

MARIA MATILDE PRINCIPI - DONATELLA SGOBBA  
Istituto di Entomologia "Guido Grandi" dell'Università di Bologna

## La diapausa larvale in *Mallada clathratus* (Schneider) (Neuroptera Chrysopidae).(\*) (\*\*)

### INTRODUZIONE

Alcune specie di Crisopidi vengono oggi utilizzate in applicazioni di lotta biologica, soprattutto nelle colture protette. Le più sfruttate sono quelle appartenenti al gen. *Chrysoperla* Steinmann e prevalentemente le specie del gruppo *C. carnea* (Stephens).

Nel considerare la possibilità di ricorrere per tali applicazioni anche a specie di altri generi, tra cui a quelle del gen. *Mallada* Navàs, che per alcune caratteristiche del loro comportamento potrebbero ben prestarsi a vivere in un ambiente condizionato quale è quello offerto dalle colture protette, si è ritenuto come indagine preliminare di studiare l'influenza esercitata da alcuni fattori ambientali sul loro ciclo di sviluppo.

In questo contributo si riferisce sulle ricerche sperimentali svolte su *M. clathratus* (Schneider), per mettere in evidenza l'azione esercitata dal fotoperiodo sullo sviluppo delle larve e, in particolare, sulle modalità di induzione della diapausa e sul suo manifestarsi nella larva di 3° stadio.

*M. clathratus* è specie diffusa nel nostro Paese, anche se non molto comune. Secondo Aspöck e al., 1980, è citata per l'Europa (Albania, Bulgaria, Grecia, territori della ex Jugoslavia, Italia e Francia) e per l'Asia (Anatolia, Zypern).

Gli adulti sono reperibili su piante arboree e da Principi, 1956, sono stati catturati su Salici, Pioppi, Robinie, Meli e, prevalentemente, su Olivi, con la fronda dei quali la loro livrea risulta straordinariamente mimetica. Si nutrono di nettare, polline e di escrementi liquidi di altri insetti. Le larve, come è caratteristica delle specie del genere, sono protette dorsalmente da un voluminoso e più o meno coerente fardello di frammenti che, per quanto è noto per la specie (Principi, 1956), risultano piuttosto grossolani e di natura diversa, prevalentemente costituiti da parti del corpo di altri insetti probabilmente loro vittime, insieme a materiale lanuginoso e filamentoso di origine varia. Si nutrono di piccoli Artropodi, specialmente di Rincoti, sono capaci di lunghi spostamenti e assai resistenti al digiun-

(\*) Lavoro effettuato nell'ambito del P. F. - M.A.F. "Lotta biologica e integrata delle colture agrarie e delle piante forestali" - Gruppo di ricerca "Lotta biologica".

(\*\*) Lavoro accettato il 16 novembre 1993.

no. Nelle linee generali il ciclo biologico è simile a quello delle altre specie del genere studiate nel nostro Continente (Babrikova, 1979; Canard e al., 1990, 1992; Killington, 1936-37; Principi, 1956, 1962; Principi e Castellari, 1970). Per l'Italia settentrionale è stato accertato per *M. clathratus* il numero di due generazioni in un anno con possibilità dello svolgimento, sia pure parziale, di una terza generazione. L'inverno è trascorso, come prevalentemente avviene nelle altre specie del genere studiate, dalla larva del 3° stadio ancora non matura. Tra le poche catture di larve effettuate in natura durante il periodo autunno-invernale non sono state mai reperite larve del 2° stadio.

La diapausa, che colpisce le larve del 3° stadio ibernanti, è stata studiata sperimentalmente in *M. flavifrons* (Brauer) in Italia (Principi e al., 1975, 1977, 1990; Principi e Sgobba, 1985, 1987) e in *M. picteti* (MacLachlan) in Francia (Canard e al., 1990; Canard e Grimal, 1993). In questo contributo si affronta lo studio dell'influenza fotoperiodica (e in parte della temperatura) sullo sviluppo larvale di *M. clathratus*, con particolare attenzione agli stadi sensibili in cui avviene l'induzione e al manifestarsi della diapausa nella larva del 3° stadio e, al riguardo, si mettono in evidenza alcuni comportamenti che differenziano tale specie da quelle precedentemente studiate.

#### MATERIALE E METODI

Il materiale utilizzato negli esperimenti è stato prelevato da un allevamento di laboratorio di *M. clathratus* proveniente da esemplari catturati allo stato adulto dal Dr. Roberto Pantaleoni nella località S. Martino di Gualdo nel Comune di Meldola (Forlì). Gli esperimenti sono stati condotti in due celle climatizzate in muratura, in cui la temperatura era di  $20 \pm 1^\circ \text{C}$  e l'UR del  $70 \pm 10\%$ . Il fotoperiodo era regolato, in una cella, con 16 h di luce e 8 h di oscurità ("giorni lunghi") e, nell'altra, con 12 h di luce e 12 h di oscurità ("giorni brevi"). In un esperimento, come verrà di seguito esposto, una parte dell'allevamento delle larve di 3° stadio è stato condotto durante il periodo invernale all'aperto, nel giardino sperimentale dell'Istituto, entro una gabbia (con pareti di rete metallica) posta in una posizione riparata dall'insolazione diretta.

Le larve sono state mantenute isolate, in piccoli contenitori cilindrici di plexiglass trasparente con coperchio in polietilene opaco microforato, aventi le dimensioni di cm 5 di lunghezza e di cm 3 di diametro. Come cibo veniva loro somministrato a giorni alterni un quantitativo in eccesso di uova di *Galleria mellonella* L., deposte da non oltre due giorni su carta bibula e mantenute a circa  $18^\circ\text{-}20^\circ \text{C}$ .

I bozzoli e le eventuali eoupe che ne erano sprovviste, sono stati trasferiti in analoghi contenitori, dove era posta una listerella di cartoncino ruvido per favorire lo sfarfallamento degli adulti.

Le eoupe e le pupe (con o senza bozzolo), gli adulti e le uova sono stati mantenuti costantemente nella cella con fotoperiodo di 16 h di luce e 8 h di oscurità.

Per quanto riguarda le larve il lavoro sperimentale è stato fondamentalmente condotto con cinque prove (A, B, C, D, E,) più una sesta prova funzionante da testimone (T). Tutte le larve sottoposte a tali prove derivavano da uova deposte da femmine appartenenti alla stessa generazione. Le larve durante l'intero sviluppo,

fino alla tessitura del bozzolo, in T sono state mantenute costantemente nella cella con fotoperiodo di 16 h di luce e 8 h di oscurità. Nelle altre prove, per i diversi stadi larvali, si sono operati trasferimenti da una cella all'altra, o da una cella all'aperto e viceversa, nel momento stabilito dal programma.

I bozzoli con il loro contenuto, appena ultimati, sono stati pesati su di una bilancia Mettler H 54 AR.

Le medie algebriche dei valori ottenuti negli esperimenti sono accompagnate dalla relativa deviazione standard. Nei casi in cui si è ritenuto opportuno i dati sono stati sottoposti al test "T" di Student tra le coppie di dati, all'analisi della varianza (test di Tukey), al controllo dell'omogeneità delle medie, alla omogeneizzazione delle medie, al calcolo del decimo percentile. Le medie sono state considerate significativamente diverse per  $p < 0,05$ .

