

MARIA MATILDE PRINCIPI

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

I Neurotteri Crisopidi e le possibilità della loro utilizzazione in lotta biologica e in lotta integrata. (*)

INTRODUZIONE

Le esigenze di proteggere le coltivazioni dall'attacco dei fitofagi, rappresentati prevalentemente da Artropodi (Acari e soprattutto Insetti), hanno imposto una ricerca, in evoluzione continua a causa dell'evolversi della complessità dei problemi, che fornisca mezzi idonei a contenerne le popolazioni.

La lotta chimica ci ha offerto, e tutt'ora ci offre, le più ampie possibilità, ma, come è noto oramai a tutti, provoca una serie di gravissimi inconvenienti, sia per effetti collaterali a breve o a lunga scadenza (come il depauperamento della resistenza biotica dell'ambiente, vale a dire la rarefazione delle specie di Artropodi predatori e parassiti, e la formazione di stirpi di insetti resistenti agli insetticidi), sia per i gravi pericoli dell'intossicazione acuta e cronica per gli animali omeotermi, uomo compreso e, in una parola, dell'inquinamento e deterioramento dell'ambiente. Nell'ultimo ventennio si è ritenuto pertanto di intensificare gli sforzi per la messa a punto di mezzi di lotta alternativi, privi di tali effetti collaterali dannosi.

La lotta biologica, già benemerita della soluzione di gravi problemi fitopatologici da quasi oramai un secolo, ma poi caduta un po' in disuso per l'apparente successo della lotta chimica, ha quindi ritrovato attualmente un rinnovato interesse.

È appunto in uno dei suoi settori (oggi con « lotta biologica » si comprendono svariate tecniche di applicazione) che si prevede l'utilizzazione e lo sfruttamento dell'attività entomofaga di altri insetti predatori e parassiti (talora anche di acari) per ridurre le popolazioni dei fitofagi dannosi.

Tra gli insetti predatori i Neurotteri Crisopidi vennero ritenuti ento-

(*) Lettura tenuta il 5 aprile 1984 al Convegno « Stato di salute del territorio. Una giornata di lotta biologica » organizzato dalla Provincia di Forlì.

mofagi utili e suscettibili di essere manipolati fin dall'inizio del secolo, mediante il metodo, in quegli anni molto in voga, dell'introduzione e diffusione in una nuova regione geografica di specie esotiche, per ricostruire un equilibrio con risultati positivi a lungo termine. In qualche caso sembra che con l'introduzione di Crisopidi si siano ottenuti buoni risultati (New, 1975).

Ma negli ultimi trent'anni la loro utilizzazione è stata considerata, più che altro, per applicazioni che consistono nel lancio in pieno campo, o nelle serre, (il metodo viene chiamato «inondativo») di esemplari provenienti da allevamenti massali di laboratorio, da eseguire quando il fitofago raggiunge un livello di minaccia. L'efficacia che se ne ottiene è a breve scadenza, ma poi, per varie ragioni, è destinata ad esaurirsi nel tempo.

Più recentemente, negli agroecosistemi dove esiste ancora un residuo di resistenza biotica, o dove si trovano nelle prossimità riserve di vegetazione spontanea frequentata dai Crisopidi, si è contemplata la possibilità di intensificare l'azione di tali predatori con irrorazioni di cibo supplementare o anche di sostanze attrattive.

Infine, come prospettiva dello sfruttamento dei Crisopidi, si cerca oggi di potenziare specie presenti e attive naturalmente nelle coltivazioni mediante il metodo della lotta integrata.

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E BIOLOGICHE DEI CRISOPIDI

Ma vediamo ora quali siano le principali caratteristiche che hanno reso questi insetti degni di attenzione per la lotta biologica.

I Crisopidi (e insieme ai Crisopidi anche la famiglia degli Emeobiidi, né da trascurare quella dei piccolissimi Coniopterigidi) possono infatti essere valorizzati a causa della loro intensa attività predatrice di altri Artropodi, esplicata dalle larve e talora anche dagli adulti. Appartengono all'ordine dei Neurotteri, il primo nella scala sistematica con sviluppo indiretto, in cui si succedono cioè gli stati di uovo, larva, pupa, adulto. Per l'Italia sono oggi conosciute una trentina di specie, riunite in una diecina di generi; quelle di interesse agrario appartengono più che altro ai generi *Chrysopa*, *Chrysoperla* e *Anisochrysa*.

