., accompagnato da una forte mortalità, fu osservato da Gwaad et Al. (1974) impiegando lo stesso composto.

Lo ZR 619 è stato pure usato per trattamenti su *Myzus persicae* Sulz. e *Myzus varians* Davis, provocando una certa mortalità, diminuzione nella differenziazione delle forme alate e la comparsa di individui anomali che generalmente non riescono a riprodursi (Leclant, 1973; Leclant et Al., 1976), mentre, in altra prova, effettuata su *Acyrtosiphon pisum* Harris, *Phorodon humuli* Schrk., *Myzus persicae* Sulz., *Aphis fabae* Scop. questo iuvenoido non si è dimostrato particolarmente efficace (Meier et Al., 1975).

Il Triprene non è mai stato impiegato sui Crisopidi fino ad ora e ciò, unitamente alla completa assenza nella letteratura su questi insetti di analoghi della neotenina applicati per os, ha ispirato l'idea di questo esperimento.

Esso vuol quindi indagare su di un aspetto non ancora esplorato delle applicazioni con iuvenoidi sui Crisopidi, con lo scopo di vedere se il prodotto usato sia efficace per os su *Chrysoperla carnea* (Stephens); osservarne gli effetti, che possono essere assimilati a quelli che si avrebbero in campo se le larve di questo Neurottero suggerissero l'emolinfa di vittime in precedenza trattate col composto in questione; ed infine valutare se i risultati ottenuti con l'impiego di questo regolatore dello sviluppo dell'insetto, possano essere sfruttati per migliorarne le tecniche di allevamento.

MATERIALI E METODI

Gli insetti utilizzati per l'esperimento derivano da adulti di *Chrysoperla carnea* (Stephens) catturati nella 3^a decade di agosto del 1980 presso il litorale toscano e precisamente a Quercianella in provincia di Livorno, riprodotti tra loro in laboratorio per molte generazioni.

L'allevamento di tutti gli stadi di sviluppo degli insetti impiegati nella prova è stato effettuato in celle climatiche in muratura di 2x3x2,5 m. aventi tre ripiani equidistanti dalla sorgente luminosa costituita da tubi fluorescenti Philips TL 25W/33, con 2400 lux di intensità luminosa.

Le celle climatiche sono fornite di un impianto automatico di ventilazione ed umidificazione tale da assicurare una temperatura costante di

25 ± 1° C ed un UR del 70-80%. Un impianto ad orologeria automatica ha assicurato un fotoperiodo costante di 16 ore di luce e di 8 ore di oscurità.

L'esperimento è stato condotto con 3 prove per ognuna delle quali è stato impiegato un gruppo di 60 larve isolate entro le 24 ore dallo sguisciamento dall'uovo.

Tali larve, maneggiate utilizzando con cura un pennello a setole finissime, sono state poste singolarmente entro provette di vetro numerate, lunghe circa 8 cm e con diametro di 1,5 cm. chiuse per mezzo di un tappone di cotone idrofilo.

Queste larve sono state alimentate fino alla filatura del bozzolo con una dieta artificiale, ideata da Hassan e Hagen (1978), modificata da Cava e Sgobba (1982), prodotta per il presente esperimento con alcune variazioni aventi lo scopo di diminuire la manualità richiesta, e somministrata allo stato normale al primo gruppo; con l'aggiunta di iuvenoide in rapporto 1:5000 con la parte nutritiva della dieta, corrispondente a 200 p.p.m. (v/v), al secondo gruppo; e con l'aggiunta di iuvenoide in rapporto 1:1000 con la parte nutritiva della dieta, corrispondente a 1000 p.p.m. (v/v), al terzo gruppo.

In particolare la preparazione delle tre diete è stata la seguente:

1 - Dieta normale (testimone).

È stata preparata una miscela mescolando con cura tra loro i seguenti ingredienti dosati con l'impiego di una bilancia di precisione, Mettler P-1200, e aggiunti in successione ad un recipiente di vetro contenente 35 cc. di H₂O precedentemente misurati con l'impiego di un cilindro graduato:

- 10 g. di tuorlo d'uovo fresco
- 6 g. di lievito enzimatico idrolizzato
- 5 g. di miele d'api
- 5 g. di saccarosio
- 5 g. di lievito di birra in scaglie
- 1 g. di caseina idrolizzata.

Il mescolamento degli ingredienti si protraeva impiegando a bassa velocità un frullatore fino all'ottenimento di una miscela di consistenza liquida, esente da grumi e da depositi, di un volume medio pari a 60 ml. = 60 cm³.

A questo punto, seguendo il metodo di Hagen e Tassan (1965), si prevedeva l'incorporazione della dieta ottenuta in goccioline rivestite di paraffina e vaselina attraverso un procedimento particolare, per evitarne la troppa rapida disidratazione e permetterne l'assunzione

da parte delle larve. Cava e Sgobba (1982), invece, hanno proposto una modifica che consisteva nel porre la miscela nutritiva precedentemente preparata in una vaschetta di vetro (15x15x5 cm.), che era immersa in un recipiente contenente acqua calda al fine di mantenere il tutto ad una temperatura di circa 45°C, necessaria per l'esplicamento della successiva azione dell'agar-agar, che veniva aggiunto dopo aver bollito in H₂O in un altro recipiente. Dopo aver mescolato il tutto per 10-20 sec. si faceva raffreddare fino ad ottenere una gelatina che poteva essere utilizzata per l'alimentazione delle larve.

