

Effetti dello iuvenoido ZR 512 4E (Idroprene) sulla coppia
ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia*
cinerascens Rond. (*).

(Ricerche eseguite col contributo del Ministero della Pubblica Istruzione)

INTRODUZIONE

Sono ormai trascorsi due anni da quando abbiamo iniziato la sperimentazione con iuvenoidi, allo scopo di studiare gli effetti che tali sostanze possono provocare sul parassita in seguito alla loro somministrazione sull'ospite. I primi risultati, ottenuti impiegando il triprene (ZR 619 5E), sono stati pubblicati (Mellini e Gironi, 1980). In tale lavoro, cui rimandiamo, sono stati esposti i criteri ispiratori di queste ricerche, così come è stata esaminata la bibliografia concernente l'azione dei mimetici dell'ormone giovanile sugli entomofagi.

Si è creduto opportuno continuare le indagini con un altro prodotto iuvenilizzante assai più noto, l'idroprene (ZR 512 4E), non solo per verificare i risultati di ordine generale conseguiti col triprene, ma anche approfondire, nel contempo, alcuni aspetti prima non considerati. C'è da sottolineare inoltre che il nostro obiettivo, consistente nel rilevare ogni ripercussione che dall'ospite trattato si trasmette al parassita, non viene generalmente perseguito dagli altri sperimentatori, i quali spesso si limitano a valutare gli effetti degli iuvenoidi puramente in termini di mortalità a carico dell'entomofago.

Nonostante le scarse soddisfazioni finora ottenute con gli iuvenoidi nella lotta contro gli insetti nocivi, l'interesse nei loro riguardi non si è spento, anzi sempre nuovi prodotti vengono formulati e proposti all'attenzione del mondo scientifico; basti citare, solo per l'Italia, i lavori di Piccardi et alii (1980) e di Arzone e Dolci (1980). Anche per questo

(*) Studi sui Ditteri Larvevoridi. XXXVI Contributo.

motivo ci sembra opportuno approfondire lo studio delle ripercussioni che questi « insetticidi della III generazione » possono avere sui parassitoidi.

A complemento della bibliografia su tale argomento, già discussa nel precedente lavoro, ci limitiamo a ricordare qui i risultati resi noti successivamente (oltre ad alcuni dati sfuggiti in quell'excursus), che peraltro non modificano, nella sostanza, il quadro già prospettato (1).

a) Trattamenti all'ospite. - Flessel (1979) applicando vari iuvenoidi, tra cui il triprene e l'idroprene, agli adulti del Coleottero *Hypera postica* Gylh. è riuscito ad interrompere la diapausa larvale dei terebranti endofagi *Microctonus aethioides* Loan e *M. colesi* Drea; ma le dosi necessarie per l'ultima specie sono tali da uccidere gli adulti della prima entro i loro bozzoli. Ascerno et alii (1980) confermano che l'idroprene, applicato topicamente agli adulti della suddetta *Hypera*, rompono sì la diapausa di *M. aethioides* ma la sua sopravvivenza, nonché le caratteristiche morfologiche sono influenzate dalla concentrazione: dosi di 1 µg/ospite non provocano effetti negativi, ma già con dosi quintuple un terzo degli adulti appare deforme ed anormalità si riscontrano altresì negli individui della generazione successiva.

In precedenza Kozar e Varjas (1976) avevano trovato che lo stesso iuvenoide, a basse concentrazioni, non incide sui parassiti del rincote *Quadraspidiotus perniciosus* Comst., mentre a concentrazioni più alte, tali da provocare forti percentuali di mortalità in entrambi i sessi dell'ospite, riduce in modo sostanziale l'emergenza dei Calcidoidei parassiti.

Divakar (1980) trova che in larve del Lepidottero *Heliothis armigera* (Hbn.), previamente trattate con 1 mg di metoprene, il larveoride *Eucelatoria* sp. si sviluppa fino alla formazione dei pupari, ma poi da questi non sfarfallano gli adulti. Peleg e Gothilf (1980), in seguito a trattamenti con lo stesso iuvenoide su rametti di agrumi infestati da Coccidi, non riscontrano, per concentrazioni fino allo 0,1%, danni a carico di 3 specie di parassiti Calcidoidei, rappresentati al momento dell'applicazione da stati preimmaginali, tranne una leggera mortalità pupale a carico di una sola specie. Goodin (1980), poi, ha applicato il metoprene alla coppia *Ephestia cautella* Wlk. - *Bracon hebetor* Say con scopi originali e cioè per avvantaggiare il parassita; infatti sulle arachidi trattate il lepidottero tarda ad impuparsi e ciò consente una sua più lunga esposizione agli attacchi del Braconide che così è apparso

(1) Non si ritiene invece necessario citare la relativamente abbondante sperimentazione condotta con l'idroprene su esapodi dannosi appartenenti a diversi ordini, ed il vario successo conseguito.

incrementato di quasi il 60%. Similmente anche Mellini e Campadelli (in corso di stampa), considerato che *Galleria* è per *Gonia* un ospite sostanzialmente sottodimensionato, consigliano di aggiungere alla dieta dell'ospite piccoli quantitativi di iuvenoidi, allo scopo di ottenere crisalidi maggiorate e di conseguenza pupari più pesanti.

b) Trattamenti diretti sul parassita. - De Loof et alii (1979), applicando l'ormone giovanile I, il metoprene e il kinoprene a quasi tutti gli stadi del calcidoideo *Nasonia vitripennis* (Walk.), previa loro estrazione dai pupari dell'ospite, il dittero *Sarcophaga bulbata* (Park.), rilevano che gli effetti, quasi sempre negativi, differiscono notevolmente secondo il prodotto e che, in ogni caso, le pareti del pupario costituiscono una barriera protettiva molto efficace. Fashing e Sagan (1979), lavorando sulla stessa coppia ospite-parassita, giungono parimenti alla conclusione che mentre le applicazioni dirette all'entomofago (per il vero in stadi estremamente sensibili agli iuvenoidi, quali le prepupe e le pupe) provocano il 100% di mortalità, quelle effettuate sull'ospite sono per l'antagonista indifferenti (2).

MATERIALE E METODO

Le ricerche sono state condotte sulla nostra coppia sperimentale *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond., in cui il parassita è ormai giunto verso la cinquantesima generazione. La cella climatizzata dell'ospite *Galleria* è regolata su 28 ± 1 °C, 50% U.R. e fotoperiodo 0:24; quella di *Gonia* rispettivamente su 25 ± 1 °C, 70% U.R. e fotoperiodo 16:8.

