

Effetti di uno iuvenoido sulla coppia ospite-parassita  
*Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond (1).

(Ricerche eseguite col contributo del Ministero della Pubblica Istruzione)

GENERALITA'

Applicazioni indirette e dirette di iuvenoidi  
sugli entomofagi

Come è a tutti noto, uno degli effetti collaterali indesiderati dei moderni insetticidi di sintesi è rappresentato dalla loro azione pesantemente nefasta sugli entomofagi. E' naturale quindi che in previsione della possibile applicazione dei cosiddetti insetticidi della III generazione, e in particolare dei composti ad azione ormonale, ci si sia subito preoccupati di saggiare la loro incidenza sui nemici naturali dei fitofagi dannosi. Poiché le maggiori possibilità applicative si hanno con i prodotti mimetici dell'ormone giovanile ne deriva che la quasi totalità dei lavori riguarda gli iuvenoidi. L'attenzione è stata rivolta in massima parte ai parassiti e fra questi specialmente agli Imenotteri. Per quanto riguarda i predatori, vista anche la scarsa attinenza con le indagini da noi effettuate, ci limiteremo a ricordare che di essi si sono occupati in modo specifico ed approfondito Bull et alii (1973), Hodek et alii (1973), Ruzicka et alii (1978).

Dati gli scopi eminentemente pratici delle ricerche effettuate con gli iuvenoidi sui parassiti, il parametro che nella grande maggioranza dei casi è stato preso in considerazione è quello della mortalità. In concreto, il più delle volte, l'indagine è consistita nel mettere a confronto il numero di parassiti sfarfallati da gruppi di ospiti non trattati con quelli ottenuti da equivalenti gruppi sottoposti all'azione di tali sostanze. In genere si tratta dunque di applicazioni topiche effettuate, con vari prodotti e a varie dosi, direttamente sull'ospite parassitizzato,

(1) Studi sui Ditteri Larvevoridi. XXXII.

in considerazione anche del fatto che è questa una delle situazioni più comuni in cui si trovano ad operare i fitofarmaci in natura. Le prove sono state condotte per la maggior parte in laboratorio, solo alcune sono state compiute in campagna e gli effetti messi a confronto con quelli raggiunti impiegando insetticidi di uso più comune. I risultati ottenuti sono quanto mai vari in relazione agli insetti trattati, al loro stadio, al composto impiegato, alla dose. Passiamoli brevemente in rassegna.

Vari Autori, in riguardo a specie diverse di Terebranti, appartenenti a svariate famiglie, dichiarano che i prodotti da loro usati ed alle dosi sperimentate non incrementano la mortalità dei parassiti, mentre incidono in misura più o meno grave sull'ospite. Citiamo a questo riguardo Wright e Spates (1972), Wilkinson e Ignoffo (1973) <sup>(2)</sup>, che peraltro hanno effettuato prima il trattamento e poi la parassitizzazione, Hertveldt (1974), Schooneveld et alii (1976), Guerra et alii (1977).

Analoghi risultati ottengono, per *Apanteles melanoscelus* Ratz., Granett et alii (1975) somministrando all'ospite i mimetici dell'ormone giovanile per os e Novak e Senhal (1973 a, b) per tutto il complesso parassitario, compresi quindi anche i Ditteri Larvevoridi, di Lepidotteri defogliatori di piante arboree, con trattamenti effettuati in pieno campo. In relazione a questa loro comprovata innocuità per i parassiti, alcuni Autori giungono addirittura a consigliare l'adozione degli iuvenoidi nei programmi di lotta integrata.

Altri ricercatori affermano invece di avere riscontrato basse percentuali di mortalità a carico di parassiti Imenotteri e Ditteri sviluppatasi a spese di ospiti trattati, come Varjas e Senhal (1973), Sechser et alii (1975), Scheurer et alii (1975), Burov e Popov (1977), Sechser e Varty (1978); questi ultimi, addirittura, hanno distribuito iuvenoidi su larga scala utilizzando il mezzo aereo.

Altri studiosi, infine, segnalano sensibili o addirittura alti livelli di mortalità per gli entomofagi che si evolvono in ospiti trattati. Vinson (1974), Outram (1974) e Granett et alii (1975) (per *Ooencyrtus kuwanai* How.) rilevano effetti nocivi su entrambi i simbionti; McNeil (1975) addirittura denuncia danni maggiori per il parassita (con mortalità che giungono fino al 100%) che non per l'ospite e similmente si esprime Poe (1974) <sup>(3)</sup>. Hamlen (1975) comunque ritiene che gli iuvenoidi siano, per gli entomofagi, meno nocivi di certi insetticidi di largo uso;

---

(2) Costoro non si sono limitati a registrare lo sfarfallamento del parassita ma si sono preoccupati di verificarne la validità, scoprendo che gli adulti sono del tutto normali dal punto di vista morfologico e che la longevità e la sex ratio non si discostano dalla norma.

(3) E così dicasi per Bull et alii (1973) in riguardo ai predatori dei fitofagi del cotone.

Davies e McLaren (1977) sostengono di contro che, per alcuni Afelinidi nemici di diaspidine, certi iuvenoidi sono tossici tanto quanto alcuni fosfororganici; Lema e Poe (1978) precisano che effetti nocivi si riscontrano solo a dosi elevate.

In alcuni casi è stato poi stabilito che la morte dell'entomofago interviene vario tempo dopo la somministrazione del farmaco e solo al raggiungimento di stadi avanzati dello sviluppo: quello di larva dell'ultima età (Granett et alii, 1975, per *Ooencyrtus kuwanai* How.) o quello di pupa (Davies et alii, 1977) o quello di adulto (Smilowitz et alii, 1976).

Come si vede i dati sono quanto mai contrastanti, indice di una situazione estremamente complessa. Infatti specie diverse reagiscono in modo diverso alla stessa sostanza, ed anche la medesima specie cambia la sua risposta in relazione allo stadio e alle modalità di somministrazione del prodotto ormonale. Il primo punto è stato messo bene in evidenza di Vinson (1974) su due parassiti, un braconide e un icneumonide, di larve di un nottuidae; trattando l'ospite, il primo si mostra assai sensibile mentre il secondo appare del tutto refrattario; parimenti Granett et alii (1975) riferiscono che gli iuvenoidi da loro usati sono nocivi per *Ooencyrtus kuwanai* (How.) ma non per *Apanteles melanoscelus* Ratz.

Il secondo punto è stato chiaramente illustrato da Smilowitz et alii (1976) i quali hanno dimostrato che l'icneumonide *Hyposoter exiguae* (Vier.) non risente l'azione dell'idroprene se somministrato all'ospite per os, mentre si dimostra sensibilissimo, con alte percentuali di mortalità, se viene applicato sempre al medesimo per contatto verso la fine dello sviluppo larvale. La ragione di ciò, secondo gli Autori, risiede nel fatto che il parassita, al pari della generalità degli insetti, è sensibile agli iuvenoidi soltanto al termine dell'accrescimento; così solo il trattamento topico cade nel momento adatto, visto che durante la fase trofica dell'ospite il parassita si trova ancora in stadi giovanili.

Prove con iuvenoidi effettuate trattando direttamente i parassitoidi sono una rarità. Del resto questi trascorrono, salvo le forme ectofaghe, gran parte della loro vita confinati entro il corpo dell'ospite. Infatti l'unico stadio del tutto indipendente dalla vittima è quello di adulto; mentre gli stadi di pupa e quello di uovo si trovano esternamente alla vittima solo in certi gruppi sistematici. Pertanto nel corso delle applicazioni fitoiatriche l'impatto diretto con gli entomofagi è sempre possibile specialmente a livello delle forme immaginali. Così Wissinger et alii (1975) riscontrano una significativa diminuzione della fecondità in femmine vergini di *Habrobracon juglandis* (Ashm.) trattate direttamente, nonché nella schiusura delle uova deposte dalle medesime femmine. Wilkinson e Ignoffo (1973) non rilevano invece effetti di sorta per applicazioni effettuate sulle pupe di un altro braconide,

mentre Riviere (1975) nota che le pupe giovani del larvevoride *Pales pavidus* Meig. sono molto sensibili; quest'ultimo Autore ha trattato anche le uova microtipiche dello stesso dittero, che come si sa vengono depositate sul fogliame, senza ottenere però una risposta chiara.

Di fronte ai numerosi Autori che si sono limitati a rilevare l'effetto più grossolano, quello letale, degli iuvenoidi sui parassiti, ben pochi sono coloro che si sono preoccupati di effetti meno drastici, mediati dai cambiamenti fisiologici intervenuti nell'ospite, e di conseguenza della qualità degli entomofagi sottoposti indirettamente a siffatto intervento.

In certi casi è stato rilevato un allungamento della durata dello sviluppo. Vinson (1974), in *Cardiochiles nigriceps* Vier., ha dimostrato che tale aumento è tanto più rilevante quanto maggiore è l'intervallo tra il momento della parassitizzazione e il successivo trattamento. Risultati simili sono segnalati da Smilowitz et alii (1976) nei riguardi di un altro braconide l'*Hyposoter exiguae* (Vier.) e da Granett et alii (1975) che segnalano l'esistenza di un rapporto diretto tra la dose e il prolungamento della durata della vita larvale di *Apanteles melanoscelus* Ratz. In altri casi viene indicato, all'opposto, un possibile accorciamento come nell'encirtide *Ooencyrtus kuwanai* (How.) (Granett et alii, 1975), o addirittura l'uscita di diapausa dell'entomofago (il braconide *Microctonus aethiops* Nees) in seguito all'interruzione della medesima nell'ospite (gli adulti del curculionide *Hypera postica* Gyll.) (Ascerno, 1975). Pure la sex ratio può subire variazioni come ha indicato Vinson (1974) per *Hyposoter exiguae* (Vier.); in questo caso essa si sposta sempre più a favore delle femmine man mano si posticipa il trattamento rispetto alla parassitizzazione.