Personalmente ho ritenuto opportuno introdurre una variazione a quest'ultimo procedimento al fine di diminuire la manualità richiesta. Infatti, nel mio esperimento, una volta ultimata la preparazione della miscela nutritiva precedentemente descritta, in un contenitore di vetro « Pirex », tipo cristallizzatore, erano posti 35 cc. di H₂O, misurati in precedenza con un cilindro graduato, a cui venivano aggiunti 0,5 g. di agar-agar, dosati con l'impiego di una bilancia di precisione; il tutto veniva posto sul fuoco e mescolato continuamente fino all'ebollizione. A questo punto, spento il fuoco, si versava in questo contenitore la miscela nutritiva precedentemente preparata, rimescolando per 10-20 sec. Si lasciava quindi raffreddare la dieta così ottenuta, fino a farle raggiungere consistenza gelatinosa.

Il pabulum così preparato poteva essere conservato per circa una settimana a 2°-3°C.

2 - Dieta contenente 200 p.p.m. (v/v) di Triprene.

Questa dieta è stata preparata in modo praticamente identico alla precedente con la differenza che alla miscela nutritiva precedentemente descritta veniva aggiunto il Triprene, prima di unirla all'agar-agar.

Lo iuvenoido veniva unito alla miscela in un rapporto volumetrico 1:5000, corrispondente a 200 p.p.m. (v/v), con essa; per cui, avendo essa un volume mediamente pari a 60 ml = 60 cm³, come risultato da diverse misurazioni effettuate tramite un cilindro graduato, il quantitativo di prodotto tecnico aggiunto è stato pari a 0,012 cm³ = 12 mm³ = 12 µl dosati con una microsiringa Hamilton di grande precisione.

È opportuno ricordare che, prima di essere aggiunto alla dieta, il quantitativo di Triprene predetto è stato diluito in un piccolo baker in 750 µl di acetone allo scopo di facilitarne la diffusione nella dieta. La soluzione così ottenuta è stata versata nella dieta mescolando prima con cura per 10-20 sec. con un'asticella di vetro e successivamente per 10-20 sec. con un frullatore impiegato a bassa velocità. Le fasi successive della preparazione della dieta sono le stesse di quella precedentemente descritta.

3 - Dieta contenente 1000 p.p.m. (v/v) di Triprene.

Questa dieta è stata preparata come la precedente con la differenza che il Triprene veniva aggiunto alla miscela nutritiva in un rapporto volumetrico 1:1000, corrispondente a 1000 p.p.m. (v/v) per cui avendo sempre essa un volume mediamente pari a 60 ml. = 60 cm³ il quantitativo di prodotto tecnico aggiunto è stato pari a 0,06 cm³ = 60 mm³ = 60 µl, dosati con una microsiringa Hamilton di grande precisione. È opportuno ricordare che come nel caso precedente, il quantitativo di Triprene predetto, prima di essere aggiunto alla dieta, è stato diluito in un piccolo baker in 750 µl di acetone allo scopo di facilitarne la diffusione nella dieta. La soluzione così ottenuta è stata versata nella dieta mescolando prima con cura per 10-20 sec. con un'asticella di vetro e successivamente per 10-20 sec. con un frullatore impiegato a bassa velocità. Le fasi successive della preparazione della dieta sono le stesse di quelle precedentemente descritte.

Le tre diete gelatinose così ottenute sono state somministrate alle larve, dall'isolamento alla filatura del bozzolo, introducendo nelle rispettive provette cubetti di pabulum di spigolo 4-5 mm. posti sopra quadratini di comune carta cerata « per alimenti » di circa 15 mm. di lato.

Le diete prodotte venivano conservate per una settimana a 2°-3°C e utilizzate in quel periodo sostituendo il pabulum somministrato alle larve a giorni alterni.

Il bozzolo ottenuto al termine dello sviluppo larvale è stato tolto dalla provetta, pesato con una bilancia di precisione con sensibilità fino a 10⁻⁵ g., Mettler H 54 AR (bilancia semi-automatica a proiezione ottica provvista di dispositivo di tara a molla) e posto all'interno di scatoline di plastica trasparente, aventi dimensioni 3,5x4,5x4 cm. allo scopo di favorire lo sfarfallamento dell'adulto. Quando questo succedeva, l'adulto ottenuto veniva per prima cosa sessato con l'impiego di un bioculare Zeiss, e se risultava formato normalmente, veniva unito in coppia ad un individuo di sesso opposto, ma dello stesso gruppo.

Le coppie così formate venivano mantenute in unità di deposizione costituite da tubi cilindrici di vetro trasparente, a bordi sporgenti, aventi un diametro di 6,5 cm. e lunghezza di 15 cm.. Tali tubi erano chiusi alle estremità mediante quadrati di sottile tela sintetica traforata, tipo tulle, fissati con elastici. La dieta degli adulti era costituita da 1,4 g. di D-fruttosio e 0,6 g. di estratto di lievito in polvere « Bacto Yeast Extract » Difco dosati con una bilancia di precisione, Mettler P-1200, disciolti in 20 cc. di H₂O misurati con un cilindro graduato. Tale dieta veniva posta sotto forma di piccole gocce, ottenute tramite l'impiego di una comune siringa di plastica monouso per iniezioni, sopra rettangoli di carta lucida di dimensioni di poco inferiori al diametro e alla lunghezza del tubo di vetro. I cartellini venivano introdotti nel

tubo e appoggiati sulla parte inferiore, la loro sostituzione avveniva a giorni alterni.