Gli adulti dei generi nominati hanno dimensioni medie (da 20 a 40 mm di apertura d'ali), livree di un bel colore verde più o meno intenso, spesso con maculature puntiformi, o a disegni più estesi, di color brucio o nero; frequentano, secondo la specie, la vegetazione arborea od erbacea e volano e sono attivi soprattutto al crepuscolo.

Il loro apparato boccale è masticatore: gli adulti delle specie di *Chrysopa* hanno regime dietetico carnivoro (sono spesso voracissimi divoratori di afidi); quelli di *Chrysoperla* e di *Anisochrysa* si nutrono invece pressoché esclusivamente di melata di Omotteri, di nettare e di

polline e quindi hanno un regime dietetico glicifago e pollinifago e non sono pertanto in tale stato dei predatori.

Le uova sono assai caratteristiche: sono sopportate da un lungo peduncolo fissato al supporto di ovideposizione (pagina inferiore delle foglie, rametti, cortecce, ecc.); di solito appena emesse sono di color verde (ma anche biancastre) e sono deposte isolate, o riunite in gruppi o addirittura in mazzetti.

Le larve quando sono mature raggiungono nelle specie di maggior taglia la lunghezza di circa 1 cm. Hanno livree brunicce, giallo-verdastre, in ogni caso poco vistose; corpo allungato, subfusiforme nelle specie dei generi *Chrysopa* e *Chrysoperla*; globoso e larghetto in quelle di *Anisochrysa*. Queste ultime si ricoprono al dorso di un ammasso coerente di minuti frammenti prelevati dall'ambiente e di natura varia, che trattengono con le numerose setole uncinatate di cui sono provviste e per tale camuffamento sono chiamate « porta-fardello ». Sono fornite di zampe toraciche e di pigopodio addominale. Tubercoli portatori di ciuffi di setole più o meno lunghe sono soprattutto presenti ai lati dei segmenti toracici e di quelli addominali. Il capo è prognato e l'apparato boccale è perforante-succhiatore, a forma di forcipe le cui branche più o meno lunghe, ricurve e appuntite, risultano ognuna costituita dalla coaptazione della mandibola trasformata e di una parte della mascella e servono ad afferrare la preda, a trattenerla, a perforarne il tegumento e a succhiarne l'emolinfa.

Le larve sono tutte predatrici e solo occasionalmente possono succhiare umori vegetali e liquidi zuccherini. Le prede aggredite più comunemente sono Afidi e altri piccoli Omotteri Sternorinchi, ma altresì uova e larve di alcuni Lepidotteri e di altri ordini di olometaboli, uova, forme giovani e adulti di Acari, ecc.. Lo sviluppo si compie attraverso tre età. Le larve della terza età, raggiunta la maturità, si chiudono entro un bozzolo subsferico, biancastro, costruito con un secreto sericeo emesso dall'ano sotto forma di esile filo. In natura i bozzoli vengono filati, secondo la specie, nel terreno a breve profondità, oppure nelle anfrattuosità delle scorze dei tronchi e dei rami, sulle foglie, ecc.

Dentro il bozzolo avviene la trasformazione in pupa, ed è la pupa che, quando l'adulto è pronto, fuoriesce dal bozzolo e se ne allontana alla ricerca di un opportuno supporto a cui aggrapparsi con le zampe per subire la muta e lasciarlo sfarfallare.

Il numero delle generazioni per le specie dei generi ricordati è di solito, nei nostri climi, di tre in un anno. L'ibernamento avviene allo stato di larva matura (eopupa) chiusa nel bozzolo nel gen. *Chrysopa*; oppure a quello di adulto in rifugi naturali, ove spesso confluiscono parecchi individui, nel gen. *Chrysoperla*; o come larva ancora attiva, di seconda o più comunemente di terza età, nel gen. *Anisochrysa*.

Altre modalità di ibernamento sono conosciute per specie di altri generi (Principi e Castellari, 1970).