Tab. 1 - Durata di sviluppo delle larve di 1° e di 2° stadio, con riferimento alle condizioni fotoperiodiche sperimentate.

Table 1 - Length of development in the first and second instar larvae correlated with the photoperiodic conditions experienced by them.

PROVA	fotoperiodo (h luce/oscurità)		durata di svil. in giorni 1° stadio				durata di svil. in giorni 2° stadio			
	1° stad.	2° stad.	n	$\bar{x}$	min.	max.	n	$\bar{x}$	min.	max.
T	16:8	12:12	42	9,119 $\pm 2,132$	5	14	42	10,333 $\pm 2,020$	6	15
A	16:8	12:12	38	8,447 $\pm 1,967$	5	14	36	8,111 $\pm 1,489$	5	11
B	16:8	12:12	38	10,368 $\pm 2,123$	6	15	38	9,368 $\pm 1,731$	7	13
C	12:12	16:8	41	10,512 $\pm 1,028$	8	13	37	9,378 $\pm 1,255$	7	11
D	12:12	12:12	35	10,600 $\pm 1,518$	7	15	34	10,412 $\pm 1,654$	8	13
E	16:8	16:8	48	8,021 $\pm 1,994$	6	14	44	9,023 $\pm 1,338$	6	12

## RISULTATI

Sviluppo del 1° e del 2° stadio larvale.

Le condizioni di esposizione fotoperiodica a cui sono state sottoposte le larve del 1° e del 2° stadio larvale sono indicate nella tab. 1. Da tale tabella si può rilevare che le medie della durata di sviluppo del 1° stadio larvale sono comprese, con esposizione a giorni lunghi, tra un minimo di 8,02 gg. ed un massimo di 10,37 gg. e, con esposizione a giorni brevi, tra un minimo di 10,51 gg. e un massimo di 10,60 gg. Per il 2° stadio larvale le medie della durata di sviluppo, con esposizione del 1° e del 2° stadio a giorni lunghi, presentano un valore minimo di 9,02 gg. e uno massimo di 10,33 gg.; con esposizione del 1° stadio a giorni brevi e del 2° stadio a giorni lunghi, la media è di 9,38 gg.; con esposizione del 1° stadio a

giorni lunghi e del 2° stadio a giorni brevi, la media presenta un minimo di 8,11 gg. ed un massimo di 9,37; con esposizione di ambedue gli stadi a giorni brevi, la media è di 10,41 gg.

L'analisi statistica dei gruppi di dati, confrontati a due a due con il test "T" di Student, porta ad alcune considerazioni. Si deve innanzitutto rilevare per ambedue gli stadi, una variabilità interna dei campioni piuttosto alta e altresì una certa incongruità nei risultati della elaborazione dei dati in quanto la differenza tra le medie di campioni mantenuti alle stesse condizioni sperimentali è risultata, in certi confronti operati con l'analisi della varianza, significativa e talora altamente significativa. I dati sono stati perciò sottoposti al controllo della omogeneità della varianza, che ha rivelato una alta disomogeneità dei valori, dovuta alla compresenza di più fattori di variabilità. La omogeneizzazione delle medie (ottenuta con la trasformazione logaritmica dei singoli dati per ciascun campione) e l'analisi della varianza con lettura della significatività hanno confermato che i dati sperimentali originari non possono essere considerati omogenei, così che da tali prove risulta difficile la valutazione dell'incidenza esercitata dal fattore fotoperiodo.

Ad ogni modo dobbiamo qui ricordare che sia in *M. flavifrons*, secondo le ricerche di Principi e al. (1977), Principi (1992), che in *M. picteti*, secondo le ricerche di Canard e al. (1990), le larve del 1° stadio possiedono una debole sensibilità al fotoperiodo e che l'esposizione a giorni brevi (con 12 h di luce e 12 h di oscurità) le porta a prolungare lievemente la durata del loro sviluppo rispetto a quanto si osserva con esposizione a giorni lunghi (con 16 h di luce e 8 h di oscurità). Tale capacità di prolungare debolmente lo sviluppo non è da escludersi neppure in *M. clathratus*, per cui si sono registrate differenze altamente significative nei confronti delle medie di T con C, di T con D, di A con C, di A con D, di C con E e di D con E.

Per quanto riguarda il 2° stadio larvale, il comportamento rilevato in *M. clathratus* sembra invece differenziarsi assai da quello osservato in *M. flavifrons* (Principi e al., 1975, 1977, 1990; Principi e Sgobba, 1987; Principi, 1992). Infatti in *M. flavifrons*, indipendentemente dal fotoperiodo sperimentato dal 1° stadio larvale, si osserva nel 2° stadio larvale, esposto a giorni brevi, un pronunciato prolungamento della durata di sviluppo rispetto a quando lo stadio è esposto a giorni lunghi. Nelle diverse sperimentazioni, condotte tuttavia a temperature un poco diverse, la durata dello stadio esposto a giorni brevi è risultata di quasi il doppio, o addirittura di oltre il doppio, di quando lo stadio era esposto a giorni lunghi. Il fotoperiodo sperimentato dal 1° stadio influiva solo modestamente sulla durata di sviluppo del 2° stadio. Anche in *M. picteti*, Canard e al., 1990, rilevano che con l'esposizione del 1° e del 2° stadio a fotoperiodo di 12 h di luce e 12 h di oscurità, la durata di sviluppo del 2° stadio è quasi il doppio di quella che si ha con 16 h di luce e 8 h di oscurità. Però in tale specie, a differenza di quanto avviene in *M. flavifrons*, il prolungamento del 2° stadio non è stato rilevato quando il 1° stadio è stato mantenuto sotto giorni lunghi.

Per *M. clathratus* le durate medie di sviluppo del 2° stadio, ottenute nelle diverse condizioni sperimentali, non sono risultate mai vistosamente diverse una dall'altra. Esse infatti sono comprese tra un valore minimo di 8,11 gg. e uno massimo di 10,41 gg. Pertanto se l'esposizione a giorni brevi può influire sulla dura-

ta di sviluppo dello stadio (nei confronti delle medie di A con D e di D con E la differenza è risultata altamente significativa; in quelli delle medie di D con B e di C con D la differenza è risultata significativa) il prolungamento che ne risulta non appare mai molto accentuato, differentemente da quanto è stato rilevato nelle altre due specie di *Mallada* precedentemente studiate.

### Sviluppo del 3° stadio larvale

Nella tab. 2 sono indicate le risposte ottenute riguardo alla durata di sviluppo delle larve di 3° stadio (dal 2° esuviamento alla trasformazione in eopupa), sottoponendo a esperienza fotoperiodica diversa i tre stadi. Sono pertanto riportate le condizioni di esposizione che già compaiono nella tab. 1 per quanto concerne il 1° e il 2° stadio, più le condizioni di esposizione adottate per il 3° stadio nelle cinque prove svolte (A, B, C, D, E) e nel testimone (T). Inoltre si aggiungono i risultati di altre due prove supplementari (F1 e F2) svolte in un tempo successivo con individui provenienti dallo stesso allevamento di laboratorio, ma appartenenti ad altra generazione. Dai dati indicati nella tabella si può dedurre quanto segue.