La somministrazione dei mimetici dell'ormone giovanile all'ospite può addirittura creare condizioni più favorevoli al parassita. Sotto questo principio rientra il caso illustrato da Lawrence et alii (1978) per la coppia *Anastrepha suspensa* (Loew.) - *Biosteres longicaudatus* Ashm: trattando all'inizio della III età le larve del tripetide si ottiene un numero più elevato di adulti del braconide; ciò perché lo iuvenoide fa slittare nel tempo la maturità larvale dell'ospite, la quale costituisce una fase negativa per l'attecchimento dell'entomofago (4).

Particolare attenzione dedichiamo al lavoro di Rivière (1975) perché è l'unico riservato espressamente ad un larvevoride (la *Pales pavidus* Meig.) e per di più in coppia con *Galleria mellonella* L., che pa-

---

(4) Per inciso facciamo notare come questo dato si inquadri perfettamente nel concetto di idoneità ormonale degli ospiti nei riguardi dei parassiti e più in generale nell'ipotesi ormonale formulata da uno di noi (Mellini, 1975) per spiegare il meccanismo delle influenze esercitate dagli ospiti sui loro parassiti.

rassitizza mediante la emissione di uova microtipiche sul suo pabulum, proprio come la nostra *Gonia*. Dei trattamenti diretti su uova e pupe neofornate si è già detto qui sopra, aggiungiamo solo che accanto ad una sensibile mortalità a carico delle seconde si ha lo sfarfallamento di adulti difettosi. I trattamenti indiretti, cioè quelli sull'ospite, e noi soltanto di questi ci siamo occupati, portano alle stesse conseguenze; il numero dei pupari ottenuti non varia molto, anche a dosi assai forti, rispetto al testimoniaio, ma la fuoriuscita degli adulti si abbassa progressivamente, fino ad annullarsi con l'aumentare dei quantitativi di farmaco somministrato.

Come risulta da quanto finora esposto, gli effetti più squisitamente fisiologici dei trattamenti, quelli coinvolgenti lo stesso rapporto parassitario, sono rimasti dunque largamente trascurati. Per di più si nota che la maggioranza dei lavori cade nel triennio 1973-75, quando le possibilità di una larga applicazione degli iuvenoidi nelle campagne sembravano vicine. Di poi con l'affievolirsi delle speranze, di fronte alle difficoltà ed i numerosi insuccessi, l'interesse per gli iuvenoidi nei riguardi dei parassiti è fortemente diminuito. Ora la nostra ricerca si colloca in una posizione particolare, poiché se da un lato illustra in termini di mortalità l'impatto che uno di questi prodotti può avere nei riguardi dei parassiti, dall'altro essa è intesa soprattutto a chiarire se, e in quale maniera, le modificazioni apportate dallo iuvenoide nella fisiologia dell'ospite si trasmettono nel parassita e, più in generale, come esso reagisca alla carica supplementare di ormone che gli giunge tramite il partner, considerata la dipendenza dei parassiti, almeno nelle prime fasi del loro sviluppo, dal bilancio ormonale dell'ospite (Melini, 1975).

#### Applicazioni di iuvenoidi su *Galleria mellonella* L.

Dedichiamo ora un po' di attenzione al nostro ospite. *G. mellonella* L., nella sua qualità di classico animale da laboratorio, non poteva certamente sfuggire a somministrazioni, a scopo sperimentale, dei vari iuvenoidi preparati in questi ultimi anni. Fra i vari Autori che hanno proceduto a tali applicazioni citiamone alcuni.

Benz (1970) è intervenuto topicamente su crisalidi di varia età senza ottenere effetti apprezzabili sulla fecondità, benché questo lepidottero porti a maturazione le uova proprio in questo stadio. Brieger (1973) ottiene risultati diversi trattando larve dell'ultima età per contatto e per os; nel primo caso si ha una discreta mortalità, nel secondo si formano larve giganti che se trasferite su dieta normale danno adulti di grandi dimensioni e fecondi. Senhal e Schneiderman (1973) addirittura iniettano le sostanze attive: se in larve dell'ultima età, che hanno da poco mutato, ottengono delle perfette superlarve, se invece

l'iniezione interessa larve a sviluppo più avanzato si formano individui con caratteristiche intermedie fra larve e pupe. Jacob (1975) studia le correlazioni tra dosi impiegate e le percentuali di individui malfornati, in seguito ad applicazioni topiche su larve dell'ultima età. Plan-tevin (1975) saggia vari prodotti somministrandoli per os e mediante iniezione a larve negli ultimi due stadi, giungendo alla conclusione che la prima modalità è quella che dà i migliori risultati e che sommini-strazioni reiterate permettono di ottenere in successione varie mute soprannumerarie; peraltro gli effetti variano enormemente da prodotto a prodotto, oltre che secondo le modalità di somministrazione.

Ciemior et alii (1979), infine, spiegano i motivi per cui in *Galleria* le larve dell'ultima età, sottoposte a trattamento con iuvenoidi, nella generalità dei casi non soccombano; esse sfuggono all'azione morfoge-netica letale di queste sostanze grazie a modificazioni agenti a livello endocrino le quali portano o all'allungamento della durata dello stadio larvale o al compimento di una muta in soprannumero. Siffatti inter-venti portano a morte l'insetto solo se condotti su larve mature e su crisalidi neoformate.

Questa è la conclusione a cui pervengono i suddetti Autori in base, non solo alla loro sperimentazione, ma altresì all'analisi di tutti i dati disponibili sull'azione degli iuvenoidi su *Galleria* in riguardo alle dosi, al momento dell'applicazione e agli effetti sulla morfogenesi, mute, ac-crescimento e sopravvivenza. Pertanto consideriamo questo lavoro co-me il principale riferimento su quanto succede nel nostro ospite in seguito alla somministrazione di sostanze mimetiche dell'ormone gio-vanile.

#### MATERIALE E METODO

*Galleria mellonella* L. e *Gonia cinerascens* Rond. sono oramai di-venute la coppia fissa sulla quale stiamo conducendo le nostre ricerche sperimentali sul parassitismo degli insetti entomofagi. L'ottima riuscita del loro allevamento in cattività, la conoscenza da noi acquisita sul parassita e quella accumulata da numerosi altri Autori sull'ospite ci consentono di meglio valutare i risultati che di volta in volta otteniamo dalla nostra sperimentazione.

Lo iuvenoide da noi impiegato è lo ZR 619 5E, sintetizzato dalla Zoecon di Palo Alto in California e messo a nostra disposizione dalla cortesia del Dr. A. Formigoni che vivamente ringraziamo.

Con tale prodotto sono stati effettuati 4 esperimenti.

A) Nel primo, ripetuto 3 volte, sono state somministrate per con-tatto dosi progressivamente raddoppiate a larve nelle fasi iniziali della VII età (meno di un giorno dalla muta), preventivamente parassitizzate nello stadio precedente. In media la parassitizzazione ha preceduto di

circa 2 giorni l'applicazione dello iuvenoide, cosicché l'entomofago al momento del trattamento si trovava allo stadio di larva della I età anidata nella muscolatura somatica.

Lo iuvenoide è stato diluito in acetone in ragione dell'1,25-40%, e quindi usato anche a notevole concentrazione, per evitare di somministrare alle larve quantitativi troppo elevati di diluente che si è dimostrato, in prove preliminari, alquanto tossico. La soluzione è stata depositata, in dosi varianti da 1 a 4  $\mu$ l, sul dorso delle larve mediante una microsiringa di grande precisione con sensibilità pari a 0,2  $\mu$ l. I quantitativi di prodotto ormonale tecnico elargiti pro capite variano da 0,025 a 1,6  $\mu$ l; considerato che le larve trattate hanno un peso medio di 60 mg, essi rappresentano, per il vero, dosi decisamente massicce. Dopo di ciò ogni gruppo sperimentale, composto di 20 larve (di 30 nella III ripetizione), è mantenuto per circa 1 ora entro capsule Petri vuote per favorire l'assorbimento del farmaco; in seguito è trasferito entro contenitori di plastica fenestrati (cm 22 x 10 x 8) riforniti di pabulum sufficiente fino all'impupamento. Al solito si è provveduto a rilevare il peso delle pupe, sia dell'ospite che del parassita, entro le 24 ore dalla loro formazione. Oltre ad un testimone non trattato, si è tenuto anche un testimone trattato con 4  $\mu$ l di acetone/individuo. L'esperimento, costituito da 7 tesi nelle prime 2 prove e da nove tesi nella 3<sup>a</sup> prova, è stato quindi condotto su 550 larve di *Galleria* complessivamente.

B) Con la II prova, ripetuta 3 volte, si sono saggiate dosi basse, progressivamente dimezzate da 0,025 a 0,00039  $\mu$ l. Essa è stata condotta con le stesse tecniche della precedente e come quella su larve della VII età iniziale, già sottoposte a parassitizzazione in VI età, e suddivise in gruppi di 30 individui per ognuna delle 9 tesi; pertanto ha interessato complessivamente 810 larve.