Le tecniche di allevamento dei due simbionti sono già state illustrate nei precedenti lavori per cui non è il caso di intrattenersi; è necessario invece precisare che le larve di *Galleria* sono state parassitizzate nella penultima età, propinando loro foglie di cera sulle quali le femmine di *Gonia* avevano direttamente deposte le uova microtipiche.

Lo iuvenoide impiegato nella presente ricerca è l'idroprene (contrassegnato dalla sigla ZR 512 - 4E), prodotto dalla Zoecon di Palo Alto in California e pervenutoci grazie all'interessamento del Dr. A. Formigoni cui rinnoviamo i più vivi ringraziamenti.

L'idroprene, disciolto in acetone, è stato applicato sul dorso delle larve dell'ultima età, entro le 24 ore successive alla muta, mediante

(2) Come è stato riferito nel precedente lavoro (Mellini e Gironi, 1980) gli effetti degli iuvenoidi sono stati saggiati anche sui predatori; aggiungiamo ora che le indagini hanno interessato anche forme zoofaghe al di fuori della classe degli Insetti, investendo certi Acari (cfr., ad es., El Bahawy, 1980).

una microsiringa di grande precisione. Le dosi, progressivamente raddoppiate, sono variate da un minimo di 0,16 nl fino ad un massimo di 80 nl/larva di prodotto tecnico. Esse sono state diluite in acetone in modo che i quantitativi di liquido propinati ad ogni individuo non superassero i 0,6 μ l.

Si sono condotte complessivamente 7 prove, di cui tre a dosi alte (5-80 nl), 3 a dosi basse (0,16-5 nl) ed una comprendente le une e le altre. Per semplificare la presentazione dei dati, e per fornire una visione globale degli effetti dello iuvenoide sull'ospite e sul parassita, si è ritenuto conveniente fondere i risultati nei vari grafici, visto anche che fra i due primi gruppi di prove vi è una regolare continuità, dato che quelle a dosi basse, condotte successivamente, partono dalla dose inferiore delle prove eseguite con dosi alte.

Ogni tesi comprende 20 larve nelle prime 2 prove e 30 nelle successive, esclusa l'ultima che ne contava 25, per cui la sperimentazione ha interessato in totale 1.510 larve di *Galleria*.

RISULTATI

EFFETTI SULL'OSPITE.

1. - Percentuali di impupamento.

Ci indicano in quale misura lo iuvenoide ha inciso sulla vitalità delle larve. Come si può osservare nella fig. I, la più alta percentuale di incrisalidamento è quella rilevata nel testimonio non trattato (71,35%); già nella tesi con solo acetone si scende al 57,29%, per cui sembra che esso svolga, di per sé, un'azione leggermente tossica. Fino alla dose di 2,5 nl di idroprene compresa, le percentuali, in pratica, non si discostano molto dal testimonio con acetone; ciò indica che a tali dosi lo iuvenoide non esplica effetti nocivi su questo stadio di *Galleria*.

A cominciare dal gruppo trattato con 5 nl si manifesta una brusca flessione, incrisalidandosi solo il 38,91% delle larve, flessione che si mantiene progressiva e rapida fino alla dose di 20 nl, alla quale solo il 21,90% degli individui trattati riesce ad impuparsi. L'idroprene causa dunque la morte di un certo numero di larve; ma solo a dosi piuttosto elevate, e cioè superiori ai 5 nl di prodotto tecnico per individuo, la decimazione diviene rilevante.

Facciamo ancora notare che la mortalità larvale è relativamente alta anche nel testimonio, visto che oltre un quarto delle larve (28,65%) non è riuscita a trasformarsi in crisalide. Ciò può dipendere da varie cause, tra cui, come è stato recentemente messo in evidenza (Mellini e Gironi, 1981) da una eccessiva ingestione di uova del parassita, da ferite apportate durante la manipolazione del materiale nonché, ed

in misura ben più cospicua, da una virosi più o meno latente, all'epoca di queste prove, negli allevamenti.

2. - Percentuali di sfarfallamento.

Ci danno la misura delle ripercussioni dello iuvenoide (somministrato alle larve) sulla vita pupale. Sono riferite al numero di crisalidi formatesi nelle varie tesi, meno quelle contenenti il pupario del parassita.

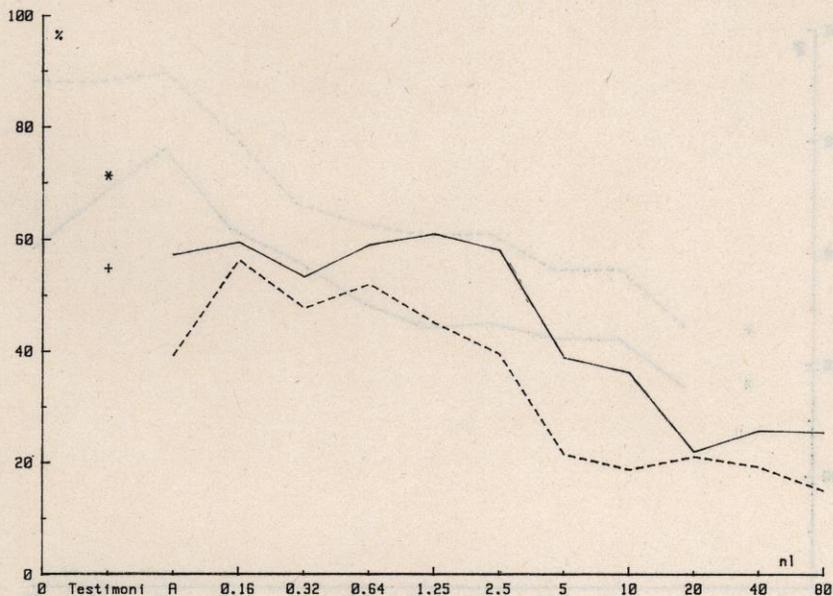


FIG. I

Effetto delle varie dosi di idroprene, somministrate topicamente a larve di *Galleria mellonella* L. nelle fasi iniziali dell'ultima età, sulle percentuali di impupamento (linea continua) e su quelle di sfarfallamento (linea tratteggiata) riferite al numero di crisalidi formatesi. - A, testimonia trattato con solo acetone.

Già nel testimonia, soltanto poco più della metà (54,83%) delle pupe lascia sfarfallare gli adulti. Le percentuali si mantengono all'incirca sullo stesso livello fino alla tesi trattata con 1,25 nl di idroprene, compresa. Nelle tesi successive, come appare nella fig. I, le percentuali si abbassano progressivamente. C'è peraltro da rilevare che i dati si riducono fortemente con l'aumentare della dose; infatti, mentre nel testimonia le percentuali sono state calcolate su 132 crisalidi, nella tesi con 80 nl il computo ha riguardato solo una ventina di individui.