UTILIZZAZIONE DEI CRISOPIDI IN LOTTA BIOLOGICA

Le notizie sommarie riportate ci hanno permesso di tratteggiare solo alcune delle linee principali del comportamento di tali insetti. Ma per le specie di cui si prevede l'utilizzazione in lotta biologica, sono molti gli aspetti della biologia, della etologia e della ecologia che è necessario conoscere in dettaglio: durata dello sviluppo dei vari stadi dell'ontogenesi a definite condizioni ambientali, sex ratio, durata del periodo di preovideposizione, longevità, fecondità e numero degli accoppiamenti richiesti per ottenere la massima fecondità, voli di migrazione degli adulti, capacità di reperire la preda e di spostamento delle larve, stadi di sviluppo sensibili al fotoperiodo e suscettibili di subire l'induzione della diapausa, stadi diapausanti, comportamento dello sviluppo di diapausa rispetto alle condizioni dell'ambiente, ecc., regimi dietetici degli adulti, delle larve, grado di polifagia o eventuale tendenza alla specializzazione (per la verità non molto accentuata nelle specie più comuni nelle nostre coltivazioni), preferenza per determinate associazioni vegetali, per piante arboree o per erbacee, ecc.

Non è poi superfluo, qualora le applicazioni si debbano fare in pieno campo, di conoscere anche gli eventuali rapporti con altri insetti entomofagi, predatori e parassiti (è noto che talora le larve si nutrono anche di vittime parassitizzate, come per mummie di Afidi ha osservato Tremblay, 1980, e per le uova parassitizzate da *Trichogramma*, Alrouechdi e Voegelé, 1981), e altresì la consistenza delle popolazioni di entomofagi parassiti che possono aggredire gli stessi Crisopidi e ridurne l'efficacia (Principi e al., 1979).

Molto lavoro di ricerca si deve senz'altro compiere ancora per possedere le notizie richieste. Tuttavia nell'ultimo trentennio, in cui si è intensificato l'interesse, come prima ho accennato, per le possibilità di sfruttamento di tali insetti, è stata già raccolta una buona messe di reperti e oggi abbiamo a nostra disposizione un'ampia letteratura. Essa riguarda però prevalentemente una specie, la *Chrysoperla carnea*, caratterizzata da una larga geonemia e presente più o meno ovunque. L'adattabilità agli ambienti più vari, la resistenza alle avversità, la facilità ad essere allevata in ambiente condizionato (non tutte le specie frequenti nelle coltivazioni sono suscettibili di essere moltiplicate artificialmente con altrettanta facilità) e la polifagia (che la rende sfruttabile per combattere fitofagi diversi), sono i principali requisiti della specie che hanno indotto gli sperimentatori ad impiegarla in programmi di lotta biologica.

Chr. carnea è molto longeva allo stato adulto: gli individui iber-

nanti che subiscono la diapausa vivono fino a nove mesi; quelli non ibernanti e non diapausanti possono raggiungere, a 20 °C e con U.R. di 80%, una longevità di 80-82 giorni (Kusnetzova, 1969).

Il periodo di preovideposizione, secondo Alrouechdi (1982), è di 3-4 giorni a 30 °C, ma si prolunga fino ad una quindicina di giorni con l'abbassarsi della temperatura verso i 15 °C. L'accoppiamento, come in tutti i Crisopidi, è necessario perché si abbia deposizione di uova fertili; l'ovideposizione ha inizio di solito poco dopo il suo verificarsi. Con un solo accoppiamento si ha una deposizione normale assai prolungata nel tempo.

La fecondità varia notevolmente secondo la qualità e quantità di cibo e secondo la temperatura. Per Kusnetzova (1969) le condizioni migliori si avrebbero a 20 °C con l'80% di U.R.. In allevamenti di laboratorio con diete artificiali si sono ottenute produzioni di oltre un valore medio di 30 uova al giorno (Hagen e Tassan, 1970). Abbiamo parecchie pubblicazioni che ci forniscono dati sulla durata dell'intero sviluppo preimmaginale di *Chr. carnea* e dei singoli stati, compresi gli stadi larvali (citiamo tra le altre: Alrouechdi, 1982; Butler e Ritchie, 1970; Pasqualini, 1975; Tartarini, 1983; Toschi, 1965).