C) Con il terzo esperimento si è proceduto prima alle applicazioni del mimetico dell'ormone giovanile alle LVII iniziali dell'ospite e poi alla parassitizzazione, che è seguita due giorni dopo. In questo caso si ritiene che la larva dell'entomofago resti esclusa, a differenza degli esperimenti precedenti, da un brusco impatto con lo iuvenoide, per cui si troverebbe nella condizione di risentire unicamente gli effetti indiretti del farmaco attraverso le modificazioni da esso determinate negli ospiti. Per il resto si sono seguite le modalità già illustrate. In tutto l'esperimento si compone di 2 prove di 7 tesi ciascuna per un totale di 280 larve.

D) Nella quarta prova lo iuvenoide è stato somministrato all'ospite per via orale per un tempo variabile (2 - 4 - 8 - 12 - 16 - 20 giorni) a cominciare dall'inizio dell'ultima età larvale. Il farmaco viene incorporato, in quantitativi pari allo 0,1% in peso, nel pabulum durante la sua preparazione. Per facilitarne una più omogenea distribuzione lo

iuvenoide viene diluito nella dieta usata per la Gonia, costituita per il 70% in peso da H<sub>2</sub>O e per il 30% da miele, e tale « soluzione » sciolta nei componenti liquidi della dieta di Galleria. La differenza sostanziale rispetto alle prove precedenti non risiede tanto nelle modalità di applicazione del mimetico dell'ormone giovanile, quanto piuttosto nel fatto che esso non è somministrato tutto in una volta, come negli anzidetti casi, bensì in maniera continuata e costante anche per lunghi periodi di tempo. La prova, ripetuta 3 volte per il testimonio, nonché per le tesi 4 - 8 - 16 giorni, e solo 2 volte per le tesi 2 - 12 - 20 gg., ha interessato 540 larve.

E' possibile determinare con una certa approssimazione la quantità di iuvenoide ingerita nelle 6 tesi, calcolando la differenza tra il peso iniziale del pabulum e quello residuo all'impupamento. Precisiamo però che il dato così ottenuto è in sensibile difetto poiché è praticamente impossibile allontanare del tutto, dal materiale rimasto, escrementi e seta che risultano intimamente compenetrati con la massa del cibo.

## RISULTATI

I. Esperimento: applicazioni topiche di ZR 619 5E sull'ospite dopo la parassitizzazione (dosi alte).

1. Peso delle pupe. - Il peso delle crisalidi ospiti passa dai 146 mg per i maschi e 216 per le femmine, del testimonio, ad una media generale aggirantesi intorno rispettivamente ai 233 e ai 270 mg per gli individui trattati con la sostanza attiva. Anche l'acetone sembra avere determinato un aumento di peso, soprattutto tra i maschi, ma ciò si è verificato solo in una ripetizione e vi è il sospetto che esso fosse inquinato da resti dello iuvenoide. Tutto sommato non si notano differenze sostanziali tra i pesi realizzati con le varie dosi di farmaco: in pratica la risposta ottenuta con le dosi più basse è la stessa che si è avuta con quella 64 volte più alta. Ciò significa che al di sopra di un certo quantitativo minimo efficace di iuvenoide, gli effetti a livello ponderale non cambiano qualunque sia la dose somministrata: la Galleria compie dunque in ogni caso una sola muta soprannumeraria.

Il peso dei « pupari » <sup>(5)</sup> del parassita, che negli ospiti non trattati è in media di 76 mg per quelli derivati da vittime maschili, e di 91 mg per quelli provenienti da vittime femminili, si porta, sia pure con sensibili fluttuazioni, su una media generale, rispettivamente di 99 e di 117 mg negli ospiti trattati. C'è da rilevare che l'andamento ponderale dei pupari segue abbastanza fedelmente quello delle relative crisalidi, pure nella depressione alla dose 0,1 µl e nel picco alla dose 0,8 µl. Ciò

---

(5) Per semplicità ci riferiamo al contenente intendendovi compreso anche il contenuto.

è poi confermato dall'esame dell'indice di utilizzazione dell'ospite (inteso come rapporto tra il peso del pupario e quello della crisalide) che si mantiene pressoché costante nelle varie tesi, oscillando entro valori medi compresi tra 0,40 e 0,47. Si è portati perciò a concludere che il parassita non ha risentito effetti diretti dalla somministrazione dello iuvenoide alla sua vittima, ma ha semplicemente beneficiato degli incrementi ponderali che lo stesso ha determinato nel suo partner. Del resto al momento della somministrazione del farmaco l'entomofago si trovava allo stadio di larva di I età, cioè in una fase nella quale gli insetti in generale, secondo parere concorde degli Autori, non sono gran ché sensibili a questi prodotti.

2. **Mortalità** - Nell'ospite è stata determinata in due momenti cruciali della vita dell'insetto, e cioè all'incrisalidimento e allo sfarfallamento. Facciamo notare che il primo traguardo ha una importanza decisiva nei confronti del parassita, poiché solo in quello stadio esso è attivato e può completare lo sviluppo.

La mortalità larvale, che nel testimonio è del 17%, praticamente si raddoppia nelle tesi trattate con dosi di 0,025 e 0,05 µl, si triplica alle dosi 0,2 e 0,8 µl (54%) e quasi si quadruplica alla dose 1,6 µl

TABELLA I. - Dati relativi al I esperimento: applicazione topica, dopo la parassitizzazione, dello iuvenoide ZR 619 5E a dosi elevate. Il peso è espresso in mg.

	N° larve	CRISALIDI GALLERIA					PUPARI GONIA					ADULTI GONIA	
		♂♂		♀♀		% impupa- mento	da ospiti ♂♂		da ospiti ♀♀		% sfarfal- lamento	N° totale	% difet- tosi
		N°	Peso M.	N°	Peso M.		N°	Peso M.	N°	Peso M.			
Testimonio	70	33	146,15	25	216,99	82,85	25	76,36	16	91,01	92,68	38	15,78
Acetone 4	70	12	183,39	35	225,95	67,14	7	75,73	18	105,05	92,00	23	26,08
ZR 619 5E													
µl 0,025	30	6	221,59	12	259,51	60,00	2	89,87	4	81,87	83,33	5	20,00
µl 0,05	70	19	238,53	28	272,43	67,14	9	106,92	13	123,89	90,90	20	30,00
µl 0,1	70	22	207,46	30	252,97	74,28	9	87,83	14	109,72	91,30	21	33,33
µl 0,2	90	17	230,40	28	260,62	50,00	8	96,34	11	115,31	89,47	17	35,29
µl 0,4	70	17	242,58	35	275,39	74,28	7	100,19	20	123,20	92,59	25	36,00
µl 0,8	50	10	276,28	13	313,35	46,00	5	114,09	5	131,61	90,00	9	33,33
µl 1,6	30	5	228,46	6	280,22	36,66	2	90,41	3	108,27	80,00	4	75,00

(64%), come si può rilevare nella tabella I. Si ricorda tuttavia che tali quantitativi di farmaco sono straordinariamente elevati, per cui in definitiva Galleria mostra una buona tolleranza al suddetto iuvenoide.

La mortalità pupale degli individui indenni risulta elevata già nel testimonio (59%) e, sia pure con notevoli oscillazioni (forse attribuibili al numero modesto dei dati), si mantiene tale nelle varie tesi per culminare con un picco eccezionale sul 92% per la dose 0,8 µl. Dob-

biamo rilevare che parte delle crisalidi morte mostrano alla dissezione la presenza di larve di III età del parassita pure prive di vita. Poiché ciò accade pressoché in uguale misura nel testimonio come nelle tesi trattate, c'è da concludere che la fine della coppia non dipenda dallo iuvenoide. Esso, come si è detto qui sopra, può agire sì negativamente, ma prima, cioè sulle larve.

La mortalità del parassita è stata valutata solo allo sfarfallamento data, fra l'altro, la difficoltà di verificarla all'impupamento che, come è noto, avviene nel corpo della vittima. Essa si mantiene bassa nel testimonio (7%) e così dicasi per le tesi trattate (7-11%), ad esclusione di quella con la dose minore (0,025  $\mu$ l), ove appare raddoppiata, e della tesi con la dose maggiore (1,6  $\mu$ l) ove risulta quasi triplicata. Tuttavia si può concludere che lo iuvenoide non ha direttamente recato danno al parassita in questa fase della sua vita.

3. Rendimento in pupari del parassita. - E' stato valutato riferendoci al numero di crisalidi formatesi nelle varie tesi. Esso, come si può calcolare sui dati della tabella I, cala di colpo dal 70% del testimonio ad una media globale aggirantesi sul 45% per i gruppi trattati. C'è da aggiungere, poi, che non si notano oscillazioni sensibili tra le varie dosi. Sembra dunque che lo iuvenoide abbia influito negativamente sulla formazione dei pupari, supposto però che le percentuali di parassitizzazione del testimonio non fossero in partenza maggiori rispetto alle tesi trattate.

4. Adulti malformati del parassita. - Si tratta di individui che soccombono qualche tempo dopo lo sfarfallamento senza essere riusciti a distendere le ali e/o ad introflettere lo ptilino. La loro media (riferita al totale di individui sfarfallati in ogni singola tesi), che si aggira sul 16% nel testimonio, sale gradualmente fino al 36% per la dose 0,4  $\mu$ l per giungere con un balzo al 75% per la dose 1,6  $\mu$ l. Il fenomeno sembra abbastanza netto ma non sappiamo fino a che punto sia attendibile vista la scarsità dei dati.