All'interno del tubo, ma fissato sulla parte superiore era invece posto un cartoncino di colore verde di 13x4,5 cm. fissato con due linguette, e avente la parte libera rivolta verso il basso, sul quale le femmine erano più stimolate ad ovideporre. Tali cartellini erano sostituiti ad ogni nuova

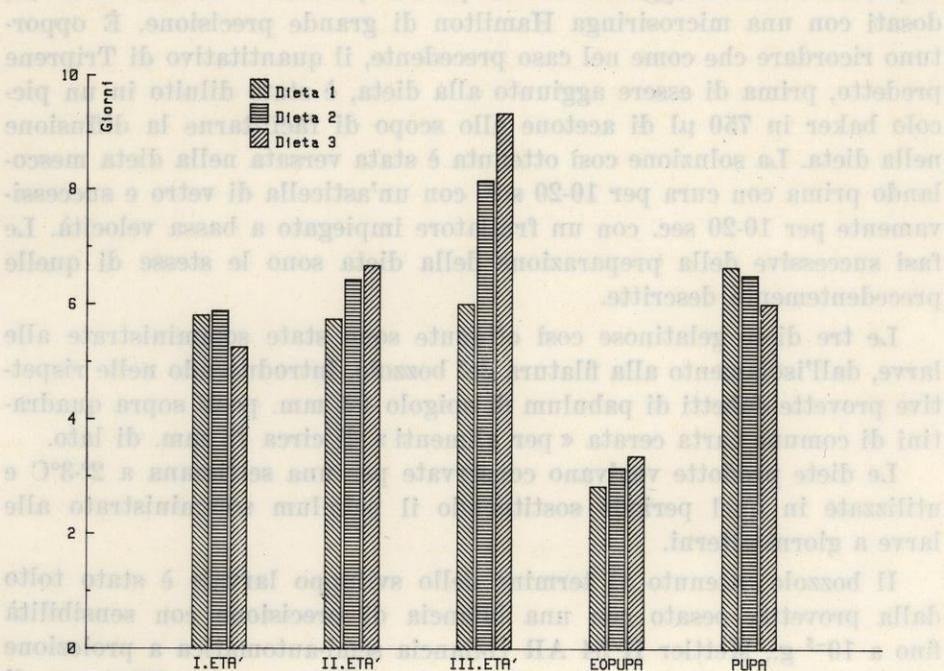


FIG. I

Rappresentazione grafica delle lunghezze medie in giorni, delle singole età larvali (per la terza età fino alla filatura del bozzolo), del periodo di eopupa (dalla filatura del bozzolo alla terza muta), e del periodo di pupa (dalla terza muta allo sfarfallamento), rispetto alle tre diete adottate. Da un punto di vista statistico, solamente a livello della 3^a età si possono considerare delle differenze tra le medie che sono altamente significative tra la dieta 1 (testimone) e le altre, mentre sono significative tra la dieta 2 e la dieta 3.

ovideposizione e posti all'interno di contenitori di plastica di dimensioni 30x20x15 cm. distinti a seconda del gruppo, dove venivano mantenuti fino alla schiusa delle uova.

Dai dati dell'esperimento, riportati su apposite tabelle, sono state ricavate, per ognuno dei tre gruppi: le lunghezze medie in giorni delle varie età delle larve (per la terza età dalla seconda muta alla filatura del bozzolo) del periodo di eopupa (dalla filatura del bozzolo alla terza muta), del periodo di pupa (dalla terza muta alla filatura del bozzolo),

le percentuali di mortalità fino al 20° giorno di vita dell'adulto, e i pesi medi dei bozzoli contenenti l'eopupa.

Per ogni coppia è stato ricavato il numero di uova mediamente deposte per femmina nei primi 10 gg. di ovideposizione, nei secondi 10 gg., e complessivamente nei primi 20 gg. di ovideposizione.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Sviluppo preimmaginale

I dati ottenuti, relativi allo sviluppo preimmaginale di individui alimentati con dieta normale (1), dieta con 200 p.p.m. di Triprene (2),

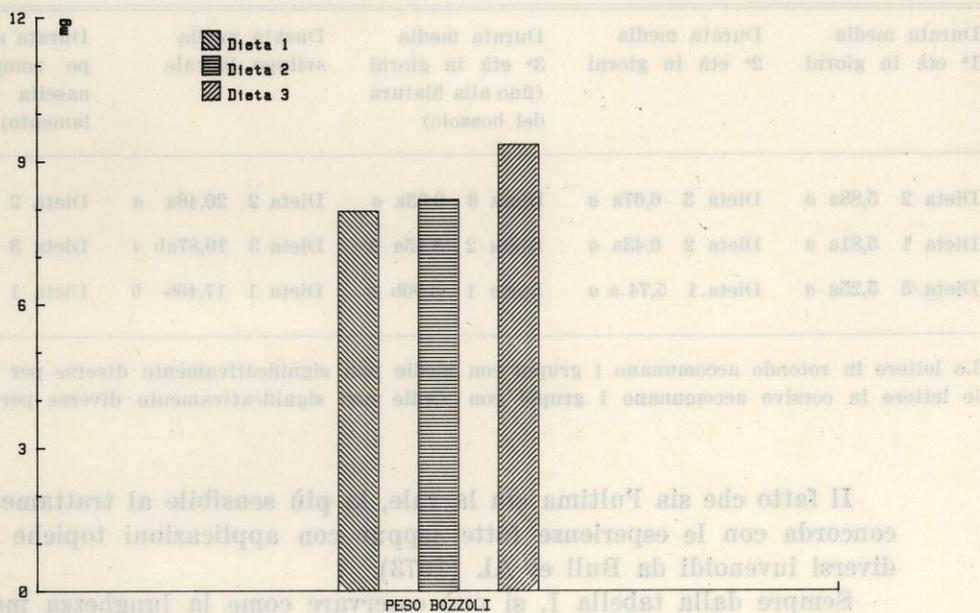


FIG. II

Rappresentazione grafica dei pesi medi dei bozzoli contenenti l'eopupa, rispetto alle tre diete adottate. Da un punto di vista statistico emergono differenze altamente significative tra la dieta 3, al massimo dosaggio di Triprene, e le altre due diete a dosaggio minimo e nullo.

dieta con 1000 p.p.m. di Triprene (3) (fig. I, fig. II) sono stati elaborati tramite l'analisi della varianza, seguita dal test di Duncan sulle differenze tra le medie.