Facciamo notare che le curve relative all'incrisalidamento ed allo sfarfallamento hanno un decorso molto simile; ciò significa che lo iuvenoide, applicato alle larve dell'ultima età, non solo è nocivo (oltre una

certa dose) alle medesime, impedendone in varia misura l'impupamento, ma gli effetti negativi si estendono poi nelle crisalidi superstiti che, in proporzione vieppiù maggiore, non lasciano sfarfallare gli adulti.

3. - Resa in adulti.

È calcolata facendo riferimento al numero delle larve iniziali presenti in ciascuna tesi, tolte ovviamente quelle che hanno dato origine a crisalidi in cui si è formato il pupario del parassita.

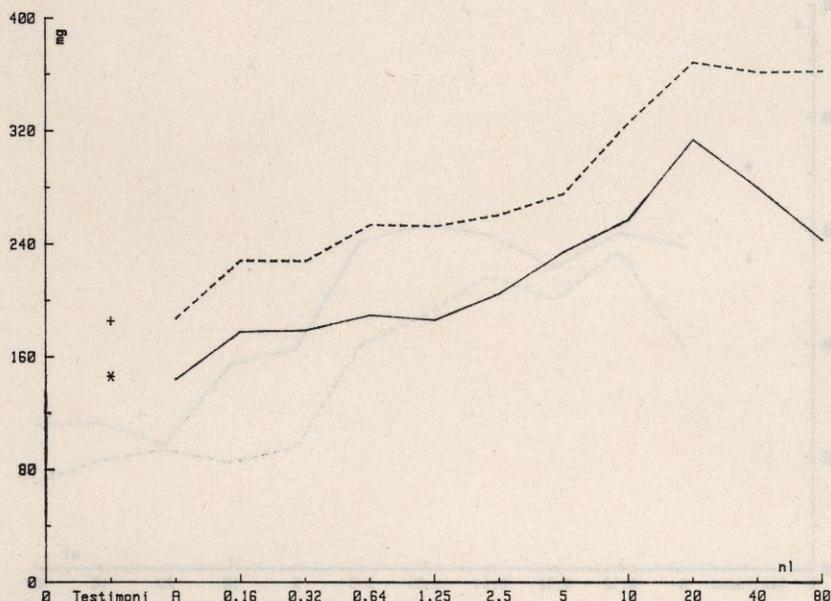


FIG. II

Peso delle crisalidi maschili (linea continua) e femminili (linea tratteggiata), sia parassitizzate che indenni, formatesi da larve di *G. mellonella* L. trattate all'inizio dell'ultima età con varie dosi di idroprene.

Questi dati ci indicano l'effetto globale, in termini di mortalità, esercitato dalle varie dosi di idroprene sull'ospite *Galleria*. Come si può desumere dalla fig. I, il rendimento in adulti è assai modesto anche nel testimonio, perché solo il 39,12% delle larve « indenni » si è evoluto fino alla sfarfallamento delle immagini. Tale resa, sia pure oscillando, tende a scendere progressivamente fino alla tesi trattata con 2,5 nl compresa, dopo di che si appiattisce fortemente fino a toccare il 3,80% registrato per la dose 80 nl.

Per quanto riguarda l'effetto complessivo sull'ospite, almeno al livello grossolano della mortalità, si può dunque confermare che l'idroprene è efficace su questo lepidottero, come insetticida, solo a dosi piuttosto elevate.

4. - Peso delle crisalidi.

Come mostra la fig. II, il peso medio delle crisalidi (indenni + parassitizzate) sale progressivamente, partendo dal testimonio pari a mg 145,91 per la serie maschile e mg 185,39 per quella femminile, fino a toccare, rispettivamente, i 312,56 mg e 366,96 mg nella tesi trattata con 20 nl. Va poi rilevato che non vi è nessuna differenza ponderale tra il testimonio non trattato e quello trattato con solo acetone.

Già alla dose più bassa, di soli 0,16 nl/larva, si manifesta un sensibile effetto poiché il peso medio sale a 177,58 mg per i maschi e a 227,76 per le femmine. Raddoppiando progressivamente i quantitativi di idroprene, si ottiene un continuo, per quanto leggero, incremento ponderale fino alla dose di 2,5 nl. Dalla dose 5 nl fino a 20 nl si verifica invece un forte balzo in alto, dopo di che i pesi tendono a mostrarsi stazionari o a diminuire; ma a questi livelli i dati sono oramai rarefatti causa la forte mortalità ⁽³⁾.

5. - Durata dello sviluppo larvale.

Oltre che sulla mortalità e sul peso di *Galleria*, l'idroprene ha influito anche sulla durata dell'accrescimento larvale nel periodo che va dagli inizi dell'ultima età fino alla formazione della crisalide.

Premesso che i dati temporali sono largamente approssimati, poiché i rilievi sono stati fatti con un ritmo giornaliero, la fig. III mostra purtuttavia, con piena evidenza, l'allungamento di tale periodo subito dagli individui trattati. Sebbene non vi siano differenze sensibili al riguardo tra la serie maschile e quella femminile, si sono tenuti distinti i relativi dati (mentre si sono fusi quelli del parassitizzato con l'indenne), per dare una visione globale del fenomeno.

Già alle dosi basse, anche di soli 0,32 nl, la durata della vita larvale all'ultima età risulta allungata di oltre 2 giorni sulla media di 9 e mezzo registrata per il testimonio. Fino alla dose 2,5 nl il fenomeno, sebbene progressivo, è di modesta entità; ma alla dose 5 nl i tempi si dilatano bruscamente raddoppiandosi (oltre 21 giorni), fino a triplicarsi (quasi 29 giorni) alla dose di 40 nl.

Se ora confrontiamo tra loro le curve dei tempi con quelle relative ai pesi, notiamo che esse hanno un andamento abbastanza simile. Ciò significa che il tempo supplementare, trascorso allo stato di larva dagli individui trattati, viene impiegato, in larga misura, nell'attività trofica.

(3) Comunque anche da crisalidi giganti sfarfallano, pure se decimati, gli adulti. Nel confamiliare *Corcyra cephalonica* (Staint.), trattato allo stadio di larva, dell'ultima età con dosi di idroprene alquanto superiori, si formano parimenti larve giganti che però danno origine a crisalidi difettose (Deb e Chakravorty, 1981).