5. Rendimento in adulti normali del parassita. - Questo dato può offrirci un indice immediato e globale delle conseguenze, sia indirette che dirette, derivate al parassita dalla somministrazione dello iuvenoide al suo ospite. La percentuale di adulti, almeno in apparenza normali, di ambo i sessi, che nel testimonio è pari al 45,7% del totale delle larve poste in allevamento, precipita, nelle tesi trattate con dosi varianti da 0,025 a 0,8  $\mu$ l, ad una media oscillante attorno al 16,7% per crollare ulteriormente a solo il 3,3% alla dose di 1,6  $\mu$ l. Anche se il numero dei dati ottenuti in certi gruppi è modesto, il fenomeno si mostra in tutta evidenza.

Tuttavia il confronto è approssimativo, perché non vi è certezza che le varie tesi siano parassitizzate nella stessa misura (pur avendo effettuato una contaminazione preventiva di tutte le larve riunite) ed

inoltre c'è da rilevare che la caduta nella resa dei parassiti adulti normali dipende innanzitutto da un calo nell'indice di impupamento dell'ospite e poi da un incremento nella percentuale di individui difettosi. Peraltro tale caduta è in parte compensata da un aumento megetico dello stesso entomofago.

Va poi sottolineato che le dosi di iuvenoide somministrate in questa prova sono decisamente elevate, visto che la maggiore (1,6 µl di prodotto tecnico) è pari a circa il 2,66% del peso della larva di *Galleria* alla VII età iniziale (60 mg) al momento della applicazione.

## II Esperimento: applicazioni topiche di ZR 619 5E sull'ospite dopo la parassitizzazione (dosi basse).

1. **Peso delle pupe.** - Sia per la serie maschile che per quella femminile non si notano variazioni apprezzabili rispetto al testimone, per somministrazioni di dosi molto basse di iuvenoide (da 0,00039 a 0,00156 µl/larva). Il peso medio degli individui trattati comincia ad aumentare in modo sensibile dalla dose di 0,00312 µl in sù, per raggiungere valori massimi, peraltro contenuti, alla dose più alta di 0,025 µl. Si constata una sostanziale coincidenza tra i valori medi ottenuti in questa prova (mg 218 per i ♂♂ e mg 261 per le ♀♀) e quelli riscontrati nella precedente (rispettivamente 221 e 259 mg) alla medesima dose, che rappresenta nella II prova il quantitativo massimo e nella prima il minimo.

Al solito il peso dei pupari segue in misura tendenzialmente proporzionale quello delle crisalidi, per cui il parassita raggiunge pesi maggiori negli individui trattati con le dosi più alte di iuvenoide.

**TABELLA II.** - Dati relativi al II esperimento: applicazione topica, dopo la parassitizzazione, dello iuvenoide ZR 619 5E a dosi basse.

	N° larve	CRISALIDI GALLERIA					PUPARI GONIA					ADULTI GONIA	
		♂♂		♀♀		% impupa- mento	da ospiti ♂♂		da ospiti ♀♀		% sfarfalla- mento	N° totale	% difet- tosi
		N°	Peso M.	N°	Peso M.		N°	Peso M.	N°	Peso M.			
Testimonio	90	26	130,76	37	176,68	70,00	12	69,74	16	91,60	92,85	26	23,07
Acetone 4 µl	90	23	139,50	45	209,72	75,55	11	64,26	23	91,77	76,47	26	30,76
ZR 619 5E													
µl 0,00039	90	20	146,18	41	190,95	67,77	14	72,79	25	89,52	97,43	38	21,05
µl 0,00078	90	16	146,69	32	183,37	53,33	10	80,19	19	92,53	82,75	24	29,16
µl 0,00156	90	14	145,72	40	193,48	60,00	7	78,81	26	83,03	81,81	27	33,33
µl 0,00312	90	10	167,53	28	220,26	42,22	4	90,40	15	103,70	100,00	19	31,57
µl 0,00625	90	11	190,59	29	245,98	44,44	9	73,72	21	110,01	80,00	24	12,50
µl 0,0125	90	13	207,18	24	224,70	41,11	8	85,24	15	115,63	91,30	21	23,80
µl 0,025	90	7	218,40	23	261,41	33,33	2	112,40	13	101,12	73,33	11	27,27

Si conferma inoltre che la dose di 0,025  $\mu$ l/larva è la più piccola in grado di dare il massimo effetto nella formazione di superlarve.

2. **Mortalità.** - La mortalità larvale dell'ospite, che in definitiva è quella che conta nei riguardi del parassita, poiché il suo sviluppo si sblocca solo quando la vittima si incrisalida, appare in deciso aumento rispetto al testimone (30%) solo dalle dosi di 0,00312  $\mu$ l/larva in su (58,78%→66,67%).

La mortalità del parassita, facilmente rilevabile solo allo sfarfallamento, si mantiene nelle tesi trattate non molto discosto da quella del testimone (7,15%), salvo che nelle tesi a dose maggiore dove si innalza improvvisamente al 26,67%.

3. **Rendimento in pupari del parassita.** - I gruppi trattati hanno fornito percentualmente, con riferimento al numero di crisalidi formatesi, un numero di pupari addirittura superiore a quello dei testimoni. Mentre per questi ultimi le percentuali oscillano tra il 45 e il 50%, per i primi i valori sono compresi tra il 50 e il 75%. Parrebbe quindi logico dedurre che lo iuvenoide non ha esercitato influenze negative direttamente sul parassita. La situazione risulta quindi praticamente capovolta rispetto al I esperimento. C'è tuttavia da rilevare che nel secondo le dosi di iuvenoide sono molto più basse ed inoltre che è arduo fare un rigoroso confronto, il quale richiede identici livelli di parassitizzazione nei vari gruppi sperimentali, cosa difficilmente verificabile anche con una contaminazione collettiva delle larve, come quella che abbiamo fatto.

4. **Adulti malformati del parassita.** - A differenza della prova precedente non emergono scostamenti apprezzabili tra i testimoni e i vari gruppi trattati, oscillando il numero di individui difettosi attorno ad una media generale del 25% circa.

5. **Rendimento in adulti normali del parassita.** - E' al solito riferito al numero delle larve dell'ospite usate nella prova. Esso non differisce in modo apprezzabile dai testimoni (20-22%) ai vari gruppi sottoposti a trattamento (15-33%), escluso quello a dose più alta (0,025  $\mu$ l) ove scende al di sotto del 9%. La somministrazione dello iuvenoide a dosi basse non ha dunque pregiudicato la produzione, in termini numerici, del parassita. Tuttavia, a differenza di quanto notato nel primo esperimento, non si rileva un preciso parallelismo tra rendimento in crisalidi dell'ospite e rendimento in parassiti. Ciò sembra confermare l'esistenza di una certa variabilità nelle percentuali di parassitizzazione nei vari gruppi sperimentali e quindi la difficoltà di giungere a valutazioni esatte in riguardo alla resa in parassiti.

### III Esperimento: applicazioni topiche di ZR 619 5E sull'ospite prima della parassitizzazione.

1. **Peso delle pupe.** - In questa prova, ripetuta due volte, il peso delle crisalidi che nel testimonio è pari a 141,75 per i ♂♂ e a 188,42 per le ♀♀, sale, rispettivamente, nei gruppi trattati, ad una media generale aggirantesi sui 170 mg per i primi e sui 230 mg per le seconde. Si hanno due massimi pressoché uguali alla dose 0,1  $\mu$ l e alla dose 0,8  $\mu$ l, tanto per i maschi, che raggiungono in media i 195 mg, che per le femmine attestatesi intorno ai 250 mg. Rispetto al I esperimento si nota, oltre ad un minore incremento nelle tesi trattate e specialmente in riguardo ai maschi, che le applicazioni del nostro iuvenoide si mostrano efficaci solo dalla dose 0,1  $\mu$ l in sù, mentre nella I prova la risposta appariva netta già alla dose 0,025  $\mu$ l.

Tutto ciò può forse essere posto in relazione col fatto che la parassitizzazione è stata effettuata, nel presente caso, alla VII età, anziché alla VI e questo sembra determinare, sia pure indirettamente, una flessione nel peso degli ospiti.

Il peso dei pupari del parassita rivela un incremento notevole solo alle dosi più alte. Quelli derivati da ospiti maschili, che nel testimonio pesano 78 mg, raggiungono una media massima di 98,84 mg alla dose 0,8  $\mu$ l e medie minime addirittura inferiori a quelle del testimonio alla dose 0,05 (72,50 mg) e alla dose 0,2  $\mu$ l (71,26 mg). Quelli formati in ospiti femminili conservano lo stesso peso del testimonio (mg 100) fino alla dose 0,1  $\mu$ l compresa, raggiungono un peso minimo (85 mg) alla dose 0,2  $\mu$ l ed il massimo alla dose 0,8  $\mu$ l (mg 130).

L'esame dell'indice di utilizzazione dell'ospite, che nel testimonio è pari a 0,55 sia nelle crisalidi maschili che in quelle femminili, si mantiene leggermente più basso in tutte le tesi trattate e comunque entro limiti di oscillazione abbastanza modesti: da 0,43 a 0,53 per i parassiti provenienti da ospiti maschili, da 0,39 a 0,50 per quelli derivati da ospiti femminili. Tutto ciò significa che i pesi dei pupari si mantengono sostanzialmente proporzionali a quelli delle crisalidi in cui si sono evoluti, come del resto si era già visto nei due precedenti esperimenti.