Come indicato in tabella I, non si sono avute differenze statisticamente significative tra le lunghezze medie in giorni della 1ª età relative alle tre prove, lo stesso dicasi per la seconda età, anche se le lunghezze medie in giorni si dimostrano crescenti aumentando la dose di Triprene.

Per quello che riguarda la 3^a età (dalla seconda muta alla filatura del bozzolo) la presenza dello iuvenoide nel pabulum provoca un allungamento del periodo, con una differenza che è altamente significativa tra la media del testimone alimentato con dieta normale (con una lunghezza media in giorni di 6,00) e rispettivamente con ciascuno dei due gruppi alimentati con dieta aggiunta di diverse dosi di principio attivo (che presentano una lunghezza media in giorni di 8,15 e 9,33). Pure significativa è la differenza tra il gruppo con dieta a 200 p.p.m. di ZR 619 5E e quello con dieta a 1000 p.p.m..

TAB. I - Durata media in giorni delle singole età larvali, dell'intero sviluppo larvale dalla nascita alla filatura del bozzolo e complessivamente del periodo compreso dalla nascita allo sfarfallamento.

Durata media 1 ^a età in giorni	Durata media 2 ^a età in giorni	Durata media 3 ^a età in giorni (fino alla filatura del bozzolo)	Durata media sviluppo larvale	Durata media svilup- po completo (dalla nascita allo sfarfal- lamento)
Dieta 2 5,88a <i>a</i>	Dieta 3 6,67a <i>a</i>	Dieta 3 9,33a <i>a</i>	Dieta 2 20,48a <i>a</i>	Dieta 2 30,05a <i>a</i>
Dieta 1 5,81a <i>a</i>	Dieta 2 6,43a <i>a</i>	Dieta 2 8,15a <i>b</i>	Dieta 3 19,87ab <i>a</i>	Dieta 3 29,42a <i>a</i>
Dieta 3 5,25a <i>a</i>	Dieta 1 5,74 a <i>a</i>	Dieta 1 6,00b <i>c</i>	Dieta 1 17,40b <i>b</i>	Dieta 1 26,86a <i>b</i>

Le lettere in rotondo accomunano i gruppi con medie non significativamente diverse per $P < 0,01$, le lettere in corsivo accomunano i gruppi con medie non significativamente diverse per $P < 0,05$.

Il fatto che sia l'ultima età larvale, la più sensibile al trattamento, concorda con le esperienze fatte seppur con applicazioni topiche con diversi iuvenoidi da Bull et Al. (1973).

Sempre dalla tabella I, si può osservare come la lunghezza media in giorni dell'intero periodo di sviluppo larvale sia di 17,40 giorni per il testimone, di 20,48 giorni per la dieta a 200 p.p.m. di Triprene, di 19,87 giorni per la dieta a 1000 p.p.m. di Triprene, con differenze altamente significative tra le prime due, significative tra la prima e la terza, mentre non vi sono differenze significative tra la seconda e la terza.

Un allungamento del ciclo larvale è quindi indotto dallo iuvenoide concordemente ai risultati ottenuti da Bull et Al. (1973) nell'esperimento prima citato.

Per quello che riguarda la durata dello sviluppo completo dell'insetto, dalla nascita allo sfarfallamento, bisogna dire che esiste una differenza significativa tra i dati relativi agli individui che hanno ingerito lo iuvenoide, che ha aumentato la lunghezza del periodo preimmaginale, e il testimone (tab. I).

La tabella II mette in evidenza come dal confronto tra le lunghezze medie in giorni del periodo di eopupa (dalla filatura del bozzolo alla 3^a muta) relative alle tre prove fatte non emergano differenze significative e lo stesso dicasi per il confronto tra le lunghezze del periodo di pupa (dalla 3^a muta allo sfarfallamento) e conseguentemente di tutto il periodo dalla filatura del bozzolo allo sfarfallamento.

Per ciò che riguarda i bozzoli, che sono stati pesati nel periodo in cui l'insetto si trovava allo stato di eopupa (fig. II), si nota una diffe-

TAB. II - Durata media in giorni del periodo di eopupa (dalla filatura del bozzolo alla muta pupale), peso medio dei bozzoli formati, durata media in giorni del periodo di pupa (dalla muta pupale allo sfarfallamento), durata media in giorni dalla filatura del bozzolo allo sfarfallamento.