L'incubazione delle uova può variare, secondo la temperatura, da meno di 3-4 giorni a oltre i 10 giorni. L'intero sviluppo larvale è piuttosto rapido: secondo il regime dietetico e la temperatura può occupare da un minimo di 8 giorni fin oltre 20 giorni. L'intero ciclo, dalla deposizione dell'uovo allo sfarfallamento, richiede da una ventina di giorni fin oltre i due mesi.

Di notevole interesse per le applicazioni pratiche sono i risultati delle ricerche di Duelli (1980a, 1980b) sul comportamento di volo di *Chr. carnea*. Gli sfarfallamenti si verificherebbero durante la notte, preferibilmente nelle prime ore della scotofase. Gli adulti neosfarfallati dopo il tramonto compiono nelle prime due o tre notti voli obbligatori di migrazione, che raggiungono altezze di 6-12 m e che avvengono indipendentemente dall'azione del vento, dall'emissione di odori e dalla presenza di cibo nel territorio.

Gli adulti volano per una media notturna di 4 h, con voli ininterrotti in media di 2 h e con una distanza media di migrazione di 40 km per notte. Anche in assenza di vento è così verosimile che una femmina neosfarfallata possa spostarsi di parecchi chilometri prima di dare inizio alla ovideposizione. Successivamente gli adulti maturi sessualmente compiono voli per la ricerca del cibo, di solito nella direzione del vento e che non superano i 3 m di altezza. La durata dei voli, e quindi la distanza percorsa, è in dipendenza della presenza di kairomoni segnalanti la melata di Omotteri, che rappresenta il principale cibo di *Chr. carnea*. Individuato il cibo e avvenuto l'atterraggio, la fonte di nutrimento è raggiunta con voli poco elevati, che possono verificarsi anche controvento.

Secondo Jones e al. (1977) la presa del nutrimento avverrebbe prevalentemente tra le ore 18 e le 22 e tra le 2 e le 9, con frequenza maggiore tra le 7 e le 8.

Si è già riferito sulle modalità dell'ibernamento di questa specie allo stato di adulto. Alla fine dell'estate o in autunno gli adulti entrano in una diapausa riproduttiva, il cui sviluppo si completa tuttavia a metà inverno. Dell'induzione della diapausa sono responsabili i giorni corti di fine estate e dell'autunno, e gli stati sensibili per l'induzione sono quelli preimmaginali o gli stessi adulti, che conservano la sensibilità al fotoperiodo. Lo stato di diapausa è preceduto da un periodo di intensa nutrizione per l'accumulo di sostanze di riserva. Dopo la fine della diapausa, che si verifica appunto a circa metà inverno, sono le basse temperature a mantenere gli adulti in quiescenza, prima della ripresa dell'attività primaverile. Durante l'inverno gli adulti non conservano un digiuno completo. Tanto i maschi che le femmine assumono in questo periodo una livrea bruno-giallastra, con macchie rosso ruggine. Honěk (1973a, 1973b, 1976) ha provato che non vi è correlazione tra il cambiamento di colore e l'intensità della diapausa. Le basse temperature ne sarebbero il principale fattore induttore; tuttavia la presenza della diapausa è il presupposto perché il cambiamento si verifichi, così che anche il fotoperiodo ne risulta coinvolto. Il fenomeno della diapausa in *Chr. carnea* è stato studiato sperimentalmente da numerosi Autori e principalmente su di esso hanno riferito Alrouechdi (1982), Hodek e Honěk (1976), Honěk (1973a, 1973b), Honěk e Hodek (1973), Kowalska (1971), MacLeod (1967), Sheldon e MacLeod (1974), Tauber e Tauber (1969, 1970a, 1970b, 1972, 1973a, 1973b, 1975, 1976, 1979), Tauber e al. (1970a, 1970b).