2. **Mortalità.** - La mortalità larvale dell'ospite, che è relativamente bassa nel testimonio (22,50%) e nelle tesi trattate fino alla dose 0,2  $\mu$ l compresa (21,67%), si raddoppia alle dosi superiori. La mortalità totale, calcolata in base al numero degli adulti sfarfallati rispetto al numero di larve poste in allevamento (tolte quelle che hanno dato il parassita), è assai elevata, evidentemente a causa di una forte moria durante lo stadio di crisalide; essa si mantiene infatti sempre al di sopra del 69% in tutte le tesi, compreso il testimonio (73%) con punta minima per la dose 0,8  $\mu$ l (69,24%) e massima per la dose 0,4  $\mu$ l (91,67%).

La mortalità del parassita allo stato di pupa si mantiene, nelle tesi trattate fino alla dose 0,4  $\mu$ l, prossima a quella del testimonio (15,39%) col minimo di 0 per la tesi 0,1  $\mu$ l e massimo del 29,32% per la dose 0,2  $\mu$ l; solo alla dose 0,8  $\mu$ l la percentuale di pupari da cui non fuoriescono adulti si innalza bruscamente raggiungendo quota 50%. Tutto sommato non ci discostiamo molto dai valori riscontrati nel primo esperimento, salvo che per questa ultima tesi.

TABELLA III. - Dati relativi al III esperimento: applicazione topica, prima della parassitizzazione, dello iuvenoide ZR 619 5E a dosi elevate.

	N° larve	CRISALIDI GALLERIA					PUPARI GONIA					ADULTI GONIA	
		♂♂		♀♀		% impupa- mento	da ospiti ♂♂		da ospiti ♀♀		% sfarfal- lamento	N° totale	% difet- tosi
		N°	Peso M.	N°	Peso M.		N°	Peso M.	N°	Peso M.			
Testimone	40	19	141,75	12	188,42	77,50	11	77,97	2	100,19	84,61	11	18,18
Acetone 4 $\mu$ l	40	25	144,28	12	210,21	92,50	18	76,42	11	101,54	86,20	25	36,00
ZR 619 5E													
$\mu$ l 0,05	40	17	147,78	16	204,33	82,50	11	72,32	12	100,39	91,30	21	33,33
$\mu$ l 0,1	40	16	195,07	13	256,35	72,50	10	89,48	5	100,13	100,00	15	26,66
$\mu$ l 0,2	60	28	179,28	19	243,63	78,33	23	71,26	11	85,04	70,58	24	37,50
$\mu$ l 0,4	40	6	175,51	16	215,07	55,00	3	91,97	10	96,87	100,00	13	38,46
$\mu$ l 0,8	20	4	196,17	8	248,05	60,00	3	98,84	3	129,26	50,00	3	33,33

3. **Rendimento in pupari del parassita.** - E' riferito al numero di crisalidi dell'ospite ottenute nelle varie tesi. In tutte le tesi trattate la resa, oscillando tra il 52 e il 72%, è sempre superiore a quella del testimonio (42%). Ciò sembra significare che il parassita non incontra difficoltà a concludere il proprio sviluppo in ospiti che allo stato larvale, e prima della sua penetrazione, erano stati sottoposti all'azione dello iuvenoide.

Nel I esperimento, dove il trattamento dell'ospite era stato effettuato dopo la parassitizzazione, il rendimento in pupari del parassita appare invece minore nelle tesi trattate. Tale discrepanza è verosimilmente da attribuirsi ad un maggiore (I prova) ed un minore (III prova) livello di parassitizzazione del testimonio rispetto alle tesi trattate. Date le modalità di contaminazione, non è possibile, come si è detto, uniformarlo nei vari gruppi sperimentali.

4. **Adulti malformati del parassita.** - La percentuale di adulti difettosi del parassita sale dal 18,18% del testimonio ad una media generale del 34% per tutte le tesi trattate (minimo 26,66% alla dose 0,1  $\mu$ l, massimo 38,46% alla dose 0,4  $\mu$ l). Anche qui abbiamo valori prossimi a quelli incontrati nel I esperimento. Si è pertanto propensi a concludere, in base ai punti 3 e 4, che per il parassita

è praticamente indifferente che il trattamento venga effettuato sull'ospite prima o dopo che ne abbia preso possesso. Ciò sembra indicare che gli effetti negativi dello iuvenoide sul parassita (come del resto quelli positivi) sono indiretti, cioè dipendono da alterazioni indotte dal principio attivo nell'ospite le quali si ripercuotono sfavorevolmente sull'antagonista.

5. **Rendimento in adulti normali del parassita.** - Essendo riferito al numero di larve dell'ospite messe in allevamento è il dato che riassume tutte le possibili conseguenze che derivano al parassita da un trattamento effettuato sull'ospite. La resa in adulti nel testimonio, che risulta piuttosto bassa (22,5%), è superata più o meno nettamente da quella delle tesi trattate, escluse le due a dosi più elevate (in particolare la più forte ove è dimezzato). Ciò è, almeno in parte, la conseguenza del fatto che nel testimonio anche il rendimento in pupari era risultato il più basso. I dati presenti ci dicono però qualcosa di più, rivelandoci che oltre alla quantità anche la qualità dei parassiti ottenuti non ne ha scapitato.

Questi risultati contrastano con quelli emersi nel primo esperimento ove si ha invece un sensibile declino del parassita nelle tesi trattate. Tale discordanza, come si è più sopra accennato, deriva almeno in parte da un differente grado di parassitizzazione dei testimoni rispetto alle tesi trattate e, aggiungiamo, dal fatto che nella prima prova il testimonio ha dato percentualmente un numero maggiore di crisalidi, mentre in questa esso è risultato all'incirca uguale a quello delle tesi trattate. Si esclude perciò ogni rilevanza al fatto che la parassitizzazione abbia preceduto o seguito il trattamento, anche se ciò significa, per l'endofago, possibilità od esclusione di un contatto diretto con lo iuvenoide.

IV Esperimento: somministrazione di ZR 619 5E per via orale all'ospite, dopo la parassitizzazione.

1. **Peso delle pupe.** - L'ospite trattato per os mostra incrementi ponderali assai superiori a quelli realizzati mediante applicazione topica dello stesso principio attivo. Infatti, mentre le crisalidi formatesi da larve allevate con dieta standard pesano in media mg 129 nella serie maschile e mg 186 nella serie femminile, quelle derivate da larve nutrite con pabulum trattato per 4 giorni salgono rispettivamente a mg 254 e 285 e quelle provenienti da larve cui è stato propinato lo iuvenoide per 8 gg. consecutivi raggiungono i 285 e i 326 mg. Raddoppiando ancora una volta la durata del trattamento, i valori ponderali medi subiscono un'ulteriore balzo in alto; tuttavia accanto a crisalidi con pesi assai inferiori alla media se ne trovano altre, di peso eccezio-

nale, che rasentano il tetto dei 500 mg e che probabilmente hanno compiuto ben 2 mute supplementari. Con una esposizione di 20 gg il peso delle crisalidi maschili risulta ulteriormente incrementato, mentre quello delle femminili tende a flettersi; non è pertanto chiaro se prolungando ancora la durata del trattamento è possibile ottenere un ulteriore ingigantimento delle crisalidi. Certo è che la percentuale delle superlarve che non riescono ad impuparsi sale notevolmente col protrarsi dell'esposizione allo iuvenoide.

Il peso medio dei pupari del parassita tende anche in queste prove ad adeguarsi a quello dell'ospite. Da pupari che nel testimonio pesano in media 62 mg, se derivati da crisalidi maschili, e 92 mg, se formati in crisalidi femminili, si passa a pupari che raggiungono in me-

TABELLA IV. - Dati relativi al IV esperimento: applicazione per os, dopo la parassitizzazione, dello iuvenoide ZR 619 5E.

Durata del trattamento	N° larve	CRISALIDI GALLERIA					PUPARI GONIA					ADULTI GONIA	
		♂♂		♀♀		% impupamento	da ospiti ♂♂		da ospiti ♀♀		% sfarfallamento	N° totale	% difettosi
		N°	Peso M.	N°	Peso M.		N°	Peso M.	N°	Peso M.			
Testimone	90	33	129,47	50	186,24	92,22	14	62,87	32	92,70	84,78	39	23,07
2 giorni	60	11	150,68	21	233,64	53,33	2	65,93	9	98,05	72,72	8	12,5
4 ""	90	36	254,38	37	285,30	81,11	14	108,94	12	136,14	92,30	24	4,16
8 ""	90	23	285,45	31	326,43	60,00	9	122,18	10	147,23	73,68	14	14,28
12 ""	60	10	293,71	28	354,13	63,33	6	121,75	16	146,96	63,63	14	21,42
16 ""	90	19	300,79	31	365,44	55,55	5	134,95	13	149,90	77,77	14	42,85
20 ""	60	6	337,70	24	356,09	50,00	2	131,74	7	121,74	33,33	3	66,66

dia, rispettivamente 134 e 149 mg in ospiti trattati per 16 gg. Comunque l'incremento maggiore si registra nel caso di trattamenti all'ospite della durata di 4 gg., ove infatti il peso medio dei pupari è aumentato, rispetto al testimonio, del 73% per quelli formati in crisalidi maschili e del 47% per quelli da crisalidi femminili.