Nelle prove T e C, con esposizione del 3° stadio a giorni lunghi, si sono ottenute durate medie di sviluppo di detto stadio simili (T=10,47 gg.; C=10,58 gg.) che al confronto statistico non hanno presentato differenza significativa, nonostante che in T tanto il 1° che il 2° stadio avessero sperimentato giorni lunghi e in C il 1° stadio avesse sperimentato giorni brevi e il 2° stadio giorni lunghi. L'effetto dell'esperienza a giorni brevi del 1° stadio non si è pertanto rivelato nella risposta del 3° stadio. In queste prove, come del resto in tutte le altre, è da notare una grande variabilità individuale.

Nella prova E il 1° e il 2° stadio sono stati mantenuti ambedue sotto giorni lunghi e il 3° stadio sotto giorni brevi. Delle 43 larve che hanno raggiunto la maturità, 41 hanno presentato una durata di sviluppo media di 10,29 gg. Nei confronti statistici di tale media sia con quella di T, che con quella di C, non si è avuta differenza significativa. Ci è permesso di ritenere che le 41 larve non abbiano risentito della esposizione a giorni brevi. Le rimanenti due larve, invece, hanno presentato una lunga durata di sviluppo (una di 113 gg., l'altra di 120 gg.). Per una piccola parte del campione pertanto le larve del 3° stadio, indipendentemente dall'esposizione degli stadi precedenti, sono state in grado di subire l'induzione della diapausa se esposte a giorni brevi. Si è ritenuto opportuno di controllare i risultati della prova E eseguendo due prove supplementari, F1 e F2, con esposizione dei primi due stadi a giorni lunghi e del 3° stadio a giorni brevi. In F1 il trasferimento delle larve da giorni lunghi a giorni brevi è stato effettuato immediatamente dopo il 2° esuviamento; in F2, 24 h dopo il 2° esuviamento così da mantenere le larve del 3° stadio per un giorno ancora sotto il fotoperiodo con fotofase di 16 h. Come mette in evidenza la tab. 2, in F1, su 43 larve, 36 hanno raggiunto la maturità dopo la media di 9,50 gg., 2 sono morte entro 9 gg. e 7 hanno prolungato la durata del loro sviluppo oltre i 100 gg. Si è avuta così la conferma di quanto era risultato dalla prova E. Cioè in *M. clathratus* una lunga diapausa può essere indotta anche con la sola esposizione delle larve del 3° stadio a gior-

Tab. 2 - Durata di sviluppo della larva di 3° stadio, con riferimento alle condizioni fotoperiodiche sperimentate dai tre stadi larvali.

Table 2 - Length of the third instar development correlated with the photoperiodic conditions experienced by the three larval instars.

PROVA	fotoperiodo (h luce/oscurità)		n larve 3° stadio		che hanno raggiunto la maturità		che hanno raggiunto la maturità		che hanno raggiunto la maturità		con diapausa		morte prima della maturità				
	1° stad.	2° stad.	3° stad.	3° stad.	maturità	maturità	% mort.	n	senza diapausa	che hanno raggiunto la maturità	che hanno raggiunto la maturità	con diapausa	con diapausa	n	max.	min.	max.
T	16:8	16:8	16:8	40	40	2	4,76	40	10,475 ±3,616	4	22	0	-	2	8,000	7	9
C	12:12	16:8	16:8	36	36	1	2,70	36	10,583 ±2,167	7	15	0	-	1	7	-	-
E	16:8	16:8	12:12	43	43	1	2,27	41	10,293 ±1,521	7	15	2	116,500	1	6	-	-
F1(a)	16:8	16:8	12:12	41(b)	41(b)	2	4,65	36	9,500 ±1,522	7	13	5(b)	135,000	2	8,500	8	9
F2(a)	16:8	16:8	24h 16:8 poi 12:12	40	40	1	2,44	40	10,300 ±2,441	7	14	0	-	1	7	-	-
A	16:8	12:12	12:12	34	34	2	5,56	0	-	-	-	34	176,853 ±27,935	2	301,000	216	386
B	16:8	12:12	20 gg. 12:12	31	31	7	18,42	0	-	-	-	30	159,067 ±23,217	7	184,714 ±18,136	162	216
D	12:12	12:12	12:12	25	25	9	26,47	0	-	-	-	25	149,560	107	221	218	255

(a) F1 e F2 comprendono larve di una generazione successiva rispetto a quella a cui appartengono le larve delle altre prove.

(b) Due larve di 3° stadio sono andate disperse dopo oltre 100 gg. dal secondo esuvio; pertanto la durata media di sviluppo per le larve diapausanti si è potuta calcolare solo per cinque larve.

(c) Il periodo di permanenza all'aperto è stato compreso tra il 24 gennaio e il 4 marzo 1989.

(d) Il valore di 45 gg. raggiunto da un solo esemplare non è stato incluso nel calcolo della media delle larve la cui durata di sviluppo ha raggiunto come minimo il valore di 100 gg.

(a) F1 and F2 include larvae of a generation later than the one the larvae of the other tests belong to.

(b) Two third instar larvae got lost after over 100 days from the second ecdysis; therefore it was possible to calculate the mean length of diapausing larvae development only for five larvae.

(c) Stay in the open air lasted in 1989 from January 24 to March 4.

(d) The value of 45 days attained by only one specimen was not included in the calculation of the average development length of the larvae the development of which lasted as a minimum 100 days.

ni brevi. Che nella prova F2 nessuna larva abbia presentato la diapausa può farci supporre che determinante per la sua induzione sia l'esposizione a giorni brevi nelle prime ore che seguono il 2° esuviamento, anche se la sensibilità al fotoperiodo continua poi nei giorni che seguono. Per i comportamenti sopra esposti *M. clathratus* si differenzia notevolmente rispetto a quanto è stato accertato in *M. flavifrons* (Principi e al., 1977; Principi e Sgobba, 1985, 1987; Principi, 1992) e in *M. picteti* (Canard e al., 1990; Canard e Grimal, 1993).

Nelle prove A e B il 1° stadio larvale ha sperimentato i giorni lunghi, mentre il 2° e il 3° stadio si sono sviluppati ambedue sotto giorni brevi; in D tutti e tre gli stadi hanno sperimentato i giorni brevi. Nelle tre prove la durata di sviluppo delle larve del 3° stadio è apparsa superiore, o di gran lunga superiore, alla durata di sviluppo media di 10,47 gg. presentata dalle larve del 3° stadio non diapausanti di T.

In A tale durata ha raggiunto la media di 176,85 gg. La diapausa ha colpito il 100% delle larve. La mortalità subita dalle larve diapausanti è stata relativamente bassa (del 5,56%). Cioè quasi tutte le larve, nelle condizioni di temperatura e di fotoperiodo sperimentate, hanno raggiunto la maturità e si sono trasformate in eopupa. Tale comportamento appare simile a quanto già era stato messo in evidenza per le larve colpite da diapausa in *M. flavifrons* (Principi e al., 1975; Principi e Sgobba, 1987; Principi, 1992).