Le larve di *Chr. carnea* sono predatori estremamente polifagi ed è numerosissima la letteratura che ci documenta al riguardo. Afidi e altri Omotteri nei vari stati di sviluppo sono forse le prede più comunemente sfruttate. Ma in natura esse si nutrono anche di uova e di larve di specie di varie famiglie di Lepidotteri, Coleotteri e talora anche di altri ordini, di uova e di forme diverse di sviluppo di Acari. Un impedimento per l'utilizzazione di altri insetti come nutrimento può essere, per le uova, la durezza del corion, e per gli altri stati la sclerificazione del tegumento. Ma anche prede con esoscheletro membranaceo possono venir rifiutate o, se accettate, non permettere uno sviluppo completo. La qualità del nutrimento influenza notevolmente lo sviluppo preimmaginale ed altresì influisce sulla fecondità delle femmine. Anche la specie della pianta ospite del fitofago può influire sulla sua accettabilità come preda. Soprattutto la sopravvivenza della prima età è strettamente legata alla disponibilità della preda, e una carenza di cibo nel periodo larvale che precede la maturità può compromettere notevolmente la sopravvivenza degli stati successivi.

Sulla quantità di cibo utilizzato da una larva durante lo sviluppo

abbiamo dati che non sempre concordano. Ciò è dovuto probabilmente al fatto che le vittime offerte sperimentalmente non hanno sempre uniformità di grandezza e di peso. Spesso, poi, una vittima può essere utilizzata solo in parte e abbandonata prima di essere definitivamente esaurita. Al riguardo citiamo i dati di qualche Autore: Fleschner (1950) per la specie in esame riporta un consumo medio di oltre 9.000 esemplari di *Paratetranychus citri*; Neumark (1952), di circa 6.500 uova di *Matsucoccus sp.*; in esperimenti condotti con Afidi Burke e Martin (1956) riportano un consumo medio di 208 esemplari di *Aphis gossypii*; Scopes (1969), di 385 esemplari (di 2^a età) di *Myzus persicae* e di 425 (sempre di 2^a età) di *A. gossypii*; Sundby (1966), un consumo medio di 393 esemplari di *M. persicae*; per *Ephestia kuehniella*, Alrouechdi e Voegelé (1981), di 839 uova. Se le vittime sono rappresentate da afidi si deve tener conto anche della reazione di fuga da essi presentata (Arzet, 1973). La temperatura, infine, può far aumentare il numero delle prede uccise (Scopes, 1969; Sundby, 1966).

Alcuni Autori hanno aggredito sperimentalmente il problema di come le larve si comportino nella ricerca della preda e di quali siano le distanze che possono superare (Arzet, 1973; Bänisch, 1966; Baumgaertner e al., 1981; Bond, 1980, 1981, 1983; Butler e May, 1971; Duelli, 1981a; Fleschner, 1950; ecc.). I valori della dispersione dei tre stadi larvali sono sempre notevolmente influenzati dalla presenza o assenza di cibo. La velocità di spostamento che una larva può raggiungere sarebbe di oltre un migliaio (di alcune migliaia secondo altri dati) di cm all'ora.

Se, come si è detto, *Chr. carnea* è la specie per cui possediamo il maggior numero di notizie a causa dell'interesse da essa suscitato in vista del suo possibile sfruttamento, vi sono senz'altro anche altri Crisopidi degni di considerazione per un loro eventuale impiego in lotta biologica. Oltre che per alcuni aspetti interessanti della loro biologia, hanno richiamato l'attenzione di vari Autori e sono state sottoposte a sperimentazione per la ricerca di un metodo di moltiplicazione massale e, talora, anche di applicazioni di lotta, alcune specie ben note del gen. *Chrysopa* e del gen. *Anisochrysa*, come (per citare specie che vivono anche in Italia) *Chrysopa perla*, *Chr. septempunctata*, *Chr. formosa*, *Anisochrysa flavifrons*.

Ma i risultati ottenuti sono spesso parziali e non sempre ci permettono di programmare applicazioni pratiche (Bigler e al., 1976; Canard, 1970, 1973; Cava e Sgobba, 1982; Ferran e al., 1981; Kowalska, 1976; Kowalska e Rudna, 1973; Lyon, 1979; Shuvakhina, 1968, 1971; Usekov, 1971; Wang e al., 1981; ecc.).

Per pervenire alla utilizzazione di *Chrysoperla carnea* in lotta bio-

logica ed in lotta integrata i problemi affrontati sperimentalmente da vari Autori, e in vari Paesi, riguardano principalmente:

- i metodi di allevamento e moltiplicazione per produzione massale del Crisopide;
- lo « stoccaggio » del materiale biologico ottenuto dall'allevamento;
- le strategie da seguire per la distribuzione del Crisopide nei campi e nelle serre;
- la distribuzione nei campi di cibo supplementare o di sostanze attrattive per potenziare e arricchire le popolazioni naturali del predatore;
- l'eventuale resistenza offerta dalla specie agli insetticidi di impiego più comune, per una sua utilizzazione in programmi di lotta integrata.