Durata media in giorni del periodo di eopupa	Peso medio in mg. dei bozzoli	Durata media in giorni del periodo di pupa	Durata media in giorni dalla filatura del bozzolo allo sfarfallamento
Dieta 3 3,36a <i>a</i>	Dieta 3 9,34a <i>a</i>	Dieta 1 6,64a <i>a</i>	Dieta 3 9,42a <i>a</i>
Dieta 2 3,15a <i>a</i>	Dieta 2 8,19b <i>b</i>	Dieta 2 6,50a <i>a</i>	Dieta 1 9,32a <i>a</i>
Dieta 1 2,83a <i>a</i>	Dieta 1 7,95b <i>b</i>	Dieta 3 6,00a <i>a</i>	Dieta 2 8,95a <i>a</i>

Le lettere in rotondo accomunano i gruppi con medie non significativamente diverse per $P < 0,01$, le lettere in corsivo accomunano i gruppi con medie non significativamente diverse per $P < 0,05$.

renza altamente significativa tra il peso medio dei bozzoli di larve alimentate con dieta al massimo dosaggio di Triprene (9,34 mg.) e quelli a dosaggio minimo o nullo (8,19 mg. e 7,95 mg. rispettivamente). Tra questi ultimi invece la differenza non risulta statisticamente significativa (tab. II). Si può comunque affermare che il Triprene fa aumentare il peso e quindi le dimensioni degli individui trattati, pur senza giungere ai valori riscontrati da Bull et Al. (1973) con applicazioni localizzate di altri iuvenoidi, che registrano aumenti più che doppi rispetto alla misura normale.

L'effetto dell'incremento in peso deve essere messo in relazione alla induzione del prolungamento del periodo di alimentazione larvale, come riscontrato da Bull et Al. (1973) nell'esperimento prima citato e anche da altri Autori, su altri insetti, come descritto nell'introduzione.

Mortalità

Come si può facilmente osservare nella tabella III, la 1^a età è stata quella più critica per tutte e tre le prove fatte, anche se la mortalità è ulteriormente aumentata passando dalla dieta testimone a quella a 200 p.p.m. di iuvenoidi, e da questa a quella a 1000 p.p.m. di iuvenoidi con valori rispettivamente del 40%, 43,33% e 53,33%.

Livelli di mortalità più ridotti si sono avuti invece per la 2^a età, ma sempre con una progressione in funzione della presenza dello iuvenoidi

TAB. III - Mortalità dalla nascita al 20° giorno di vita dell'adulto.

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Dalla nascita alla 1 ^a muta	40	43,33 %	53,33 %
Dalla 1 ^a muta alla 2 ^a muta	8,33 %	10 %	11,66 %
Dalla 2 ^a muta alla filatura del bozzolo	0 %	0 %	1,66 %
* Dalla filatura del bozzolo alla 3 ^a muta	1,66 %	0 %	1,66 %
* Dalla 3 ^a muta allo sfarfallamento	1,66 %	8,33 %	3,33 %
Dallo sfarfallamento al 20° giorno di vita dell'adulto	10 %	8,33 %	3,33 %
* Dalla nascita alla filatura del bozzolo	48,33 %	53,33 %	66,66 %
* Dalla filatura del bozzolo allo sfarfallamento	3,33 %	8,33 %	5 %
Dalla nascita allo sfarfallamento	51,66 %	63,33 %	78,33 %
Dalla nascita al 20° giorno di vita dell'adulto	61,66 %	71,66 %	81,66 %

* Sono esclusi dal conteggio gli individui impupati senza bozzolo.

nella dieta, con valori per le tre prove di 8,33%, 10% e 11,66% rispettivamente.

Questi risultati concordano con quanto ottenuto da Nasseh (1982) con applicazioni topiche di Kinoprene (ZR 777), contrariamente ai risultati di Suter (1978), che con lo stesso composto non registrò alcuna mortalità nelle larve di 1^a età.

La 3^a età, dalla 2^a muta alla filatura del bozzolo, si è rivelata la meno critica, registrando un solo caso di morte per il gruppo con pabulum al massimo dosaggio di Triprene, dovuta ad un'anomalia del forcipe, e ciò in contrasto con quanto ottenuto da Nasseh (1982) e Bull et Al. (1973) che, con applicazioni topiche di diversi iuvenoidi, registrarono per questo stadio una mortalità superiore al precedente.

Considerando il periodo di sviluppo larvale nel suo complesso, si nota comunque una relazione diretta tra la percentuale di mortalità e la concentrazione di iuvenoidi (tab. III), come riscontrato seppur con

trattamenti topici di altri iuvenoidi da Bull et Al. (1973) e da Růžička, Sehnal e Holman (1978).

Una mortalità molto bassa si è avuta per lo stato di eopupa (dalla filatura del bozzolo alla 3^a muta) e pure non molto elevata è stata per