C'è da aggiungere che tutte le larve, come norma generale, terminata la fase trofica restano per un certo tempo inattive prima di incrisalidarsi; orbene questa stasi viene prolungata tanto più decisamente quanto maggiore è stata la dose di iuproene propinato, per cui, con quelle più alte, si manifesta un vero e proprio blocco nell'ontogenesi

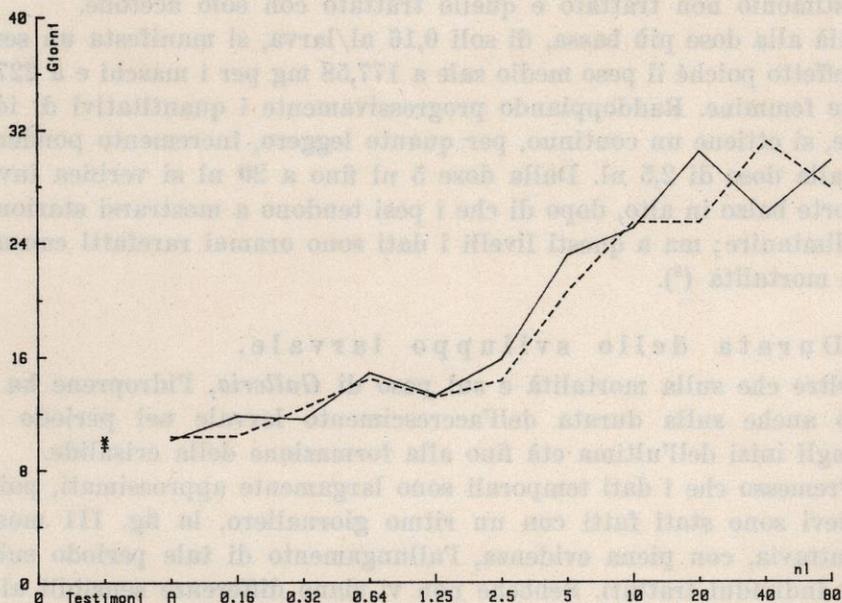


FIG. III

Tempo intercorrente fra il trattamento con idroprene (su larve agli inizi dell'ultima età) e la formazione delle crisalidi di *G. mellonella* L., sia parassitizzate che indenni, distinte per sesso (♂♂: —; ♀♀: - - - -).

che può protrarsi per una decina di giorni ed oltre. Una valutazione più precisa, di come viene impiegato il tempo aggiuntivo trascorso dalle larve trattate, può essere fatta calcolando l'incremento ponderale medio giornaliero realizzato in tale periodo.

Come si può osservare nella fig. IV (4), tale incremento è assai forte alle due dosi più basse, mentre tende a diminuire gradatamente con l'aumentare delle medesime. Con quantitativi elevati di idroprene si ha quindi un rallentamento del ritmo di accrescimento: i pesi raggiunti

(4) In concreto le 2 curve, una per i maschi e l'altra per le femmine, sono state tracciate calcolando, per ogni tesi, il rapporto tra le differenze ponderali e quelle temporali rispetto al testimone non trattato.

dalle crisalidi superstiti sono, sì, maggiori, ma i tempi per realizzarli si sono sproporzionatamente allungati.

L'analisi dei tempi ci consente anche qualche illazione sul meccanismo dell'incremento ponderale; così, è assai probabile che gli aumenti verificatisi fino alla dose 2,5 nl si siano realizzati semplicemente me-

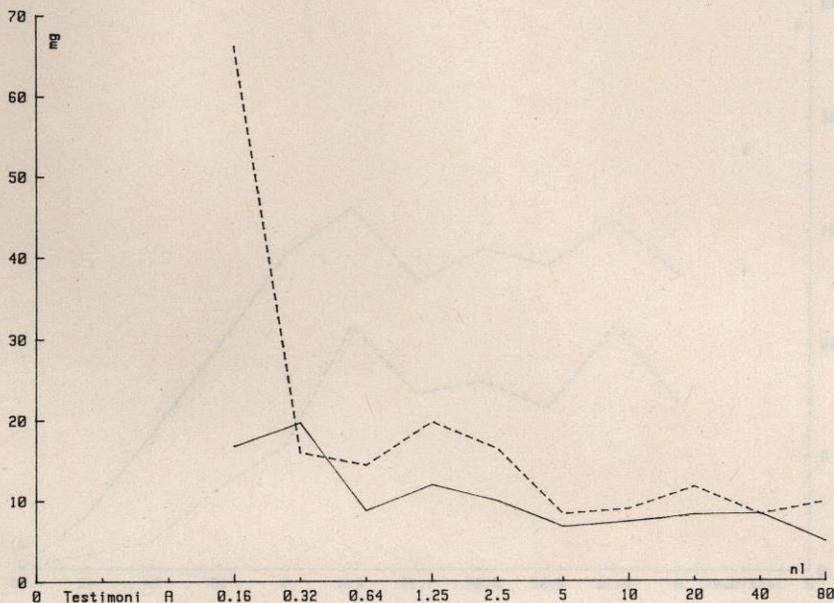


FIG. IV

Incremento ponderale giornaliero medio (misurato sulle crisalidi) nel periodo supplementare di vita larvale indotto dall'idroprene su *G. mellonella* L. (♂♂: —; ♀♀: ----).

dante il solo prolungamento dell'attività trofica (che arriva infatti a superare quella del testimonia di soli 5 giorni, in questa tesi); mentre quelli manifestatisi alle dosi superiori pare abbiano implicato anche l'espletamento di mute in soprannumero, non solo per il forte balzo ponderale, ma anche in considerazione del fatto che la permanenza allo stato di larva, già alla dose di 5 nl, è di ben 12 giorni superiore a quella del testimonia e in definitiva maggiore della durata media della larva di ultima età, che è pari a poco più di 9 giorni.

EFFETTI SUL PARASSITA.

A. - Percentuali di parassitizzazione.

La «contaminazione» delle larve di *Galleria* alla penultima età, con le uova microtipiche di *Gonia*, è stata fatta cumulativamente per

favorire, nei limiti del possibile, una uniforme distribuzione di tali uova tra la massa dell'ospite. Tuttavia questo metodo di parassitizzazione è tale, per sua natura, da non garantire in partenza un identico livello parassitario nei vari gruppi sperimentali che pure hanno la medesima origine.