Vediamo ora di riassumere sinteticamente i principali risultati a cui si è pervenuti in tali settori di ricerca.

Allevamento massale

Alimentazione degli adulti.

Le prime indagini per condurre un allevamento massale di *Chrysoperla carnea* risalgono all'immediato dopoguerra e furono condotte da Finney (1948). L'Autore fece l'importante scoperta che in natura l'alimento che conferisce al Neurottero una elevata fecondità è la melata (escrementi liquidi zuccherini) di *Planococcus citri*. Il reperto, per la melata di altri Rincoti, fu confermato pochi anni dopo da Neumark (1952) che mise in evidenza la grande importanza di quella degli Afidi.

In natura oltre alla melata viene utilizzato come alimento anche il polline (Grinfel'd, 1959; Sheldon e MacLeod, 1971).

Sulla base di questi reperti si andò allora alla ricerca di una dieta artificiale, con valore alimentare simile o addirittura tale da provocare una esaltazione della fecondità nel Crisopide. Un buon rendimento, con aumento della longevità e della fecondità, rispetto alla melata di *Planococcus*, lo ottenne Finney (1950) utilizzando un prodotto commerciale, indicato come MRT, contenente una proteina idrolizzata di lievito. Il prodotto risulta costituito di amminoacidi, polipeptidi e vitamine del complesso B, fornite dal lievito, e Hagen (1950) ne provò la buona efficacia sulla fecondità di *Chr. carnea*. Il prodotto non esercita invece alcun effetto se somministrato a specie del gen. *Chrysopa* (con adulti carnivori). Successivamente le ricerche di Hagen e Tassan (1966a, 1966b) portarono alla utilizzazione pratica negli allevamenti di prodotti commerciali a base di idrolizzati proteici enzimatici di lievito di birra (*Saccharomyces cerevisiae*) con aggiunta di un carboidrato (fruttosio

o saccarosio), cloruro di colina e acqua distillata e, da ultimo, con prodotti di minor costo, quali il « Vheast », costituito di lievito secco e inattivo di *Saccharomices fragilis* e proteine di siero di latte, con acqua e saccarosio. Altre diete artificiali per gli adulti di *Chr. carnea* sono state sperimentate da Vanderzant (1969, 1973), costituite da idrolizzati enzimatici di soia e caseina, fruttosio, lecitina ed olio di soia, colesterolo, acido ascorbico, sali minerali, vitamine del complesso B, colina ed inositolo, e il tutto mescolato con acqua. Oggi la dieta artificiale in tutti gli allevamenti massali di *Chr. carnea* è comunemente a base di estratti di lievito, saccarosio (o fruttosio) e acqua.

Alimentazione delle larve.

Più complesso si presenta il problema della alimentazione artificiale delle larve. Per questi tipici predatori si è dovuto ricorrere (e si ricorre ancora) alla somministrazione di prede di sostituzione, che impone pertanto un allevamento permanente di un'altra specie di insetto, scelta preferibilmente tra quelle che vivono a spese di derrate, granaglie, farine, ecc., o per le quali sia già nota una dieta artificiale di facile ed economico impiego.

Finney (1948) usò uova e larve di *Gnorimoschema operculella*; Butler e Ritchie (1970) e Ridgway e al. (1970), uova di *Sitotroga cerealella*; Hassan (1975), oltre alle uova di tale specie anche larve di *Plodia interpunctella* e di *Barathra brassicae*; Tulisalo e al. (1977a), adulti di *Sitotroga cerealella*; Pasqualini (1975), uova e larve di *Ephestia kuehniella*; Tartarini (1984), larve di *Galleria mellonella*; Sgobba e Zibordi (1984), uova dello stesso Lepidottero. Sono proposte anche altre prede e, talora, anche gli stessi Afidi. Ferran e al. (1981), prendendo lo spunto dalle ricerche pubblicate da alcuni giapponesi (Okada e coll.), hanno utilizzato una dieta a base di polvere liofilizzata ottenuta con larve di regina di Ape, con risultati però parzialmente soddisfacenti. Le uova dei Lepidotteri dei magazzini prima ricordati e così pure quelle di *Galleria mellonella* sono forse il nutrimento di maggior rendimento. Tuttavia offrire larve intere o a pezzi delle medesime specie può essere in pratica una operazione più rapida.