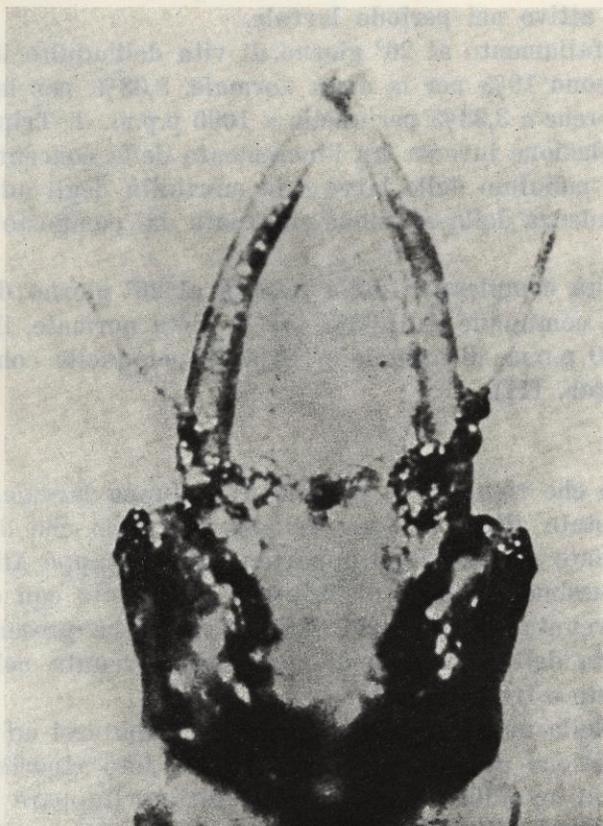


FIG. III

Immagine fotografica del capo di una larva di terza età di *Chrysoperla carnea* (Stephens), appartenente al gruppo alimentato con dieta al massimo dosaggio di Triprene, che presenta una particolare anomalia del forcipe. Questa consiste nella deformità delle mandibole che, rimaste incapsulate nell'esuvia dello stadio precedente, non si sono potute sviluppare normalmente, a differenza dei lobi mascellari, impedendo così alla larva di nutrirsi e portandola quindi a morte.

lo stato di pupa (dalla 3^a muta allo sfarfallamento), comunque nell'intero periodo dalla filatura del bozzolo allo sfarfallamento la mortalità è stata sempre più alta per gli individui in precedenza alimentati con diete al Triprene, anche se non vi è stata una relazione diretta tra la concentrazione di iuvenoidi nella dieta e la mortalità in questi stati (tab. III).

Nel complessivo periodo dalla nascita allo sfarfallamento la mortalità è quindi alta come si vede dalla tabella III con valori di 51,66% per la dieta normale, 63,33% per quella a 200 p.p.m. di Triprene e 78,33% per quella a 1000 p.p.m.. È opportuno notare come la forte mortalità registrata non sia che solo in parte dipendente dall'assunzione del principio attivo nel periodo larvale.

Dallo sfarfallamento al 20° giorno di vita dell'adulto le percentuali di mortalità sono 10% per la dieta normale, 8,33% per la dieta a 200 p.p.m. di Triprene e 3,33% per quella a 1000 p.p.m. di Triprene; si nota quindi una relazione inversa tra l'incremento della concentrazione dello iuvenoide nel pabulum delle larve e la mortalità degli adulti ottenuti, forse in dipendenza della selezione effettuata dal composto in questione (tab. III).

La mortalità complessiva dalla nascita al 20° giorno di vita dell'adulto registra comunque il 61,66% per la dieta normale, il 71,66% per quella con 200 p.p.m. di ormone e l'81,66% per quella con 1000 p.p.m. dello stesso (tab. III).

Anomalie

Per quello che riguarda il periodo di sviluppo larvale, in generale non ci sono state alterazioni sia dell'aspetto fisico che del comportamento, solamente un individuo appartenente al gruppo alimentato con la dieta al massimo dosaggio di Triprene, analizzato con cura dopo la sua morte avvenuta a due giorni dalla 2^a muta, ha presentato un'anomalia. Si tratta dell'unico caso di mortalità, avvenuta nel corso della 3^a età, per tutte e tre le prove.

La causa della morte è probabilmente da imputarsi ad una particolare malformazione del forcipe, visibile nella foto riportata nel testo (fig. III), le cui mandibole non si sono potute sviluppare normalmente poiché al momento dell'ecdisi sono rimaste incapsulate nell'esuvia dello stadio precedente.

Nel corso dell'esperimento alcuni individui si sono impupati senza formare il bozzolo; di questi casi se n'è avuto uno per la dieta normale, uno per la dieta a 200 p.p.m. di Triprene e addirittura cinque per la dieta al massimo dosaggio di Triprene.

Nel corso delle tre prove diversi adulti sono risultati deformati, solamente la dieta a 1000 p.p.m. di iuvenoide ha registrato l'emergenza di un solo adulto anomalo. Mauchamp (1974), invece, alimentando larve di *Tineola bisselliella* Humm. con una dieta contenente uno iuvenoide, notò la produzione di numerosi adulti deformati.

Sex-ratio

I dati relativi a questo argomento sono riportati in tabella IV. Si nota, che il numero di femmine prodotte è sempre superiore a quello

dei maschi e che la percentuale di maschi cala aumentando la dose di Triprene a vantaggio di quella delle femmine. Probabilmente quindi i maschi sono i più sensibili al quantitativo di ormone ingerito dalle larve, contrariamente a quanto trovato da Robertson e Kimball (1979) per *Choristoneura occidentalis* Freeman. In quell'esperimento infatti, le femmine furono più sensibili dei maschi allo ZR 619 ingerito dalle larve.

Fecondità

La capacità di accoppiarsi degli adulti è comunque risultata normale per tutte e tre le prove, contrariamente a quanto osservato da

TAB. IV - Sex-ratio.

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
n° maschi	12	8	5
n° femmine	13	10	7
% maschi	48 %	44,44 %	41,66 %
% femmine	52 %	55,55 %	58,33 %

Oberlander, Sower, Silhacek (1975) su immagini di *Plodia interpunctella* (Hb.) derivanti da larve alimentate con una dieta contenente un certo quantitativo di ormone giovanile.

Per quello che riguarda la fecondità essa è stata studiata calcolando per ogni prova, il numero medio di uova deposte per femmina nei primi 10 gg. di ovideposizione, nei secondi 10 gg. di ovideposizione, e complessivamente nei primi 20 gg. di ovideposizione, effettuando per ogni serie di dati l'analisi della varianza seguita dal test di Duncan sulle differenze tra le medie. La tabella V mostra che si sono trovati valori medi superiori per le femmine derivanti da larve alimentate con diete al Triprene, che però non hanno mostrato differenze statisticamente significative, né tra di loro, né rispetto al testimone, ma il dato è probabilmente condizionato dall'alta mortalità iniziale che ha portato alla produzione di un numero troppo limitato di adulti.