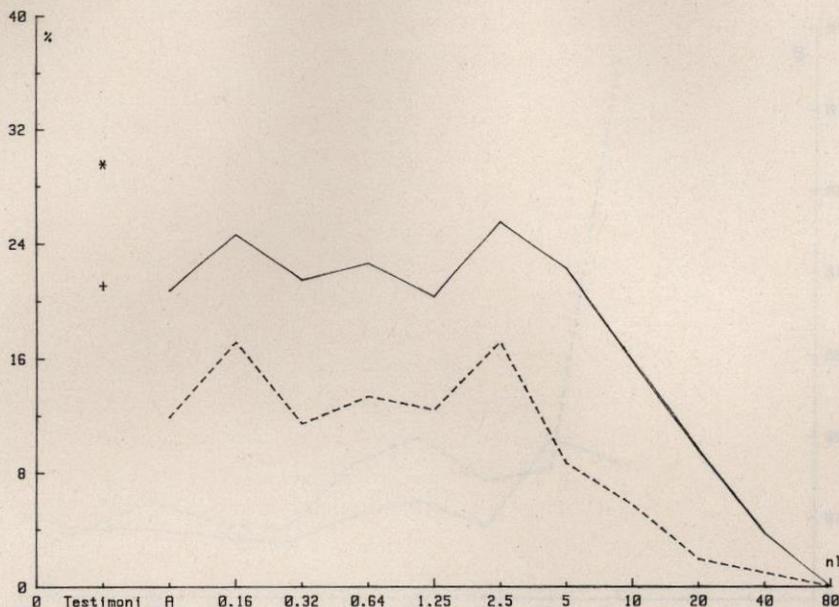


FIG. V

Andamento delle percentuali di parassitizzazione ad opera di *Gonia cinerascens* Rond., calcolate sul numero di pupari formatisi in rapporto al numero delle crisalidi (—) ed a quello delle larve (----) di *Galleria mellonella* L. sottoposte a parassitizzazione.

Premesso ciò e precisato che le percentuali sono calcolate in base al numero dei pupari, esaminando la fig. V si nota che, fino alla tesi 2,5 nl compresa, il calo nelle percentuali di parassitizzazione, con l'aumentare delle dosi di idrorene somministrate all'ospite, è, sia pure attraverso sensibili oscillazioni, piuttosto lieve. Dalla tesi 5 nl in poi, invece, le percentuali si flettono bruscamente fino ad azzerarsi a quella con dose massima. Così il rendimento in pupari alle dosi alte precipita non solo perché le crisalidi dell'ospite si rarefanno ma anche perché le percentuali di parassitizzazione fra le superstiti si abbassano fortemente. Infatti una notevole aliquota di queste soccombe causando, di conseguenza, la morte delle larvette endofaghe in accrescimento.

B. - Peso dei pupari.

Tanto in vittime maschili che in vittime femminili i pesi dei « pupari » tendono ad aumentare, ma in misura piuttosto modesta, con la dose

di iuvenoide propinato all'ospite, come si può osservare nella fig. VI. Riteniamo che tale incremento non derivi da un'azione diretta dell'ormone sul parassita, ma che sia semplicemente la conseguenza della maggior mole indotta nella vittima.

Questo fenomeno, già messo in evidenza da Mellini e Gironi (1980) in riguardo al triprene, non appare nella presente ricerca altrettanto

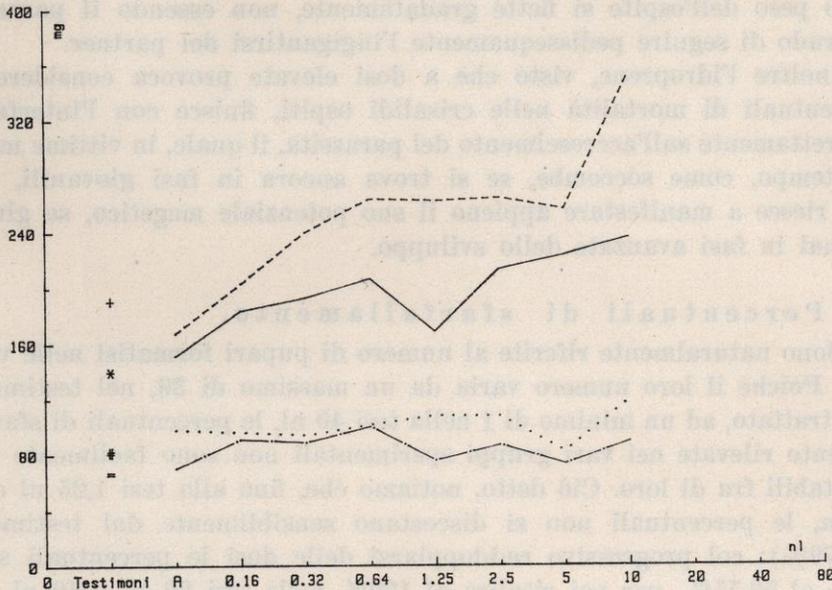


FIG. VI

Andamento dei pesi dei « pupari » di *Gonia cinerascens* Rond. in relazione ai pesi delle crisalidi di *Galleria mellonella* L. (♂♂: —; ♀♀: ----) in cui si sono formati, distinte per sesso (da ospite ♂: — · —; da ospite ♀: - N.B. Le curve non sono state estese alle dosi di 20 e 40 nl essendosi formate complessivamente, in queste due tesi, soltanto 3 pupari.

netto. Si può ritenere che, almeno in parte, ciò dipenda dalla scarsità dei dati disponibili i quali, per di più, vanno rarefacendosi rapidamente man mano aumenta la carica di idroprene.

Come abbiamo infatti visto nel capitolo precedente, di pari passo col crescere delle dosi di ormone si dilata la mortalità dell'ospite, la quale automaticamente trascina quella del parassita. Sta di fatto che nelle 12 tesi costituenti la prova, ripetuta 4 volte, abbiamo ottenuto in tutto 161 pupari.

Comunque il peso medio dei pupari, che nel testimonio è di mg 66,33, per quelli derivati da ospiti maschili, e di mg 81,46 per quelli provenienti da ospiti femminili, sale rispettivamente a mg 88,80 e 118,78 nella tesi

trattata con 10 nl/larva, oltre la quale si sono ottenuti complessivamente soltanto 3 parassiti (di cui non si è tenuto conto nel grafico).

Più in generale si rileva che le curve relative ai pesi dei pupari si appiattiscono decisamente rispetto alle corrispondenti curve dei pesi delle crisalidi. A parte la progressiva rarefazione dei dati, di cui si è appena detto, ciò dipende innanzitutto dal fatto che, come hanno mostrato Mellini e Campadelli (1982), l'indice di trasferimento (cioè il rapporto ponderale tra il peso del « pupario » e quello della crisalide) oltre un certo peso dell'ospite si flette gradatamente, non essendo il parassita in grado di seguire pedissequamente l'ingigantirsi del partner.