In D, come è stato prima riferito, i giorni brevi sono stati sperimentati anche dal 1° stadio. La diapausa ha colpito il 100% delle larve. Il valore medio della durata di sviluppo del 3° stadio, calcolato per le larve che hanno raggiunto la maturità e si sono trasformate in eopupa, è risultato inferiore (il confronto statistico di tale media di 149,56 gg. con la media di A, di 176,85 gg., ha dato una differenza altamente significativa). Ma in D si è avuta nel 3° stadio una mortalità notevolmente elevata (del 26,47%), che ha colpito le larve che hanno vissuto più a lungo (dal 2° esuviamento alla morte la media è stata di 239,44 gg.). Il particolare comportamento di tali larve, che non sono riuscite a trasformarsi in eopupa, rammenta quanto è stato rilevato da Canard e al. (1990), Canard e Grimal (1993), per *M. picteti*, dove una elevata percentuale delle larve diapausanti di 3° stadio sono morte senza trasformarsi in eopupa. Forse la mancanza di uno stimolo (probabilmente il ritorno ad una esposizione a giorni lunghi) ha impedito alle larve di uscire dalla diapausa e di riprendere l'attività normale.

In B, con il 1° stadio mantenuto a giorni lunghi ed il 2° stadio a giorni brevi, si è voluto sottoporre il 3° stadio, dopo i primi venti giorni di permanenza nella cella climatizzata con fotoperiodo di 12 h di luce e 12 h di oscurità, a temperature alquanto più basse di quella mantenuta nella cella stessa. Pertanto le larve sono state trasportate all'aperto, entro una gabbia posta nel giardino dell'Istituto di Entomologia, a incominciare dal 24 gennaio. All'aperto ogni larva è rimasta per 30 gg., sperimentando il fotoperiodo naturale e le temperature di quel periodo (fig. I). Per le 30 larve (cfr. la tab. 2) che hanno raggiunto la maturità dopo una durata di sviluppo minima di 100 gg., i trasferimenti dalla cella all'aperto si sono operati tra il 24 gennaio e il 3 febbraio del 1988. Le larve hanno così avuto modo di sperimentare temperature al di sotto dello 0° C. Le prime larve sono state riportate nella cella climatizzata con 12 h di luce e 12 h di oscurità il 22 febbraio, le

ultime il 4 marzo. Oltre le 30 larve nominate, vi è stata una larva (trasferita all'aperto il 5 febbraio) che ha raggiunto la maturità e filato il bozzolo 45 giorni dopo il 2° esuviamento e cioè 25 giorni dopo il trasferimento all'aperto. Tale durata di sviluppo è sensibilmente superiore a quella media di 10,47 gg. delle larve non diapausanti di T. Si può perciò concludere che l'esemplare abbia subito la diapausa, ma che questa si sia conclusa in tempi più brevi di quanto è avvenuto per le larve compagne. A causa di questo particolare comportamento, sul determinismo del quale non avanziamo ipotesi, si è ritenuto di escludere l'esemplare dalla serie delle 30 larve per cui si è calcolata la media della durata di sviluppo. Come risulta dalla tab. 2, tale media che riguarda le 30 larve è di 159,07 gg. Nel confronto statistico con la media di A la differenza risulta altamente significativa. Si deve tuttavia tener conto che in B, come già è stato segnalato per D, la mortalità del 3° stadio è stata alquanto elevata (18,42%) e ha colpito le larve che hanno vissuto più a lungo. Infatti la media della durata della vita delle larve del 3° stadio morte senza trasformarsi in eopupa è risultata di 184,71 gg.

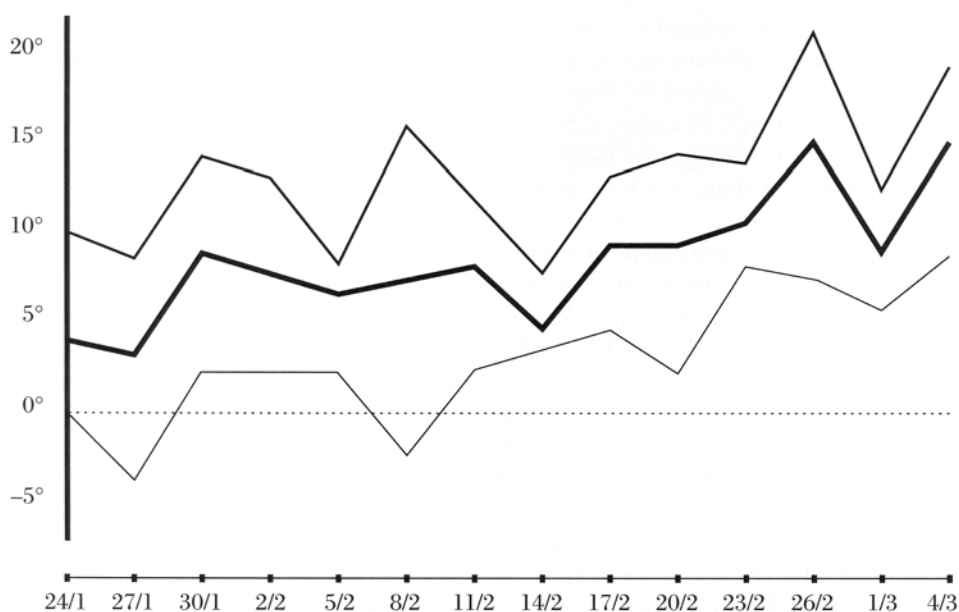


Fig. I - Temperature minime, medie e massime stagionali relative al periodo di esposizione di un gruppo di larve trasferite all'aperto dopo 20 giorni dalla seconda muta, per una durata di 30 giorni.

Fig. I - Minimum, medium and maximum seasonal temperatures during the period when a group of larvae has been transferred to open air after 20 days from the second ecdysis, for 30 days.

Si è ritenuto di una certa utilità procedere al confronto, nell'ambito della prova B, delle medie ottenute, ripartendo le predette 30 larve in tre gruppi (ognuno di 10 larve), comprendenti rispettivamente le larve trasferite all'aperto in tempi successivi e precisamente: un 1° gruppo (B1) con le larve trasferite dal 24 al 27 gennaio; un 2° gruppo (B2) con le larve trasferite dal 28 al 30 gennaio; un 3° grup-



po (B3) con le larve trasferite dal 31 gennaio al 3 febbraio. Le medie della durata di sviluppo sono così risultate:

$$B1 = 177,600 \pm 11,245$$

$$B2 = 162,400 \pm 15,447$$

$$B3 = 137,200 \pm 13,786.$$

Operando per coppie il confronto statistico tra le medie è risultato: tra B1 e B2 una differenza significativa; tra B2 e B3 una differenza altamente significativa; tra B1 e B3 altresì una differenza altamente significativa. Si può perciò ritenere che l'innalzarsi della temperatura, che si è verificato durante il mese di febbraio, abbia favorito l'acceleramento dello sviluppo delle larve del 3° stadio.