Per quanto concerne la fertilità delle uova, si può dire che essa è apparsa normale per tutte e tre le prove.

Conclusioni

Volendo tirare le somme sul lavoro fatto, si può affermare con sicurezza che il composto impiegato presenta una certa efficacia se somministrato per os a larve di *Chrysoperla carnea* (Stephens) inducendo un allungamento del ciclo preimmaginale e la produzione di bozzoli più pesanti, unitamente ad una certa mortalità.

L'effetto che questo insetto può quindi avere sul contenimento in

TAB. V - Fecondità

Media uova deposte per femmina nei primi 10 gg.	Media uova deposte per femmina nei secondi 10 gg.	Media uova deposte per femmina nei primi 20 gg.
Dieta 2 195,88a a	Dieta 2 142,38a a	Dieta 2 338,25a a
Dieta 3 168,83a a	Dieta 3 130,17a a	Dieta 3 299,00a a
Dieta 1 145,73a a	Dieta 1 118,55a a	Dieta 1 264,27a a

Le lettere in rotondo accomunano i gruppi con medie non significativamente diverse per $P < 0,01$, le lettere in corsivo accomunano i gruppi con medie non significativamente diverse per $P < 0,05$.

campo di fitofagi trattati con questo iuvenoide, verrebbe da un lato esaltato dal prolungamento del periodo di alimentazione come predatore e dall'altro depresso dall'aumento di mortalità.

Per ciò che riguarda il miglioramento delle tecniche di allevamento di questo crisopide, con l'utilizzo di questo regolatore dello sviluppo, si può dire che i dati sull'incremento di fecondità, anche se non statisticamente significativi, probabilmente per lo scarso numero di individui a disposizione, paiono interessanti e potrebbero stimolare altre ricerche in questo senso.

RIASSUNTO

Con questo lavoro si sono voluti valutare gli effetti dello iuvenoide Triprene su *Chrysoperla carnea* (Stephens), somministrato per os alle larve di questo Neurottero, dalla nascita alla filatura del bozzolo. La dieta base utilizzata è stata quella ideata da Hassan e Hagen (1978), modificata da Cava e Sgobba (1982) e prodotta per il presente esperimento con alcune variazioni aventi lo scopo di diminuire la manualità richiesta.

Tale dieta è stata prodotta in tre versioni a differente dosaggio di iuvenoide, somministrate a tre distinti gruppi di 60 larve ognuno: la dieta 1, a dosaggio nullo (testimone), la dieta 2 contenente 200 p.p.m. di Triprene e la dieta 3 contenente 1000 p.p.m. dello stesso.

Si è notato che il composto in questione, somministrato per os determina un prolungamento della 3^a età larvale (dalla 2^a muta alla filatura del bozzolo) che si traduce in un prolungamento di tutto il periodo di sviluppo preimmaginale. Il Triprene induce inoltre un incremento in peso dei bozzoli, unitamente ad una certa mortalità per tutti i periodi di sviluppo preimmaginale. Si nota comunque che dallo sfarfallamento al 20° giorno di vita dell'adulto, la mortalità è decrescente con l'aumentare della concentrazione dello iuvenoida nella dieta delle larve, il che fa pensare che vi sia stato un effetto selettivo.

E' stata pure presa in considerazione la fecondità delle femmine ottenute dalle tre prove e si è notato che essa, se riferita alla semplice media, è superiore per quelle derivanti da larve alimentate con diete al Triprene. Quest'ultimo dato non risulta però statisticamente significativo, probabilmente per lo scarso numero di individui a disposizione dovuto all'alta mortalità iniziale delle tre prove.

Effects of the iuvenoid ZR 619 5E (Triprene) on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae)

SUMMARY

In this work the author considers Triprene juvenoid effects on *Chrysoperla carnea* (Stephens), perorally administered to the larvae of this Neuropteron from hatching to the construction of the cocoon. The basic diet used was the one devised by Hassan and Hagen (1978), modified by Cava and Sgobba (1982) and produced for this experiment with some changes in order to reduce manual labour requirements.

Three types of diet were produced with different titers of juvenoid, administered to three distinct groups of larvae each comprehending sixty individuals: diet 1, having zero titer (control), diet 2 containing 200 p.p.m. and diet 3 containing 1000 p.p.m. of triprene.

It was observed that the compound under examination, perorally administered induces a lengthening of 3rd instar (from the 2nd moult to the construction of the cocoon), which brings about a lengthening of the whole period of preimaginal development. Triprene induces also an increase in weight of cocoons, as well as some mortality during all the preimaginal developmental periods. However, it was noticed that from the eclosion of the imago to the 20th day of adult life, death rate decreases as the juvenoid titer increases in the larval diet, which makes assume that a selective effect has been occurred.