Inoltre l'idroprene, visto che a dosi elevate provoca considerevoli percentuali di mortalità nelle crisalidi ospiti, finisce con l'interferire indirettamente sull'accrescimento del parassita, il quale, in vittime morte anzitempo, come soccombe, se si trova ancora in fasi giovanili, così non riesce a manifestare appieno il suo potenziale megetico, se giunto oramai in fasi avanzate dello sviluppo.

C. - Percentuali di sfarfallamento.

Sono naturalmente riferite al numero di pupari formatisi nelle varie tesi. Poiché il loro numero varia da un massimo di 39, nel testimonio non trattato, ad un minimo di 1 nella tesi 40 nl, le percentuali di sfarfallamento rilevate nei vari gruppi sperimentali non sono facilmente confrontabili fra di loro. Ciò detto, notiamo che, fino alla tesi 1,25 nl compresa, le percentuali non si discostano sensibilmente dal testimonio (71,79%); col progressivo raddoppiarsi delle dosi le percentuali scendono al 50-55%, per poi risalire al 100% nelle tesi 20 nl e 40 nl, ove però i pupari assommano rispettivamente a 2 e 1.

In base a tutto ciò si è propensi a ritenere che i trattamenti effettuati sull'ospite *Galleria*, almeno allo stadio di larva all'inizio dell'ultima età (quando *Gonia* si trova all'inizio della seconda), non interferiscono negativamente sulla vitalità dei futuri pupari del parassita e quindi sulle possibilità che da essi sfarfallino gli adulti. Facciamo notare che, per quanto riguarda le crisalidi dell'ospite, si era invece pervenuti alla conclusione opposta.

CONCLUSIONI

L'attuale ricerca rappresenta la naturale prosecuzione delle precedenti indagini da noi svolte sull'azione degli iuvenoidi applicati alla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. (Mellini e Gironi, 1980). Anche nel presente caso si sono voluti verificare gli effetti esercitati da tali sostanze sull'accrescimento dei due partner, al di là di quelli puramente letali sui quali si è invece con-

centrata l'attenzione della grande maggioranza dei ricercatori. In particolare, visto che gli ormoni dell'ospite in molti casi controllano la fisiologia delle larve endoparassite, specialmente se appartenenti all'ordine dei Ditteri (Mellini, 1975), abbiamo voluto indagare se gli iuvenoidi applicati alle vittime, in dosi non letali per le medesime, possono interferire, ed in quale modo, sui relativi endofagi ⁽⁵⁾.

Per tale scopo si è preferito operare su larve dell'ospite agli inizi dell'ultima età (preventivamente parassitizzate nello stadio precedente), quando l'azione dei mimetici dell'ormone giovanile risulta meno drammatica per la sopravvivenza dell'insetto; pertanto si sottolinea che i risultati qui esposti non possono essere generalizzati in assenza di verifiche, per tutto l'arco della vita dei due simbionti.

Le dosi di idroprene, progressivamente raddoppiate nelle varie tesi, sono variate da un minimo di 0,16 nl fino ad un massimo di 80 nl/larva e sono state somministrate per contatto.

Gli effetti provocati sull'ospite possono essere così riassunti.

1. L'idroprene comincia a causare una sensibile mortalità larvale solo a dosi superiori ai 2,5 nl/larva di prodotto tecnico.
2. Le percentuali di sfarfallamento decrescono progressivamente con l'aumentare delle dosi, seguendo una curva simile a quella registrata per l'impupamento. È pertanto evidente che gli effetti negativi dell'idroprene continuano a manifestarsi anche nello stadio successivo a quello che ha subito il trattamento.
3. Resa in adulti. Decresce con l'aumentare della dose, ma in modo netto solo per quantitativi superiori ai 2,5 nl. Ciò, come risulta dai due punti precedenti, avviene sia a causa della mortalità larvale che di quella pupale determinata dall'idroprene.
4. Si registra un continuo incremento ponderale, per quanto modesto alle dosi basse, ed un improvviso balzo in alto dopo la dose 2,5 nl. Peraltro va considerato che il gigantismo degli individui superstiti è accompagnato da elevati tassi di mortalità.
5. Durata dello sviluppo larvale. È calcolata dal momento in cui è stato somministrato lo iuvenoide (inizio dell'ultima età) fino alla formazione della crisalide. Aumenta lentamente alle dosi basse per raddoppiarsi di colpo, rispetto al testimone, alla dose 5 nl, dopo la quale gli incrementi si mantengono assai forti. Si nota una netta corrispondenza tra le curve che esprimono la durata dello sviluppo e quelle relative all'aumento ponderale, per cui ne deriva che buona

(5) È noto infatti, vedasi ad esempio Hunt (1979), che non vi sono differenze sostanziali tra gli effetti prodotti dagli ormoni giovanili e quelli determinati da certi suoi mimetici, anche se, come hanno dimostrato Turunen e Chippendale (1981) vi sono differenze in riguardo alle proteine incaricate del loro trasporto nell'emolinfa.

parte del tempo supplementare viene impiegato dalle larve nell'attività trofica.

Tuttavia si osserva un deciso rallentamento nel ritmo di sviluppo, visto che l'incremento ponderale medio giornaliero realizzato nel tempo aggiuntivo rispetto al testimoniaio, decresce rapidamente fin dalle dosi basse per livellarsi, o quasi, su valori assai modesti dalla dose 5 nl in poi.

Si suppone che mentre i quantitativi minori di idroprene inducono un semplice prolungamento dell'attività trofica nell'ultimo stadio larvale, quelli alti causino mute soprannumerarie con conseguente formazione delle cosiddette « superlarve ».

Gli effetti sul parassita possono essere così sintetizzati.

- A. Percentuali di parassitizzazione (intese come numero di pupari formati con riferimento a quello delle crisalidi). Oscillano, in pratica, attorno a quelle del testimoniaio non trattato fino alla tesi 2,5 nl compresa. Alle dosi maggiori si abbassano rapidamente fino ad annullarsi alla tesi 80 nl. Ciò significa che negli ospiti che hanno ricevuto quantitativi maggiori di idroprene il parassita non riesce a completare lo sviluppo; con grande probabilità la sua morte dipende da quella dell'ospite, visto che cospicue percentuali di crisalidi indenni soccombono nei gruppi trattati con dosi alte.
- B. Peso dei pupari. Aumenta assieme a quello delle crisalidi ospiti ma in proporzione notevolmente inferiore. Certamente la progressiva rarefazione dei dati, che si accompagna all'incremento delle dosi, non consente un sicuro confronto, ma, considerato che l'idroprene può prolungare la sua azione negativa sulle crisalidi, c'è motivo di ritenere che nella conseguente alterazione della « qualità » dell'ospite risieda, almeno in parte, la causa dell'apparente sottosfruttamento operato dal parassita.
- C. Percentuali di sfarfallamento. Quelle relative ai testimoni occupano un livello intermedio tra i valori rilevati nelle varie tesi, per cui si ritiene che, se il parassita riesce a formare il pupario, esso sia ormai definitivamente sfuggito all'azione negativa (indiretta) delle alte dosi di idroprene, che chiaramente si manifesta invece sugli stadi precedenti, come si è dimostrato in riguardo alle percentuali di parassitizzazione.