Anche per alimentare le larve sono stati fatti vari tentativi per la messa a punto di diete artificiali, alcuni dei quali offrono buoni spunti per uno sviluppo futuro. Ma per ora il rendimento che si ottiene con esse non è sufficientemente elevato soprattutto per quanto riguarda la percentuale di sfarfallamento e la fecondità delle femmine. La loro preparazione e somministrazione richiede poi una serie di manipolazioni di una certa complicazione.

Hagen e Tassan (1965, 1966c) sperimentarono due diete a base di proteine idrolizzate di lievito e caseina, più alcuni altri componenti

tra cui fruttosio e acqua, somministrandole alle larve in piccole goccioline incorporate in un rivestimento di paraffina. Gli Autori ottennero, in comparazione con l'uso di prede di sostituzione, uno sviluppo larvale più lento e adulti più piccoli, ma riproduttivamente attivi. Vanderzant (1969, 1973) pervenne a risultati migliori con una dieta a base di idrolizzati di soia e caseina, numerosi altri componenti e acqua, con cui venivano imbevuti pezzetti di spugna cellulosica. Altri tentativi, che però non hanno avuto successo, sono quelli di Ponomareva e Begliarov (1973) e di Bigler e al. (1976) con una dieta a base di polvere di larve di *Sitotroga cerealella* e altri ingredienti.

Martin e al. (1978) hanno tentato di mettere a punto un metodo di incapsulamento per diete artificiali, utilizzando cera paraffinata, polietilene e polibutene. Ma le larve, soprattutto quelle di prima età, difficilmente riuscivano con il forcipe a perforare le capsule.

Hassan e Hagen (1978) utilizzarono una dieta artificiale a base di tuorlo d'uovo fresco, miele d'api, lievito di birra, lievito enzimatico idrolizzato, caseina e acqua e somministrarono la dieta alle larve, in goccioline rivestite da una miscela di paraffina e vasellina. Tali ultimi ingredienti sono infatti aggiunti alla dieta la quale è portata a 52-54 °C e quindi distribuita in piccole goccioline su strisce di parafilm, mediante l'impiego di capillari di vetro, così che la paraffina, una volta solidificata, ricopre ciascuna gocciola di una sottile pellicola. Cava e Sgobba (1982) hanno usato tale dieta per allevare le larve di *Anisochrysa flavifrons*, ma ne hanno modificato, con buoni risultati, il metodo di somministrazione, sostituendo cioè alla paraffina e vasellina l'agar-agar in polvere, che consente di dare alla dieta una consistenza gelatinosa. La dieta viene poi tagliata in piccoli parallelepipedi, di 3-4 mm di spigolo, che sono offerti alle larve, poggiati su parafilm. Le larve vi immergono il forcipe e se ne nutrono con una certa facilità. Tartarini (1984) ha sperimentato tale dieta così modificata nel metodo di somministrazione per *Chrysoperla carnea* e ha ottenuto risultati incoraggianti, ottenendo rispetto all'impiego di prede di sostituzione, una minore mortalità larvale (soprattutto per le larve di prima età). Tuttavia i bozzoli erano un poco meno pesanti e la sopravvivenza allo sfarfallamento era più bassa; la fecondità delle femmine, almeno apparentemente, aveva valori inferiori.

Manipolazione del materiale, contenitori, metodi per prevenire il cannibalismo.

I Crisopidi, nelle varie tappe del loro sviluppo (uova, larve, bozzoli, adulti) sono suscettibili di essere manipolati, sia pure con la opportuna delicatezza, con una certa facilità, senza pericolo di venir pregiudicati nella loro vitalità. Un pennellino per le uova e le larve più piccole, una

buona pinzetta per le altre, una spatolina per i bozzoli, un aspiratore per gli adulti aiutano senz'altro le operazioni. Tuttavia dovendo affrontare un allevamento massale, con un ingente quantitativo di esemplari, le difficoltà si moltiplicano e possono portare ad un impegno orario del personale tecnico tale da rendere l'allevamento poco conveniente dal lato economico.