Moreover, the author takes into account the fecundity of the females obtained from the three tests; their reproductive capacity, if referred to the simple average, is higher in those resulting from larvae supplied with triprene diets. This datum is not statistically significant, perhaps for the scarce number of available individuals caused by the initial high death rate in the three tests.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BARONIO P., 1977. — Gli ormoni ontogenetici degli Insetti e loro mimetici come agenti insetticidi: una analisi della sperimentazione con i più immediati fini pratici ed applicativi. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 33: 241-280.
- BULL D. L., RIDGWAY R. L., BUXKEMPER W. E., SCHWARZ M., MCGOVERN T. P., SARMIENTO R., 1973. — Effects of Synthetic Juvenile Hormone Analogues on Certain Injurious and Beneficial Arthropods Associated with Cotton. - *J. Econ. Entom.*, 66: 623-626.
- BRIEGER G., 1973. — Juvenile hormone analogue in diet of the Waxmoth *Galleria mellonella*. - *Die Naturwissenschaften*, 60: 261.
- CAVA F., SGOBBA D., 1982. — Prove di allevamento in ambiente condizionato di *Anisochrysa flavifrons* (Brauer) (Neuroptera, Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 36: 227-244.
- 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.
- EDWARDS J. P., 1975b. — The use of juvenile hormone analogues for the control of some domestic insect pests. - *Proc. 8th British Insect. & Fungic. Conf.*: 267-275.
- GAWAAD A. A. A., 1976. — Effect of three Juvenile hormone analogues on insects from different orders. - *Z. ang. Ent.*, 80: 346-355.
- GAWAAD A. A. A., ABDEL-KARIM E. S., EL-LAKWAH F. A., EL-BERRY A. R., 1974. — Effects of some juvenile hormone analogues on *Spodoptera littoralis* Boisid. (Noctuidae, Lepidoptera). - *Z. ang. Ent.*, 76: 321-325.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1965. — A method of providing artificial diets to *Chrysopa larvae*. - *J. Econ. Entom.*, 58: 999-1000.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1972. — Exploring nutritional roles of extracellular symbiotes on the reproduction of honeydew feeding adult chrysopids and tephritids. - In: Rodriguez J. G. - « Insect and mite nutrition », North Holland, Amsterdam.
- HAMLEN R. A., 1975. — Insect growth regulator control of longtailed mealybug, hemispherical scale, and *Phenacoccus solani* on ornamental foliage plants. - *J. Econ. Entom.*, 68: 223-226.
- HASSAN S. A., HAGEN K. S., 1978. — A new artificial diet for *Chrysopa carnea* larvae. - *Z. ang. Ent.*, 86: 315-320.
- HENRICK C. A., 1982. — Juvenile Hormone Analogs: Structure-Activity Relationships. - In: Coats J. R. - « Insecticide Mode of Action », Academic Press, New York.
- ISHAAYA I., YABLONSKI S., 1976. — Induction of prolonged larval feeding stage by juvenile hormone analogues in *Tribolium castaneum*. - *Phytoparasitica*, 4: 9-18.
- KOZÁR F., VARJAS L., 1976. — Laboratory experiments with juvenoids on the San José scale, *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. - *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.*, 11: 295-303.
- 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., 1975. — Tests of four synthetic growth regulators with juvenile hormone activity against seven species of stored product insects. - *Manit. Entomol.*, 9: 43-52.
- MAUCHAMP B., 1974. — Action of a juvenile-hormone analogue on the biology of *Tineola bisselliella* Humm. - *Ann. Zool. Écol. Anim.*, 6: 407-421.
- MEIER W., KOLAR O., RAMSER E., 1975. — Erfahrungen mit Juvenilhormon-Analogen zur Blattausbekämpfung in Feldversuchen, 1972 bis 1974. - *Mitt. Schweiz. Landw.*, Nr. 1, Jah. 23: 1-16.
- MELLINI E., CESARI R., 1982. — Effetti dello iuvenoide ZR 512 4E (Idroprene) sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 36: 141-158.
- MELLINI E., GIRONI R., 1980. — Effetti di uno iuvenoide sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 189-213.
- NASSEH M. D., 1982. — The effect of juvenoids on aphids' natural enemies. - *Z. ang. Ent.*, 93: 229-234.
- OBERLANDER H., SOWER L., SILHACEK D. L., 1975. — Mating behaviour of *Plochia interpunctella* reared on juvenile hormone-treated diet. - *J. Insect Physiol.*, 21: 681-685.
- ROBERTSON J. L., KIMBALL R. A., 1979. — Effects of insect growth regulators on the western spruce budworm (*Choristoneura occidentalis*) (Lepidoptera: Tortricidae). - *Can. Ent.*, 111: 1361-1368.
- ROUSSET A., 1984. — Reproductive physiology and fecundity. - In: Canard M., Séméria Y., New T. R. - «Biology of Chrysopidae», Dr. W. Junk Publishers.
- RŮŽIČKA Z., SEHNAL F., HOLMAN J., 1978. — Effects of juvenoids on aphid predators. - *Acta ent. bohemoslov.*, 75: 369-378.
- SEHNAL F., 1976. — Action of juvenoids on different groups of insect. - In: Gilbert L. I. - «The Juvenile Hormones», Plenum Press, New York.
- SEHNAL F., 1983. — Juvenile Hormone Analogues. - In: Downer R. G. H., Laufer H. - «Endocrinology of Insects», Alan R. Liss, New York.
- SLÁMA K., ROMANUK M., ŠORM F., 1974. — Insect Hormones and Bioanalogs. - Springer-Verlag, Wien.
- STRONG R. G., DIEKMAN J., 1973. — Comparative effectiveness of fifteen insect growth regulators against several pests of stored products. - *J. Econ. Entom.*, 66: 1167-1173.
- SUTER H., 1978. — The effects of pesticides on the beneficial arthropod *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera; Chrysopidae) - methods and results. - *Schweiz landw. Forsch.*, 17: 37-44.
- VERENINI M., 1983. — Effetti dello iuvenoide ZR 515 4E (Methoprene) sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 38: 95-115.