In conclusione, dunque, l'idroprene provoca nella vittima vari effetti sia negativi (morte) che, almeno in apparenza, positivi (incremento ponderale), i quali vengono regolarmente trasferiti nel parassita, per cui, in definitiva, tale iuvenoida, applicato alla vittima in questi stadi, finisce con l'agire sul suo antagonista quasi esclusivamente in modo indiretto.

A questo punto è opportuno fare alcune precisazioni circa l'innocuità degli iuvenoidi nei riguardi dei parassiti (così come per la selettività degli insetticidi nei confronti dei medesimi). Innanzitutto bisogna distinguere i trattamenti diretti all'entomofago da quelli indiretti, cioè effettuati sulle vittime. Nel primo caso si è constatato che gli iuvenoidi sono più o meno nocivi a seconda del prodotto impiegato e della sua concentrazione; quindi per le forme ectofaghe, che restano in permanenza esposte o quasi, siffatte sostanze non sono tanto innocue quanto generalmente si crede. Nel secondo caso, che riguarda principalmente le forme endofaghe, spessissimo protette dallo stadio di uovo a quello di pupa nel corpo dell'ospite, l'azione degli iuvenoidi nei loro riguardi dipende dagli effetti suscitati nelle vittime in cui si evolvono; le larve entomofaghe infatti hanno bisogno, per compiere il loro sviluppo, di un ospite vivo e se questo, per qualsiasi causa, soccombe prima che esse abbiano raggiunto stadi di solito avanzati, la loro sorte è segnata, anche se il principio attivo impiegato fosse inefficace nei loro confronti. Perciò, per quanto selettivo possa essere un determinato fitofarmaco nei riguardi dei parassiti, esso finisce spesso con l'ucciderli, portando anzitempo a morte la vittima nella quale si stanno evolvendo. Nel caso in cui l'ospite trattato viene invece ucciso dal prodotto in stadi successivi a quello in cui il parassita termina lo sviluppo, quest'ultimo può salvarsi. Dimostrativo al riguardo è l'esempio propositoci da Fashing e Sagan (1979): le larve di *Sarcophaga bullata* Park., nutrite con dieta contenente metoprene, soccombono nel pupario in uno stadio intermedio tra la pupa e l'adulto, e cioè in una fase in cui lo sviluppo del parassita *Nasonia vitripennis* (Walk.) è già terminato; in questo modo il trattamento uccide selettivamente l'ospite e non il parassita (gli AA. ne caldeggiavano pertanto l'impiego nei programmi di lotta integrata).

La dose critica dell'idroprene, per le larve di *Galleria* all'ultima età, si colloca attorno ai 5 nl; è infatti con tali quantitativi che scendono rapidamente le percentuali di incrisalidamento e di sfarfallamento e che aumentano, nel contempo, in modo drastico i pesi delle crisalidi nonché la durata della vita larvale all'ultima età.

Si possono dunque confermare varie conclusioni cui si era pervenuti con la sperimentazione sul triprene; tuttavia, rispetto a quello si notano, a livello dell'ospite, non poche differenze, tra cui, in particolare, un più accentuato prolungamento della vita larvale, una relazione più netta tra aumento della dose e incremento ponderale nonché tra aumento della dose e flessione negli sfarfallamenti; quest'ultimo fatto denuncia il procrastinarsi degli effetti dell'idroprene nelle crisalidi, con conseguente drastico abbassamento nella produzione dei pupari del parassita. In ogni caso, poi, a parità di dose, l'idroprene è apparso decisamente più attivo del triprene, fatto questo denunciato anche da altri Autori, come Stockel e Edwards (1981), nei confronti delle larve dei Lepidotteri.

Dato lo scopo principale di questa ricerca, intesa a rilevare l'influenza degli iuvenoidi sull'intimo meccanismo delle simbiosi antagonistiche, non abbiamo svolto indagini specifiche sulla fecondità degli adulti di *Galleria* ottenuti da individui trattati, ne tanto meno di quelli della generazione successiva. Ora secondo vari Autori (vedasi ad es. Bulyginskaya e Velcheva, 1977) l'idroprene provocherebbe proprio fenomeni di sterilità a lunga scadenza. Se così è, saremmo di fronte a fatti di estrema importanza per la salvaguardia dei parassiti. Questi infatti soccombono soltanto se gli ospiti muoiono prematuramente, il che avviene solo per dosi elevate; se invece le vittime restano solamente sterilizzate il parassita non ne subisce conseguenze ⁽⁶⁾. Impiegando dosi medio-basse potremmo quindi effettuare interventi veramente selettivi cioè tali da colpire il fitofago e nel contempo tali da salvare i suoi parassiti, e conseguentemente spostare il rapporto quantitativo tra le popolazioni di questi simbiotici a nostro vantaggio.

RIASSUNTO

L'idroprene è stato applicato topicamente, in dosi progressivamente raddoppiate da 0,16 nl fino a 80 nl, a larve di *Galleria* nelle fasi iniziali dell'ultima età, preventivamente parassitizzate nell'età precedente.

Lo iuvenoide ha provocato nell'ospite i seguenti effetti: a) progressivo incremento della mortalità larvale e di quella pupale, per cui, alla dose più alta, la resa in adulti scende a livelli molto bassi (3,80%); b) progressivo incremento ponderale delle crisalidi che, alla dose 20 nl, pesano oltre il doppio dei testimoni; c) progressivo incremento nel tempo impiegato per giungere all'incrisalidamento, per cui dalla dose 20 nl in poi esso risulta triplicato (la prima parte del supplemento temporale viene trascorsa in attività trofica, la restante, in proporzione crescente con la dose, in uno stato di quiescenza). Tutti i suddetti fenomeni appaiono fortemente accentuati a partire dalla dose 5 nl/larva.