L'indice di utilizzazione dell'ospite da parte del parassita diminuisce progressivamente, e nella stessa misura sia nelle crisalidi maschili che in quelle femminili, con l'aumentare della durata del trattamento. Si ritiene peraltro che tale decremento non sia in funzione del tempo di esposizione dell'ospite allo iuvenoide, ma semplicemente del fatto che il parassita non può continuare ad ingrandirsi indefinitamente seguendo puntualmente il gigantismo sperimentalmente indotto nel suo ospite.

2. **Mortalità.** - Il numero di crisalidi che si formano nel pabulum trattato è nettamente inferiore a quello del testimonio; si scende infatti da una resa del 92% ad una oscillante tra il 50 e il 63% (esclusa la tesi relativa ai 4 giorni). Allo sfarfallamento si ha una ul-

teriore e ancora più marcata decimazione per cui, mentre nel testimonio il numero di adulti è pari all'81% delle larve non parassitizzate poste in allevamento, nelle tesi trattate esso scende a medie varianti dal 40 all'11%.

La mortalità media del parassita allo stato di pupa varia dall'8 al 36% nelle tesi trattate (esclusa quella dei 20 giorni ove sale al 66%), contro il 15% del testimonio. Sembra pertanto che gli iuvenoidi somministrati all'ospite non interferiscano a distanza sulle metamorfosi del parassita, salvo, forse che per trattamenti assai prolungati.

3. **Rendimento in pupari del parassita.** - Se si esclude la tesi relativa ai 12 gg, la resa (rapportata al quantitativo di crisalidi ottenute) nei gruppi trattati è notevolmente inferiore (30-36%) a quella del testimonio (55%). Parrebbe dunque che il trattamento incida direttamente in modo negativo sul parassita; ma poiché il livello di parassitizzazione può essere già in partenza diverso nei vari gruppi, non sembra lecito giungere a tale conclusione, che è d'altronde contraddetta dalla vistosa eccezione della sopracitata tesi, ove sia pure di qualche punto, viene superato il tetto raggiunto nel testimonio. In assoluto invece la resa in pupari è sensibilmente inferiore nei gruppi trattati, dato che le sensibili perdite che questi subiscono prima dell'incrisalidamento coinvolgono necessariamente le giovani larvette del parassita.

4. **Adulti malformati del parassita.** - Assommano al 23% nel testimonio, ed a valori oscillanti tra il 4 e il 66% nelle tesi trattate. Si nota un aumento tendenzialmente progressivo nelle percentuali degli individui difettosi in rapporto con la durata del trattamento. Tuttavia, vista l'esiguità e la difformità dei dati disponibili, tale relazione non può essere considerata reale.

5. **Rendimento in adulti normali del parassita.** - Come nelle prove precedenti è riferito al numero di larve presenti in ciascuna tesi. Il numero di *Gonia* normali diminuisce col prolungarsi dell'esposizione ma in misura accentuata solo per i trattamenti durati 16 e 20 gg, nei quali si scende al 9 e all'1% contro il 33% del testimonio. Corrispondentemente le percentuali di adulti difettosi in queste due ultime tesi salgono al 42 e al 66%, mentre nel testimonio si aggirano sul 23%.

## CONCLUSIONI

### Effetti sull'ospite.

La somministrazione di ZR 619 5E a larve nelle fasi iniziali dell'ultima età determina un allungamento della loro vita ed un peso superiore, grazie ad una maggiore assunzione di cibo ed all'espletamento di

**TABELLA V.** - Effetti globali dello iuvenoide sulla massa dell'ospite e quella del parassita. Si può notare, nelle varie tesi, una certa compensazione tra la caduta numerica e l'incremento ponderale per entrambi i simbionti. I dati contrassegnati da un asterisco sono stati calcolati per le tesi comprendenti un numero diverso di larve, allo scopo di rendere possibile un immediato confronto.

T E S I	CRISALIDI GALLERIA			PUPARI GONIA		
	N°	PESO mg		N°	PESO mg	
		medio	totale		medio	totale
<b>I ESPERIMENTO</b>						
Testimone	58	176,60	10.242,80	41	82,07	3.365,16
Acetone 4 µl	47	215,08	10.108,93	25	96,84	2.421,01
ZR 619 5E µl 0,025	42*	246,87	10.368,54	15*	84,53	1.268,05
" µl 0,05	47	258,72	12.160,11	22	116,94	2.572,85
" µl 0,1	52	233,71	12.153,22	23	101,15	2.326,55
" µl 0,2	35*	249,39	8.728,65	15*	107,32	1.609,83
" µl 0,4	52	264,66	13.762,51	27	117,23	3.165,33
" µl 0,8	32*	297,23	9.511,44	14*	122,85	1.719,90
" µl 1,6	25*	256,69	6.417,31	12*	101,04	1.212,55
<b>II ESPERIMENTO</b>						
Testimone	63	157,72	9.936,36	28	82,23	2.302,48
Acetone 4 µl	68	185,96	12.645,90	34	82,86	2.817,57
ZR 619 5E µl 0,00039	61	176,27	10.752,55	39	83,51	3.257,06
" µl 0,00078	48	171,14	8.214,88	29	88,27	2.559,97
" µl 0,00156	54	181,09	9.779,28	33	82,13	2.710,45
" µl 0,00312	38	206,38	7.842,58	19	100,90	1.917,10
" µl 0,00624	40	230,74	9.229,91	30	99,12	2.973,69
" µl 0,0125	37	218,54	8.086,14	23	105,05	2.416,15
" µl 0,025	30	251,37	7.541,23	15	102,62	1.539,36
<b>III ESPERIMENTO</b>						
Testimone	31	159,81	4.954,29	13	81,38	1.058,05
Acetone 4 µl	37	165,66	6.129,52	29	85,94	2.492,50
ZR 619 5E µl 0,05	33	175,19	5.781,54	23	86,96	2.000,20
" µl 0,1	29	222,54	6.453,67	15	93,03	1.395,45
" µl 0,2	31	206,26	6.394,23	22	75,64	1.664,18
" µl 0,4	22	204,28	4.494,18	13	95,73	1.244,61
" µl 0,8	24	230,75	5.538,16	12	114,05	1.368,60
<b>IV ESPERIMENTO</b>						
Testimone	83	163,66	13.584,51	46	83,63	3.846,58
2 giorni	47*	205,39	9.653,72	16*	92,02	1.472,44
4 ""	73	270,05	19.713,78	26	121,49	3.158,84
8 ""	54	308,97	16.684,68	19	135,36	2.571,92
12 ""	57*	338,23	19.279,11	33*	140,08	4.622,79
16 ""	50	340,87	17.043,65	18	145,74	2.623,45
20 ""	45*	352,41	15.858,54	13*	124,04	1.612,62

N.B. - Mentre il numero di crisalidi e il loro peso totale dipende, in pratica, soltanto dallo iuvenoide, il numero e il peso totale dei pupari dipende anche dalle percentuali di parassitizzazione che possono variare nelle singole tesi, pur essendo state tutte le larve di ogni esperimento sottoposte a parassitizzazione collettiva.

mute soprannumerarie. Se lo iuvenoido è applicato una tantum, per contatto, si rilevano, sì, sulle crisalidi derivate da larve trattate notevoli incrementi di peso rispetto al testimonia, ma non si notano, di contro, differenze nette di peso in relazione alle dosi somministrate; probabilmente, qualunque sia il quantitativo dato al di sopra di un minimo efficace, le larve, o la maggioranza di esse, si limitano a compiere una sola muta aggiuntiva. Se invece il mimetico dell'ormone giovanile viene propinato per os assieme al cibo, si osserva una relazione diretta tra la durata del trattamento e il peso realizzato; probabilmente la maggioranza delle larve compie da una fino a 2-3 mute supplementari col prolungarsi dell'esposizione. Tuttavia per la durata maggiore (20 gg) il peso medio non aumenta ulteriormente (per la serie femminile), perché accanto a crisalidi veramente giganti, che sfiorano il tetto dei 500 mg (e quindi un peso ben 3 volte superiore a quello del testimonia), ve ne sono altre di dimensioni del tutto normali. Più in generale, quindi, il compimento di mute soprannumerarie, in seguito a trattamenti ormonali, non va inteso come un fenomeno totalitario, ma in termini percentuali: col variare della dose varia, nello stesso senso, il numero di individui che subiscono la muta.

La mortalità larvale dell'ospite risulta alquanto più elevata nelle tesi trattate e tende ad aumentare col crescere della dose, in particolare a quelle più alte; tuttavia anche in questi casi non è eccessiva, non superando o superando di poco, e solo in due tesi, il 60% (contro percentuali dell'8-30% dei testimoni), nonostante le massicce dosi propinate. La mortalità pupale nelle tesi trattate topicamente non si discosta molto, sia pure con notevoli oscillazioni, da quella, per il vero assai elevata (sul 50% ed oltre), dei testimoni. Nelle tesi ove si è proceduto al trattamento per os la mortalità pupale aumenta invece notevolmente e progressivamente con la durata della permanenza sul *pabulum* trattato.