Tab. 3. - Costruzione del bozzolo e assenza di un bozzolo regolare e rispettivi sfarfallamenti, secondo che le larve di 3° stadio non abbiano subito la diapausa o siano andate in diapausa. (Per le condizioni fotoperiodiche sperimentate nelle diverse prove, vedi la tab. 2).

Table 3 - Cocoon spinning and lacking of a regular cocoon with respective eclosions whether the third instar larvae undergo diapause or not (as to photoperiodic conditions experienced in the different tests, see table 2).

PROVA	con larve senza diapausa				con larve diapausanti			
	bozzoli	sfarfall. (dai bozz.)	senza bozz.	sfarfall. (senza bozz.)	bozzoli	sfarfall. (dai bozz.)	senza bozz.	sfarfall. (senza bozz.)
	n	n	n	n	n	n	n	n
T	30	30	10	2	-	-	-	-
C	31	31	5	0	-	-	-	-
E	41	37	0	0	2	2	0	-
F1	7	5	24	3	0	0	5	1
F2	9	7	31	5	-	-	-	-
A	-	-	-	-	15	15	19	0
B	-	-	-	-	7(a)	6(a)	23	9
D	-	-	-	-	12	12	13	8
Totale	118	110	70	10	36	35	60	18

(a) Non è compreso l'esemplare che ha impiegato dal 2° esuviamento larvale alla tessitura del bozzolo 45 gg.

(a) The specimen taking 45 days from the second ecdysis to cocoon spinning is not included.

### Costruzione di un bozzolo regolare e comportamenti anomali. Peso del bozzolo. Durata del periodo di eopupa e pupa.

Nell'allevamento di *M. clathratus* svolto in laboratorio non tutte le larve che hanno raggiunto la maturità sono state in grado di costruire un bozzolo regolare. Una elevata percentuale di esse si è ripiegata a C, perdendo la facoltà di locomuoversi e ha assunto l'aspetto tipico della eopupa, senza tuttavia il caratteristico involucro di protezione o, per lo meno, solo con un involucro di trame sericee parziale ed irregolare. Il fenomeno è noto per altre specie di Crisopidi, dove le metamorfosi si sono svolte regolarmente fino ad un normale sfarfallamento senza

che eopupa e pupa fossero contenute entro un bozzolo regolare. Di solito si tratta però di casi sporadici e che non assumono la frequenza rilevata nel nostro allevamento di *M. clathratus*.

Nella tab. 3 sono riportati per le nostre prove, compreso il testimone, il numero dei bozzoli costruiti regolarmente e quello degli involucri parziali o di assenza completa di involucro, con distinzione dei casi in cui la larva non ha, o ha, subito la diapausa. È inoltre messo in evidenza il numero di sfarfallamenti ottenuti nelle diverse situazioni.

Tab. 4. - Peso dei bozzoli costruiti da larve senza diapausa e con diapausa. (Per le condizioni fotoperiodiche sperimentate nelle diverse prove, vedi la tab. 2).

Table 4 - Weights of cocoons spinned by non diapausing and diapausing larvae (as to photoperiodic conditions experienced in the different tests, see table 2).

PROVA	da larve senza diapausa				da larve con diapausa			
	n	$\bar{x}$ (mg)	min. (mg)	max. (mg)	n	$\bar{x}$ (mg)	min. (mg)	max. (mg)
T	30	10,929 ±0,142	10,68	11,21	-	-	-	-
C	31	11,001 ±0,179	10,68	11,31	-	-	-	-
E	41	10,440 ±0,280	10,07	11,04	2	11,385	11,28	11,49
F1	7	10,629 ±0,397	10,04	11,00	-	-	-	-
F2	9	10,677 ±0,301	10,28	11,07	-	-	-	-
A	-	-	-	-	15	12,563 ±0,888	10,86	13,81
B	-	-	-	-	7(a)	13,060 ±1,852	11,11	16,99
D	-	-	-	-	12	11,903 ±0,279	10,83	14,11

(a) Non è compreso il dato dell'esemplare che ha impiegato dal 2° esuviamiento larvale alla tessitura del bozzolo 45 gg. e il cui bozzolo ha raggiunto il peso di mg 11,84.

(a) Cocoon weight (mg 11.84) of the specimen taking 45 days from the second larval ecdysis to spinning is not included.

Dal calcolo dei valori totali si può desumere che la percentuale dei bozzoli regolarmente costruiti è stata del 62,77% quando le larve non hanno subito diapausa e solo del 37,50% quando le larve sono andate in diapausa. Se consideriamo unitamente le larve senza e con diapausa, la percentuale di sfarfallamento dai bozzoli regolari è stata sensibilmente più alta (94,16%) di quella che è risultata quando eopupa e pupa sono rimaste senza bozzolo (21,54%). Se invece calcoliamo la percentuale di sfarfallamento (considerando unitamente pupe con bozzolo e

senza) ottenuta quando le larve non sono oppure sono andate in diapausa, vediamo che nel primo caso essa è del 63,83%, nel secondo raggiunge il 55,21%.

I bozzoli regolari, con la eopupa che contenevano, sono stati pesati subito dopo la loro tessitura. I valori ponderali ottenuti sono riportati nella tab. 4. Il peso medio di tutti i bozzoli costruiti da larve senza diapausa (n=118) è risultato di mg 10,741  $\pm$  0,338, con valore minimo di mg 10,04 e valore massimo di mg 11,31; quello di tutti i bozzoli costruiti da larve che avevano subito la diapausa regolare, con durata di sviluppo del 3° stadio almeno di 100 gg.<sup>(1)</sup>, (n=36) è risultato di mg 12,374  $\pm$  1,213, con valore minimo di mg 10,83 e valore massimo di mg 16,99. Il confronto statistico delle due medie ha dato una differenza altamente significativa. I bozzoli delle larve che hanno subito la diapausa sono cioè risultati più pesanti rispetto ai bozzoli delle larve non diapausanti, così come era stato messo in evidenza per *M. flavifrons* (Principi e Sgobba, 1987) e per *M. picteti* (Canard e al., 1990).

È stato già riferito che i bozzoli dopo la filatura (e altresì le eopupe e le pupe senza bozzolo o con un involucro parziale) sono stati esposti al fotoperiodo di 16 h di luce e 8 h di oscurità. Nella tab. 5 sono riportati i valori medi, i minimi e i massimi della durata del periodo di eopupa e pupa (con bozzolo e senza bozzolo regolare) provenienti da larve senza e con diapausa. In seguito al controllo dell'omogeneità le medie sono risultate tutte omogenee e sono state quindi sottoposte all'analisi della varianza che ha dichiarato l'assenza di differenze statisticamente significative tra i gruppi. La durata del periodo di eopupa e di pupa mantenute a giorni lunghi non sembra pertanto aver risentito della diversa esposizione fotoperiodica subita dagli stadi larvali, nè pertanto si ritrova nella durata di tale periodo l'effetto della diapausa subita da parte delle larve<sup>(2)</sup>.