Gli effetti provocati sul parassita sono indiretti, in quanto rappresentati da un semplice trasferimento di quelli indotti nell'ospite; così il numero dei pupari decresce aumentando la dose di iuvenoide, ma in modo repentino e progressivo solo dalla dose 10 nl in poi, fino ad azzerarsi alla dose 80 nl; così il peso dei « pupari » aumenta con quello delle crisalidi, anche se ad un ritmo minore. Non si manifestano invece, a differenza di quanto registrato nell'ospite, variazioni nelle percentuali di mortalità pupale (sempre assai basse) in relazione alla dose.

In conclusione l'idroprene svolge un'azione abbastanza drastica sull'ospite (molto più forte del triprene, sperimentato in precedenza) e di conseguenza pure il parassita ne resta fortemente compromesso; grave, per la sopravvivenza di quest'ultimo, è anche l'effetto letale dello iuvenoide procrastinato nelle crisalidi, per cui le larve endofaghe che in queste si evolvono finiscono generalmente col soccombere.

⁽⁶⁾ Fashing e Sagan (1979) hanno accertato che anche la fecondità di *Nasonia vitripennis* (Walk.), evolvendosi in individui di *Sarcophaga bullata* Park. allevati su dieta contenente metoprene, non subisce variazioni.

Effects of the juvenoid ZR 512-4E (hydroprene) on the host-parasite couple *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond.

SUMMARY

Hydroprene was applied topically to *Galleria mellonella* L. larvae, doubling its amount progressively from 0,16 nl to 80 nl, at the beginning of the last stage, after the larvae had swallowed the parasite microtype eggs in the former stage.

This juvenoid caused the following effects on the host:

a) Progressive increase of the larval and pupal mortality, causing a very low number of adults (3,80%) when the highest dose had been given.

b) Progressive weight increase of the pupae: the weight more than doubled when the dose was 20 nl.

c) Progressive increase of the time needed to reach the chrysalis stage: this tripled from 20 nl onwards (the first part of the increase was spent eating, and the remaining time was spent in a state of dormancy, in proportion to the dose).

All these above-mentioned phenomena are accentuated from the dose of 5 nl per larva.

The effects induced on the parasite are indirect, because they are only a simple reflection of those caused to the host. So the number of puparia decreases according to the increase of the dose; the process is very evident only from 10 nl onwards, and at 80 nl no puparia are produced. Their weight increases with that of the chrysalis, but at less amount. No variation appears in the percentage of pupal mortality, according to the dose; it is constantly very low.

To sum up, hydroprene has a rather strong effect on the host (more than triprene, previously tested) and, consequently, the parasite too is strongly jeopardized; moreover, the deadly action of the juvenoid, delayed in the host pupae, often causes the death of the endoparasitic larvae.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ARZONE A., DOLCI M., 1980. - Azione su *Tenebrio molitor* L. di nuovi analoghi dell'ormone giovanile degli insetti. - *Boll. Lab. Ent. Agr. Portici*, 37: 59-63.
- ASCERNO M. E., SMILOWITZ Z., HOWER A. A. Jr., 1980. — Effects of the insect growth regulator hydroprene on diapausing *Microctonus aethiopoulos* a parasite of the alfalfa weevil. - *Environ. Entomol.*, 9: 262-264.
- BULYGINSKAYA M. A., VELCHEVA N. V., 1977. - The effect of incomplete sterilization of the adults of the apple Tortricid *Laspeyresia pomonella* L. (Lep. Tortricidae) on the reproductive functions of the daughter generations. - *Entom. Oboz.*, 56:515-528.
- DEB D. C., CHAKRAVORTHY S., 1981. — Effect of a juvenoid on the growth and differentiation of the ovary of *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera). - *J. Insect Physiol.*, 27: 103-111.
- DE LOOF A., VAN LOON J., HADERMANN F., 1979. - Effects of juvenile hormone I, methoprene and kinoprene on development of the hymenopteran parasitoid *Nasonia vitripennis*. - *Ent. exp. & appl.*, 26: 301-313.
- DIVAKAR B. J., 1980. — The effect of a juvenile hormone analogue on *Eucelatoria* sp. (Diptera: Tachinidae) through its host, *Heliothis armigera* (Hubn.) (Lepidoptera: Noctuidae). - *Experientia*, 36: 1332-1333.
- EL-BANHAWY E. M., 1980. — Comparison between the response of the preda-

- cious mite *Amblyseius brazilli* and its prey *Tetranychus desertorum* to the different IGRs methoprene and dimilin (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). - *Acarologia*, 21: 221-227.
- FASHING N. J., SAGAN H., 1979. - Effect of the juvenile hormone analog methoprene on *Nasonia vitripennis* when administered via a host, *Sarcophaga bullata*. - *Environ. Entomol.*, 8: 816-818.
- FLESSEL J. K., 1979. — Effect of JH active compounds on the adult alfalfa weevil and its braconid parasites. - *Proc. North Central Branch Ent. Soc. America*, 33: 58.
- GOODIN P., 1980. — Waging war on a peanut pest. - *Agric. Res.*, 29: 12.
- HUNT L. M., 1979. — Comparison of effects of juvenile hormone mimic and synthetic juvenile hormone I on the bug *Lygaeus kalmii*. - *Physiol. Entomol.*, 4: 135-138.
- KOZAR F., VARJAS L., 1976. — Laboratory experiments with juvenoids on the San José scale, *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. - *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hungaricae*, 11: 295-303.
- 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., 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.
- MELLINI E., GIRONI R., 1981. — Effetti della superparassitizzazione nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 36: 49-68.
- MELLINI E., CAMPADELLI G., 1982. — Potenziale megetico del parassitoide *Gonia cinerascens* Rond. misurato sull'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L. - *Mem. Soc. Ent. Ital.*, 61 (Suppl.) (in corso di stampa).
- PELEG B. A., GOTHILF S., 1980. — Effect of the juvenoid altosid on the development of three hymenopterous parasites. — *Entomophaga*, 25: 323-327.
- PICCARDI P., MASSARDO P., BETTARINI F., LONGONI A., 1980. — New chlorinated juvenile hormone analogues and their biological activity. - *Pestic. Sci.*, 11: 423-431.
- STOCKEL J., EDWARDS J. P., 1981. — Susceptibility of *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Gelechiidae) to two insect juvenile hormone analogues. - *J. stored Prod. Res.*, 17:137-141.
- TURUNEN S., CHIPPENDALE G. M., 1981. — Binding of juvenile hormone, methoprene and hydroprene to haemolymph proteins of larvae of the southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*. - *Insect Biochem.*, 11: 429-435.