In conclusione l'esposizione delle larve di *Galleria* dell'ultima età al suddetto iuvenoido determina, ad un tempo, effetti positivi e negativi: da un lato infatti porta ad un incremento ponderale più o meno forte e dall'altro ad una mortalità larvale e pupale sensibile però solo a dosi molto alte. Vi è quindi, tendenzialmente, una compensazione tra numero e peso delle crisalidi nell'ambito di ciascuna tesi per cui, come risultato finale, si ha che il peso totale delle crisalidi formatesi nei vari gruppi trattati con dosi basse o medie di iuvenoido può uguagliare o addirittura superare quello del testimonia (vedi tabella V).

Gli adulti giganti che sfarfallano depongono, a quanto pare, uova fertili da cui schiudono larvette vitali, come è risultato ad un primo controllo.

#### Effetti sul parassita.

Appaiono nella generalità mediati da quelli verificatisi a livello

dell'ospite. Innanzitutto notiamo che la durata dello sviluppo si allunga nella stessa misura di quello della vittima, dato che il parassita resta bloccato come larva della II età iniziale fino a quando il partner non si incrisalida. Il peso dei « pupari » aumenta in tutti e 4 gli esperimenti in concomitanza con quello delle crisalidi. Tuttavia l'indice di utilizzazione dell'ospite da parte del parassita, inteso come rapporto tra il peso raggiunto da questo ultimo e quello del primo, tende ad abbassarsi con l'aumentare del peso della vittima. Ciò diviene particolarmente evidente nell'esperimento per os dove, grazie alla prolungata somministrazione della sostanza attiva, le crisalidi hanno raggiunto pesi eccezionali. Si ritiene che tale flessione dipenda semplicemente dal fatto che il parassita non può crescere indefinitivamente con l'ingigantirsi della vittima e non da interferenze imputabili ai trattamenti.

Per quanto riguarda la mortalità precisiamo subito che essa si manifesta in vari momenti della vita dell'endofago. Innanzitutto la morte dell'ospite allo stato di larva coinvolge automaticamente la giovane larveta confinata nei muscoli. Poi, il parassita può soccombere come larva di III età nella vittima che ha raggiunto lo stato di crisalide, come abbiamo riscontrato dissezionando queste ultime in putrefazione. Comunque il rendimento in pupari del parassita, riferito al numero di crisalidi ottenute, non varia in modo evidente nelle tesi trattate rispetto al testimonio, il che significa che l'endofago non ha subito effetti negativi da parte dello iuvenoide. La mortalità pupale, misurata sul numero di pupari non sfarfallati, non aumenta nelle tesi trattate, salvo alle dosi massime.

La resa in adulti normali, rapportata al numero di larve poste in allevamento, ci fornisce un'idea globale degli effetti quantitativi derivati al parassita dalla somministrazione dello iuvenoide al suo ospite. Essa è sovente inferiore nelle tesi trattate e tende a diminuire con l'aumentare delle dosi di principio attivo. Tuttavia se la confrontiamo col rendimento in crisalidi dell'ospite vediamo che essa presenta all'incirca lo stesso andamento. Ciò conferma che lo iuvenoide non ha avuto effetti negativi diretti sul parassita, ma che la minore produzione di adulti normali dipende semplicemente dalla mortalità verificatasi nella vittima allo stato di larva in seguito ai trattamenti. Lo iuvenoide applicato all'ospite è dunque dannoso per il parassita nella misura in cui esso uccide l'ospite stesso e poiché è poco nocivo per questo, salvo per dosi molto forti, non reca danni sensibili all'antagonista; nel contempo presenta anche lati positivi nel senso che permette, attraverso la formazione di crisalidi maggiorate, la genesi di pupari più pesanti e ciò compensa almeno in parte la flessione numerica (6). Aggiungiamo

---

(6) Volendo considerare solo l'aspetto quantitativo, è certo che il peso totale dei parassiti ottenuti nel testimonio (dove gli individui sono più piccoli, ma più numerosi)

che praticamente non fa differenza se il trattamento topico con lo iuvenoida ha seguito o preceduto la parassitizzazione, né se ha, più o meno a lungo, accompagnato l'endofago come è accaduto nel caso della somministrazione per os.

Gli adulti provenienti dai pupari giganti (fino a 170 mg contro i 60-100 dei testimoni) oltre a presentarsi morfologicamente normali sono, a quanto pare, vitali e fecondi, anche se non è facile poterlo determinare con precisione, data la scalarità dei loro sfarfallamenti che ostacola la inseminazione delle femmine.

Come si vede, il parassita segue perfettamente il destino del suo ospite ingigantendosi con esso o con esso morendo. Si conclude quindi che lo iuvenoida applicato all'ospite ha determinato a livello del parassita, praticamente, solo effetti indiretti. La mancanza di effetti diretti deriva verosimilmente dal fatto che, al momento dell'applicazione, il parassita si trova alla I età larvale (al massimo nell'ospite non incrisalidato arriva fino alla II iniziale) quindi in uno stadio poco o nulla sensibile agli iuvenoidi che nei Ditteri Brachiceri, come del resto in altri ordini, sembrano efficaci solo su larve mature o prossime alla maturità (cfr. ad esempio, Palaniswami e Sivasubramanian, 1977).

La generalità degli Autori che hanno studiato gli effetti sui parassiti degli iuvenoidi applicati agli ospiti, si è preoccupata soprattutto di misurarne il potere letale. Ne consegue che l'ospite viene, in pratica, considerato come una sorta di barriera, cioè alla stregua di un bozzolo, di un follicolo, di un qualsiasi apparato protettivo inerte, che il principio attivo deve superare per potere colpire il parassitoide che si trova celato all'interno. In definitiva non ci si cura delle ripercussioni, a parte la morte, che il prodotto ormonale provoca sull'ospite e in particolare se, e in quale misura, queste vengono recepite dall'endofago e la sua fisiologia modificata. Noi abbiamo invece tenuto conto anche e soprattutto di questo aspetto, dato che la nostra esperienza in fatto di parassiti ci ha insegnato che gli effetti subiti dalla vittima, in seguito all'applicazione dei più svariati stimoli, finiscono col ripercuotersi, in modo più o meno evidente, sul suo parassita. Così è, ad esempio, per l'incremento ponderale; proprio nella stessa coppia *Galleria - Gonia* abbiamo visto che tale incremento, sia esso indotto nell'ospite da fattori biologici, quali l'affollamento (Mellini et alii, 1979a), ovvero da fattori fisici quali la temperatura (Mellini et alii, 1979b), ed infine da fattori chimici quali gli iuvenoidi, si trasferisce sempre, quasi proporzionalmente, nel parassita.

---

spesso supera decisamente quello dei parassiti ottenuti nelle singole tesi trattate (dove gli individui sono più grandi ma meno numerosi); non di rado però il rendimento di queste ultime, in termini di massa, si avvicina o addirittura supera quello dei testimoni. Non bisogna però dimenticare che le larve delle varie tesi pur essendo state parassitizzate tutte assieme possono in realtà presentare percentuali di parassitizzazione diverse.

RIASSUNTO

Sono stati compiuti 4 esperimenti somministrando alle larve ospiti, agli inizi dell'ultima età, dosi varianti da 0,00039  $\mu$ l a 1,6  $\mu$ l di ZR 619 5E, mediante applicazioni topiche prima della parassitizzazione o dopo la parassitizzazione, nonché per via orale, aggiungendo il principio attivo alla dieta artificiale in ragione dello 0,1%, per un periodo variabile da 2 a 20 gg.

Gli effetti su *Galleria* sono consistiti in: a) prolungamento della vita larvale, b) incremento ponderale, c) aumento della mortalità (quasi esclusivamente a carico delle larve), che peraltro non ha mai superato il 40% rispetto al testimone, anche alle dosi più alte. Mentre l'assunzione per os, se prolungata nel tempo, determina un progressivo ingigantimento, l'applicazione per contatto, effettuata una tantum, dà, al di sopra di una dose minima efficace, risposte simili per quantitativi diversi, anche massicci.

Gli effetti sul parassita, che come per l'ospite sono comparibili in tutti e 4 gli esperimenti, sono quasi esclusivamente indiretti, appaiono cioè mediati da quelli verificatisi nella vittima. A) Si allunga infatti la durata della vita larvale nella stessa misura, giacché l'endofago resta bloccato come larva della II età nelle fasi iniziali finché l'ospite non si incrisalida. B) Il peso aumenta anche se non in misura strettamente proporzionale a quello del partner; l'indice di utilizzazione dell'ospite da parte del parassita (cioè il rapporto in peso tra il secondo ed il primo) tende infatti a flettersi oltre un certo limite di ingrossamento dell'ospite. C) Le percentuali di mortalità salgono in pratica di pari passo con quelle dell'ospite; ed infatti il confronto tra la resa in crisalidi e quella in pupari nelle varie tesi dimostra che la mortalità del parassita dipende unicamente, o quasi, da quella dell'ospite.

In queste prove lo iuvenoido è stato somministrato alla coppia in un periodo in cui l'ospite si trovava in uno stadio sensibile (larva dell'ultima età) ed il parassita in uno resistente (larva della I età) all'azione dei mimetici dell'ormone giovanile. Lo ZR 619 5E ha pertanto agito sul parassita tramite modificazioni indotte nel suo ospite, e come in questo ha determinato, ad un tempo, effetti negativi quali un aumento, peraltro contenuto della mortalità, ed effetti positivi quali notevoli incrementi ponderali; per cui il bilancio, con riferimento alla massa totale dei parassiti espressa in grammi (peso medio x numero di individui), tende a livellarsi col testimone nelle varie tesi trattate, escluse quelle a dosi più forti.