## CONCLUSIONI

Per ogni singola specie si sono selezionati comportamenti di adattamento ai fattori ambientali, che concorrono a definire il suo ciclo biologico e permettono ai vari stati ontogenetici di sfruttare le condizioni dell'ambiente favorevoli e di sopravvivere quando tali condizioni diventano avverse. Di solito in un gruppo di specie affini ritroviamo strategie simili per superare i periodi difficili, principalmente i mesi invernali, per quanto, come avviene tra i Neurotteri nella famiglia dei Crisopidi, anche nell'ambito di uno stesso genere possono essere incluse specie che si differenziano sensibilmente per le modalità del loro ciclo e per gli stadi di sviluppo coinvolti nell'ibernamento.

<sup>(1)</sup> Non è stato considerato nel computo il peso del bozzolo dell'esemplare della prova B, che lo ha filato 45 gg. dopo il 2° esuviamento. Il peso di tale bozzolo è risultato di mg 11,84.

<sup>(2)</sup> In *M. flavifrons* Principi e al. (1975) trovano che un certo rallentamento di sviluppo si riscontra anche nella eopupa, e talora anche nella pupa, qualora l'intero ciclo di sviluppo si svolga sotto giorni brevi (di 12 h di luce e 12 h di oscurità). E anche quando si verifici il trasferimento dai giorni brevi a quelli lunghi (16 h di luce e 8 h di oscurità) dopo il 2° esuviamento o comunque prima del completamento dello sviluppo larvale, si trova nelle eopupe e talora nelle pupe, sia pure in debole grado, un siffatto rallentamento (Principi e al., 1977).

Anche in *M. picteti* Canard e al. (1990) segnalano un prolungamento di sviluppo del periodo di eopupa e pupa nel bozzolo, qualora le larve abbiano subito la diapausa.

Tab. 5 - Durata in giorni del periodo trascorso come copupa e pupa (con e senza bozzolo) sotto giorni lunghi, secondo che le larve di 3° stadio non siano andate o siano andate in diapausa. (Per le condizioni fotoperiodiche sperimentate nelle diverse prove, vedi la tab. 2).

Table 5 - Length (in days) of the period spent as prepupa and pupa (with and without cocoon) under long day conditions, depending upon whether the third instar larvae have entered diapause or not (as to photoperiodic conditions experienced in the different tests, see table 2).

PROVA	da larve senza diapausa con bozzolo				senza bozzolo regolare				da larve con diapausa con bozzolo				senza bozzolo regolare			
	n	$\bar{x}$	min.	max.	n	$\bar{x}$	min.	max.	n	$\bar{x}$	min.	max.	n	$\bar{x}$	min.	max.
T	30	26,367 ±3,078	17	35	2	22,000	21	23	-	-	-	-	-	-	-	-
C	31	25,161 ±2,067	21	29	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	37	26,676 ±7,707	16	55	0	-	-	-	2	26,000	24	28	0	-	-	-
F1	5	26,000 ±4,112	21	28	3	25,000 ±1,008	21	28	0	-	-	-	1	25	-	-
F2	7	20,571 ±3,908	21	27	5	25,400 ±2,897	22	28	0	-	-	-	0	-	-	-
A	0	-	-	-	0	-	-	-	15	25,724 ±6,250	13	38	0	-	-	-
B	0	-	-	-	0	-	-	-	6(a)	25,000 ±4,478	22	30	9	25,667 ±3,989	16	29
D	0	-	-	-	0	-	-	-	12	24,500 ±2,969	18	29	8	29,000 ±2,677	26	33

(a) Non è compreso il dato dell'esemplare che come larva ha impiegato 45 gg. dal 2° esuvamento alla filatura del bozzolo.

(a) The datum of the specimen taking 45 days from the second ecdysis to cocoon spinning is not included.

Quanto per ora ci è noto sull'argomento ci consiglia di evitare in mancanza di dati specifici di generalizzare le linee che riguardano lo svolgimento dei cicli biologici e le capacità di reazione ai fattori ambientali. Per rimanere tra i Crisopidi, e limitandoci qui a considerare il gen. *Mallada* Navàs, sappiamo, a dire il vero per un piccolo numero di specie, che l'ibernamento è affidato per lo più alla larva di 3° stadio, di solito prima del raggiungimento della maturità e, talora, per qualche specie, anche alla larva di 2° stadio. Sperimentalmente si è dimostrato che un forte rallentamento dello sviluppo, tuttavia non comprendente un completo e drastico arresto della morfogenesi, colpisce gli stadi ibernanti e risulta indotto dal fotoperiodo. Per quanto riguarda il 3° stadio, per le modalità di induzione, di mantenimento e di riattivazione, tale rallentamento si configura come una vera diapausa facoltativa.

*M. clathratus*, oggetto di indagine nel presente contributo, per alcuni comportamenti che riguardano gli stadi larvali coinvolti nell'ibernamento e le modalità di induzione fotoperiodica della diapausa, si allontana un poco dalle due specie dello stesso genere precedentemente studiate con metodo sperimentale, precisamente *M. flavifrons* (Principi e al., 1975, 1977, 1990; Principi e Sgobba, 1985, 1987) e *M. picteti* (Canard e al., 1990; Canard e Grimal, 1993).

A differenza delle due specie predette, sotto l'azione dei giorni brevi (12 h di luce e 12 h di oscurità) e nelle condizioni sperimentali adottate, in *M. clathratus* non si nota il sensibile rallentamento di sviluppo nei primi due stadi larvali. Tale rallentamento, che porta ad un prolungamento della durata di sviluppo (particolarmente vistoso nel 2° stadio) nelle due specie predette, è pressochè assente in *M. clathratus*. Ciò può essere messo in relazione con i pochi reperti finora scaturiti dalle ricerche di campagna, che hanno permesso per l'ultima specie di raccogliere durante i mesi autunno-invernali solo larve di 3° stadio, mentre per *M. flavifrons* è stato possibile reperire durante gli stessi mesi, anche larve del 2° stadio. Possiamo perciò chiederci se per *M. clathratus* l'ibernamento venga affidato solo e unicamente a larve del 3° stadio.

Ad ogni modo anche in *M. clathratus*, con l'esposizione dei primi due stadi larvali sensibili al fotoperiodo, o unicamente del 2° stadio, ai giorni brevi, viene indotta una lunga diapausa, che si manifesta nel 3° stadio e che, come in *M. flavifrons*, ha sempre colpito il 100% degli esemplari sottoposti a esperimento.

Qualora però l'esposizione a giorni brevi abbia interessato non solo il 2° stadio, ma altresì il 1° e il 2° stadio, una mortalità abbastanza alta ha colpito le larve di 3° stadio diapausanti e mantenute a giorni brevi. Tali larve sono morte dopo una durata di sviluppo superiore a quella delle larve che, nelle stesse condizioni, si sono invece spontaneamente trasformate in eopupa. Si può supporre che una induzione più prolungata abbia portato ad una intensità di diapausa tale per cui, senza uno stimolo riattivante (probabilmente rappresentato dal ritorno ad una esposizione a giorni lunghi), le larve non siano riuscite a completare la propria diapausa. Dobbiamo ricordare infatti che in natura le larve ibernanti subiscono all'approssimarsi della primavera l'azione dei giorni che divengono sempre più lunghi e che facilitano loro pertanto l'uscita dallo stato di diapausa.