Effects of a juvenoid on the host-parasite couple *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond.

SUMMARY

Four experiments have been performed, by administering the host larvae, at the beginning of the last stage, ZR 619 5E doses ranging from 0,00039  $\mu$ l through 1,5  $\mu$ l, by means of topical application before or after the parasitization, as well as orally, by adding the juvenoid at the rate of 0,1% to the artificial diet, for a period covering 2 through 20 days.

The effects observed on *Galleria* have been the following: a) prolongation of the larval life, b) weight increase, c) moderate increase of death rate (almost exclusively concerning the larvae), even with higher doses. While the ingestion, if continued for a long period, determines a progressive giantism, the una tantum application by contact offers, above a minimum efficacious dose, similar results with different and even big quantities.

The effects on the parasite, which as in the case of the host, are comparable in all the four experiments, are almost exclusively of indirect nature, as all the observed effects have been caused by those occurred with the victim. A) Indeed, the duration of the larval life increases in the same measure, because the parasite growth is arrested in the 2nd stage until the host becomes a chrysalis. B) The weight increases, even though the increase rate is not strictly proportional to that of the partner; the degree of exploitation of the host by the parasite (that is the weight ratio between the latter and the first) tends in fact to slow down after a certain degree of growth of the host. C) The death rate increases proportionally to that of the host; indeed, a comparison between the chrysalis and puparia obtained with the various tests evidences that the death rate of the parasite depends almost exclusively from that of its host.

In these experiments, the juvenoid has been administered to the couple during a period when the host was sensible (larva of the last stage) and the parasite insensible (larva in the 1st age) to the action of the juvenile hormone. ZR 619 5E has thus been acting on the parasite by means of modifications caused to its host, and has determined for both either some negative effects, like a slight increase of the death rate, and some positive effects, like a considerable weight increase; therefore, the final balance, with reference to the total quantity of parasites expressed in grams (average weight x number of individuals), tends to reach the same level in many tests, excluding those with higher doses.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- ASCERNO M. E., 1975. - Effects of the Insect growth regulator Altozar on the parasitoid *Microctonus aethiops*, and its host, *Hypera postica*. - *J. New York Entomol. Soc.*, 83: 243.
- BENZ G., 1971. - Failure to demonstrate sterilans effect of juvenile hormone mimetics in *Pieris brassicae* and *Galleria mellonella*. - *Experientia*, 27: 581-582.
- BRIEGER G., 1973. - Juvenile hormone analogue in diet of the Waxmoth *Galleria mellonella*. - *Die Naturwissenschaften*, 60: 261.
- 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. Entomol.*, 66: 623-626.
- BUROV V. N., POPOV G. A., 1977. - Influence of synthetic analogues of the juvenile hormone, used against *Eurygaster integriceps*, upon its parasites and predators. - *Zool. Zhurn.*, 56: 1812-1819.
- CIEMIOR K. E., SEHNAL F., SCHNEIDERMAN H. A., 1979. - Moulting, growth and survival of *Galleria mellonella* L. (Lep., Pyralidae) treated with juvenoids. - *Z. ang. Entomol.*, 88: 414-425.
- DAVIES R. A. H., MCLAREN I. W., 1977. - Tolerance of *Aphytis melinus* De Bach (Hymenoptera: Aphelinidae) to 20 orchard chemical treatments in relation to integrated control of red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae). - *Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb.*, 17: 323-328.
- GRANETT J., WESELOH R. M., HELGERT E., 1975. - Activity of juvenile hormone analogues on Hymenopterous parasitoids of the gypsy moth. - *Ent. exp. & appl.*, 18: 377-383.
- GUERRA A. A., WOLFENBARGER D. A., LINGREN P. D., GARCIA R. D., 1977. - Five experimental Insect growth regulators: effect on population of tobacco budworm and *Trichogramma* sp. in field cages. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 70: 771-774.

- HAMLEN R. A., 1975. - Survival of hemispherical scale and an *Encyrtus* parasitoid after treatment with Insect growth regulators and insecticides. - *Environ. Entomol.*, 4: 972-974.
- HERTVELDT L., VAN DE VEIRE M., 1974. - Effect of the Insect growth regulator, 1-(4'-ethylphenoxy)-6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octene, on the cabbage maggot parasite, *Trybliographa rapae*. - *Meded. Fak. Ldb. Gent.*, 39: 216-218.
- HODEK I., RUZICKA Z., SEHNAL F., 1973. - Termination of diapause by juvenoids in two species of Ladybirds (Coccinellidae). - *Experientia*, 29: 1146-1147.
- IACOB M., 1975. - Effectiveness of several hormone-like insecticides. - *An. Inst. Cerc. p. Prot. Plant.*, 11: 283-298.
- LAWRENCE P. O., GREANY P. D., NATION J. L., OBERLANDER H., 1978. - Influence of hydroprene on caribbean fruit fly suitability for parasite development. - *Flor. Entomol.*, 61: 93-99.
- LEMA K. M., POE S. L., 1978. - Juvenile hormone analogues: effects of ZR-777 on *Liriomyza sativae* and its endoparasite. - *Flor. Entomol.*, 61: 67-68.
- MCNEIL J., 1975. - Juvenile hormone analogs: detrimental effects on the development of an endoparasitoid. - *Science*, 189: 640-642.
- MELLINI E., 1975. - Studi sui Ditteri Larvevoridi. XXV. Sul determinismo ormonale delle influenze esercitate dagli ospiti sui loro parassiti. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 31: 165-203.
- MELLINI E., RAPISARDA V., BRIOLINI G., 1979 a. - Effetti indiretti della densità dell'ospite (*Galleria mellonella* L.) sullo sviluppo del parassita (*Gonia cinerascens* Rond.) in condizioni sperimentali. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 1-12.
- MELLINI E., GALASSI L., BRIOLINI G., 1979 b. - Effetti della temperatura sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 13-28.
- NOVAK K., SEHNAL F., 1973 a. - Action of juvenile hormone analogues on *Euproctis chrysorrhoea* and *Hyponomeuta malinellus* under field conditions. - *Acta Entom. Bohem.*, 70: 20-29.
- NOVAK K., SEHNAL F., 1973 b. - Effects of a juvenoid applied under field conditions to the green oak leaf roller, *Tortrix viridana* L. - *Z. ang. Entomol.*, 73: 312-318.
- OUTRAM I., 1974. - Influence of juvenile hormone on the development of some spruce budworm parasitoids. - *Environ. Entomol.*, 3: 361-363.
- PALANISWAMY P., SIVASUBRAMANIAN P., 1977. - Action of a juvenile hormone analogue, altosid, insect growth regulator, on the morphogenesis and adult eclosion of the fleshfly, *Sarcophaga bullata*. - *Ent. exp. & appl.*, 22: 141-146.
- PLANTEVIN G., 1975. - Contribution a l'étude de la biologie de *Galleria mellonella*. Action de l'hormone juvénile et de certains de ses mimétiques au niveau de l'organisme entier. - *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 7: 441-476.
- POE S. L., 1974. - *Liriomyza munda* and parasite mortality from insect growth regulators. - *Flor. Entomol.*, 57: 415-417.
- RIVIÈRE J. L., 1975. - Effet d'un analogue d'hormone juvénile sur le développement d'un insecte entomophage *Pales pavidus* (Dipt.: Tachinidae). - *Entomophaga*, 20: 373-379.
- RUZICKA Z., SEHNAL F., HOLMAN J., 1978. - Effects of juvenoids on aphid predators. - *Acta Entomol. Bohem.*, 75: 369-378.
- SCHAEURER R., FLÜCK V., RUZETTE A. M., 1975. - Experiments with Insect growth regulators (IGRs) on lepidopterous pests and some of their parasitoids. - *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, 48: 315-321.

- 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.
- SECHSER B., VARTY I. W., 1978. - Effect of an insect growth regulator on non-target arthropods in an aerial application against the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae), in New Brunswick, Canada. - *Can. Entomol.*, 110: 561-567.
- SEHNAL F., SCHNEIDERMAN H. A., 1973. - Action of the corpora allata and of juvenilizing substances on the larval-pupal transformation of *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera). - *Acta Entomol. Bohem.*, 70: 289-302.
- SMILOWITZ Z., MARTINKA C. A., JOWYK E. A., 1976. - The influence of a juvenile hormone mimic (JHM) on the growth and development of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) and the endoparasite, *Hyposoter exiguae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). - *Environ. Entomol.*, 5: 1178-1182.
- 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., 1974. - Effect of an insect growth regulator on two parasitoids developing from treated tobacco budworm larvae. - *J. Econ. Entomol.*, 67: 335-336.
- WILKINSON J. E., IGNOFFO C. M., 1973. - Activity of a juvenile hormone analogue on a parasitoid, *Apanteles rubecula*, via its host, *Pieris rapae*. - *J. Econ. Entomol.*, 66: 643-645.
- WISSINGER W. L., GROSCH D. S., 1975. - Influence of juvenile hormone analogues on reproductive performance in the wasp, *Habrobracon juglandis*. - *J. Insect Physiol.*, 21: 1559-1564.
- WRIGHT J. E., SPATES G. E., 1972. - A new approach in integrated control: insect juvenile hormone plus a hymenopteran parasite against the stable fly. - *Science*, 178: 1292-1293.