*M. clathratus* si differenzia inoltre dalle due specie precedentemente studiate, *M. flavifrons* e *M. picteti*, per un altro importante fattore. Nelle due predette spe-

cie la diapausa nel 3° stadio larvale si verifica solo in seguito all'induzione dovuta all'esposizione del 1° e del 2° stadio o solamente del 2° stadio ai giorni brevi. Infatti l'esposizione ai giorni brevi unicamente del 3° stadio (con il 1° e il 2° stadio mantenuti a giorni lunghi) porta tutt'al più ad un prolungamento del 3° stadio appena accennato e comunque poco consistente. In *M. clathratus* invece, quando il 1° e il 2° stadio sono esposti a giorni lunghi, e solo il 3° stadio viene esposto a giorni brevi, una percentuale, sia pure modesta, (i risultati variano da una prova all'altra) delle larve di 3° stadio è in grado di subire una lunga diapausa e di prolungare quindi lo sviluppo per un numero di giorni non molto inferiore alla durata di sviluppo registrata nelle larve delle prove dove l'induzione si è verificata con esposizione del 2° stadio o del 1° e del 2° stadio a giorni brevi. In natura pertanto alcune delle larve dell'ultima generazione (la seconda probabilmente; cfr. Principi, 1956), che compaiono più precocemente nella stagione e in cui i primi due stadi sono sottoposti ancora ai giorni lunghi, se colpite dai giorni brevi subito dopo il 2° esuviamento, possono subire la diapausa e ibernare, come avviene per quelle più ritardatarie della stessa generazione (o eventualmente di una terza generazione).

Come in *M. flavifrons* e in *M. picteti*, i bozzoli costruiti dalle larve diapausanti sono risultati un poco più pesanti dei bozzoli costruiti dalle larve sviluppatesi senza diapausa. Il periodo complessivo di eopupa e pupa, mantenute a giorni lunghi, non presenta in *M. clathratus*, a differenza di quanto è apparso nelle due specie precedentemente studiate, una durata lievemente superiore quando le larve hanno subito la diapausa.

#### CONCLUSIONS

Every single species has developed adaptive behaviours to environmental factors; such behaviours contribute to determine biological cycles and allow the ontogenetic stages to take advantage of favourable environmental conditions and to survive when they become unfavourable. Generally in a group of related species we find like strategies for overcoming hard periods, chiefly winter months; however, as it occurs among Neuroptera in the family Chrysopidae, species showing noticeable differences in their cycles and having different overwintering stages, may be included in the same genus too.

What we know about this matter advises us to avoid, for want of specific data, generalization of biological cycle trends and responsiveness to environmental factors. Still in the Chrysopidae, considering here only the gen. *Mallada* Navàs, we know, however for a small number of species that overwintering is performed mostly by the third instar larvae, usually before reaching full-growth, and at times in some species also by the second-instar larvae. It has been shown experimentally that a considerable developmental slowing down without a complete sharp stopping of morphogenesis, affects overwintering instars and results to be induced by photoperiod. As regards the third instar, such slowing down for the ways of induction, maintenance and reactivation may be considered as a true facultative diapause.

*Mallada clathratus*, the object of this research, differs a little from the two spe-

cies of the same genus studied before with experimental method, that is *M. flavifrons* (Principi et al., 1975, 1977, 1990; Principi and Sgobba, 1985, 1987) and *M. picteti* (Canard et al., 1990; Canard and Grimal, 1993), in some behaviours concerning larval overwintering instars and photoperiodic induction of diapause.

Unlike the aforesaid two species, under short days (LD 12:12) and experimental conditions adopted in this research, in *M. clathratus* the noticeable developmental slowing down in the first two larval instars is not observed. Such slowing down causing a lengthening of development (particularly noticeable in the second instar) which is observed in the two aforesaid species, is almost lacking in *M. clathratus*. This fact can be related with the scarce material till now given by researches in the field, which allowed during fall and winter months to collect only third instar larvae, while for *M. flavifrons* during the same months it was possible to find also some second instar larvae. Therefore, we wonder whether in *M. clathratus* overwintering is performed only by third instar larvae.

In any case also in *M. clathratus* a long diapause is induced when the first two larval instars sensitive to photoperiod or only the second instar are exposed to short days; such diapause appears in the third instar and, as in *M. flavifrons*, always affects 100% of the specimens under experimentation.

However, when not only the second instar, but also both the first and second instars were exposed to short days, a rather high mortality affected the diapausing third instar larvae kept under short day conditions. Such larvae died after a development lasting longer than in larvae, which, instead under the same conditions became spontaneously prepupae. We can assume that a more prolonged induction has caused such intensity of diapause that without a reactivating stimulus (likely a return to long day conditions) larvae have not been able to complete diapause. Indeed, we must remember that in the field when spring is drawing near, overwintering larvae undergo the action of drawing out days, that, therefore, facilitate the end of diapause.

Moreover, *M. clathratus* differs from *M. flavifrons* and *M. picteti* in another important character. In the two above mentioned species in the third instar larvae diapause occurs only after induction due to short day exposure of the first and second instars or only second instar. Indeed exposure to short day conditions only of the third instar (the first and second instars being kept under long day conditions) results at the most in a very slight lengthening of the third instar. In *M. clathratus*, instead, when both the first and second instars experience long day conditions, and only the third instar is exposed to short days, a percentage even if moderate of the third instar larvae is able to undergo a long diapause, and, therefore, to prolong their development for a number of days not much lower than development duration recorded in the larvae under experiment where induction occurred with short day exposure of the second or both first and second instars. Therefore, in the field some larvae of the last (probably the second; cfr. Principi, 1956) generation, appearing earlier in the season, the first two instars of which experience still long days, if exposed to short day conditions just after the second ecdysis, may undergo diapause and overwinter as it happens for the latest larvae of the same or a possible third generation.

As in *M. flavifrons* and *M. picteti* cocoons spun by diapausing larvae were a lit-

tle heavier than those spun by non diapausing larvae. The whole period of prepupa and pupa kept under long day conditions in *M. clathratus*, unlike what has been observed in the two species previously studied, does not show a slightly longer duration, when the larvae have undergone diapause.

#### RIASSUNTO

In *Mallada clathratus*, come nelle congeneri *M. flavifrons* e *M. picteti* precedentemente studiate, la larva di 3° stadio, in seguito alla esposizione del 1° e del 2° stadio, o unicamente del 2° stadio, a giorni brevi (di 12 h di luce e 12 h di oscurità), presenta una lunga diapausa. A 20° C tale diapausa si manifesta come un accentuato rallentamento dello sviluppo. La durata del periodo compreso tra il 2° esuviamento e la trasformazione in eopupa può così raggiungere e oltrepassare i 5 mesi. Sia che l'induzione sia avvenuta durante i primi due stadi larvali, sia unicamente durante il 2° stadio, la diapausa si manifesta nel 100% delle larve di *M. clathratus*. Quando le larve sono allevate nelle stesse condizioni di temperatura, ma sotto giorni lunghi (di 16 h di luce e 8 h di oscurità) la durata di sviluppo del 3° stadio è in media di circa una diecina di giorni.

In *M. clathratus* i primi due stadi larvali, sottoposti a giorni brevi, non presentano il prolungamento di sviluppo che, invece, nelle due specie congeneri, è assai accentuato, soprattutto nel 2° stadio. Ciò fa supporre che in *M. clathratus* l'inverno sia attraversato unicamente dalle larve del 3° stadio e non talora anche da quelle del 2° stadio come in altre specie congeneri.

*M. clathratus* si differenzia altresì da *M. flavifrons* e da *M. picteti* per la possibilità di subire una lunga diapausa nel 3° stadio larvale qualora, con permanenza del 1° e del 2° stadio a giorni lunghi, il 3° stadio venga trasferito a giorni brevi. In tal caso però la diapausa colpisce solo una modesta percentuale delle larve.

Anche nella specie in esame i bozzoli costruiti dalle larve che hanno subito la diapausa sono un poco più pesanti di quelli costruiti dalle larve non diapausanti. La durata del periodo complessivo di eopupa e di pupa, esposte a giorni lunghi, non presenta alcuna differenza significativa secondo che le larve di 3° stadio abbiano subito o non abbiano subito la diapausa.

#### Larval diapause in *Mallada clathratus* (Schneider) (Neuroptera Chrysopidae).

#### SUMMARY

In *Mallada clathratus* as in *M. flavifrons* and in *M. picteti*, previously studied, the third instar larvae after exposure to short day (LD 12:12) of both first and second instars or only of the second instar, exhibit a long diapause. At 20° C such diapause is indicated by a remarkable decreasing of developmental rate. Thus the time from second ecdysis to transformation into prepupa may be and exceed too 5 months. Whether diapause has been induced during the first two larval instars or only during the second instar, diapause occurs in 100% of *M. clathratus* larvae. When larvae are reared under the same temperature but under long day (LD 16:8) conditions, development of the third instar lasts on the average about ten days.

In *M. clathratus* the first two larval instars under short days exhibit no developmental lengthening, which, instead, is very remarkable, especially during the second instar, in the two species belonging to the same genus. On this ground we can assume that *M. clathratus* will overwinter only as a third instar larva and never as a second instar too, as it occurs sometimes in other species belonging to the same genus.

Moreover, *M. clathratus* differs from *M. flavifrons* and *M. picteti*, as it has the possibility of undergoing a long diapause in the third larval instar, when the first and the second instars have experienced long days and the third instar is transferred to short day conditions. In this case, however, diapause occurs only in a small percentage of larvae.

Also in the species here considered, cocoons spun by the larvae that have undergone diapause are a little heavier than those spun by non-diapausing larvae. The whole period of prepupa and pupa kept under long day conditions shows no significant difference according to whether the third instar larvae have undergone diapause or not.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

ASPÖCK H., ASPÖCK U., HÖLZEL H., 1980. - Di Neuropteren Europas. - Goecke & Evers, Krefeld, 2 voll.



- BABRIKOVA T., 1979. - Bioecological studies on green deer fly (*Chrysopa prasina* Burm.). - *Hortic. viticult. Science*, Sofia, 16: 12-18.
- CANARD M., GRIMAL A., 1993. - Multiple action of photoperiod on diapause in the green lacewing *Mallada picteti* (McLachlan) (Neuroptera Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna*, 47: 233-245.
- CANARD M., GRIMAL A., HATTÉ M., 1990. - Larval diapause in the Mediterranean green lacewing *Mallada picteti* (McLachlan) (Neuroptera, Chrysopidae): induction by photoperiod, sensitive and responsive stages. - *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna*, 44: 65-74.
- CANARD M., GRIMAL A., HATTÉ M., 1992. - How does green lacewing *Mallada picteti* (McLachlan) overwinter? (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). - In: *Current Research in Neuropterology*, Proc. Fourth Intern. Symp. Neuropterology, Bagnères-de-Luchon, France, 1991, M. Canard, H. Aspöck, M.W. Mansell eds., *Imprimerie Sacco*, Toulouse, France: 87-93.
- KILLINGTON F. J., 1936-37. - A Monograph of the British Neuroptera. I vol. (1936), II vol. (1937). - *Ray Soc.*, London.
- PRINCIPI M.M., 1956. - Contributi allo studio dei Neurotteri italiani. XIII. Studio morfologico, etologico e sistematico di un gruppo omogeneo di specie del gen. *Chrysopa* Leach (*C. flavifrons* Brauer, *prasina* Burm. e *clathrata* Schn.). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 21: 319-410.
- PRINCIPI M.M., 1962. - Il valore dei caratteri morfologici, cromatici ed eto- ecologici nella discriminazione specifica. Caso di due Neurotteri Crisopidi: *Chrysopa flavifrons* Brauer e *C. iberica* Navàs. - *Atti Acc. Sc. Ist. Bologna (Cl. Sc. Fis.)*, *Rendiconti*, S. 11, 9: 16-19.
- PRINCIPI M.M., 1992. - Lo stato di diapausa negli insetti ed il suo manifestarsi in alcune specie di Crisopidi (Insecta Neuroptera) in dipendenza dell'azione fotoperiodica. - *Atti Acc. Sc. Ist. Bologna (Cl. Sc. Fis.)*, *Rendiconti*, S. 14, 8: 79-116. - Riprodotto in *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna*, 46: 1-30.
- PRINCIPI M.M., CASTELLARI P.L., 1970. - Ibernamento e diapausa in alcune specie di Crisopidi (Insecta Neuroptera) viventi in Italia. - *Atti Acc. Sc. Ist. Bologna (Cl. Sc. Fis.)*, *Rendiconti*, S. 12, 7: 75-83.
- PRINCIPI M.M., MEMMI M., PASQUALINI E., 1977. - Induzione e mantenimento della oligopausa larvale in *Chrysopa flavifrons* Brauer (Neuroptera, Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 33: 301-314.
- PRINCIPI M.M., MEMMI M., SGOBBA D., 1990. - Influenza della temperatura sulla diapausa larvale di *Mallada flavifrons* (Brauer) (Neuroptera Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. "Guido Grandi" Univ. Bologna*, 44: 37-55.
- PRINCIPI M. M., PIAZZI P., PASQUALINI E., 1975. - Influenza del fotoperiodo sul ciclo di sviluppo di *Chrysopa flavifrons* (Brauer) (Neuroptera Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 32: 305-322.
- PRINCIPI M. M., SGOBBA D., 1985. - La diapausa larvale in *Anisochrysa flavifrons* (Brauer) (Neuroptera Chrysopidae). - *Atti XIV Congr. naz. ital. Ent., Palermo, Erice, Bagheria, 1985*: 483-490.
- PRINCIPI M. M., SGOBBA D., 1987. - La diapausa larvale in *Mallada* (= *Anisochrysa*) *flavifrons* (Brauer) (Neuroptera Chrysopidae): cicli fotoperiodici responsabili dell'induzione, sviluppo di diapausa e attivazione, accrescimento ponderale dello stadio con diapausa. - *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna*, 41: 209-231.