Le principali operazioni sono il prelievo degli adulti appena sfarfallati dai contenitori di allevamento, per trasportarli in celle di ovideposizione; la raccolta delle uova, per la loro utilizzazione nelle applicazioni di lotta biologica e per rifornire le camere di allevamento delle larve, la sistemazione delle larve nei contenitori di allevamento e l'approvvigionamento periodico per esse del cibo; il prelievo dei bozzoli e la loro sistemazione in recipienti dove la pupa che ne fuoriesce trovi un supporto adatto (per lo più una superficie di una certa rigidità e non levigata, orientata verticalmente) per compiere la muta e lasciar sfarfallare l'adulto.

L'isolamento tempestivo delle uova e delle larve e il prelievo dei bozzoli appena tessuti sono di solito imposti dallo spinto cannibalismo proprio delle larve di tutte le età a carico delle loro compagne, soprattutto delle più giovani e di quelle immobilizzate perché in muta, ma altresì delle uova stesse (Canard, 1970b, per *Chrysopa perla* ha dimostrato che le uova possono essere aggredite e svuotate per il 100% entro i primi due giorni dalla deposizione; dopo il quinto giorno di incubazione sono rifiutate per l'80%; di ciò sarebbe responsabile la resistenza opposta dagli involucri embrionali; le uova anche solo intaccate alla superficie del corion non permettono più, in ambiente secco, lo sviluppo normale dell'embrione) e altresì delle larve mature e delle pupe chiuse entro il bozzolo (con il forcipe le larve ne perforano con facilità le pareti e raggiungono la vittima nell'interno).

Il cannibalismo, connesso con la polifagia di tali larve, può contribuire in natura, in situazioni di scarsità della preda normale, alla sopravvivenza di una popolazione che altrimenti sarebbe destinata ad estinguersi localmente, ma negli allevamenti costituisce purtroppo uno dei problemi più gravi da superare. Duelli (1981b) ha recentemente indagato il fenomeno in *Chrysoperla carnea* e conclude che la sua intensità è diversa a differenti livelli di cibo disponibile e altresì dipende dalla densità di popolazione; il fenomeno tuttavia si rivela costantemente, sia con densità basse che elevate.

Per rendere semplici e rapide al massimo le operazioni richieste da un allevamento massale sono stati escogitati vari tipi di contenitori e sperimentati vari metodi per la sua conduzione. Possiamo trovarne la descrizione e le indicazioni di dettaglio in alcune pubblicazioni e note tecniche di vari Autori (da consultare tra l'altro: Barnes, 1975; Finney, 1950; Kowalska, 1976; Kusnetzova, 1968; Hassan, 1975; Morrison, 1977;

Morrison e al., 1975; Morrison e Ridgway, 1976; Ru e al., 1976; Tulisalo e Korpela, 1973; ecc.).

Vengono consigliate le condizioni ideali della temperatura e della U.R. (per Kusnetzova (1968): 25 °C con 50-80% di U.R. per le larve; per gli adulti meglio 20 °C con U.R. dell'80%); le modalità con cui somministrare le prede di sostituzione, per lo più rappresentate da uova di Lepidotteri, refrigerate o no, o anche da larve delle stesse specie (vedi le pagine precedenti), asfissiate con etere o rese immobili con altre tecniche, o anche a pezzi; le tecniche per ridurre i gravi inconvenienti del cannibalismo (uso di contenitori con griglie speciali che isolano le larve, di celle individuali o somministrazione in un contenitore comune di una abbondante provvista di cibo).

Tulisalo (in litt.) mescola addirittura le popolazioni di *Sitotroga cerealella* in allevamento su orzo a quelle di *Chr. carnea*, con immisione mensile delle uova del Crisopide e, quindi, al termine di una generazione provvede alla raccolta degli adulti sul tetto del contenitore. Le operazioni sono estremamente semplificate, ma il rendimento in adulti non supera il 10-20%. Le larve del Crisopide si nutrono delle uova, delle larve e altresì degli adulti del Gelechide.

Recentemente Sgobba e Zibordi (1984) nel nostro Istituto stanno sperimentando con successo (il rendimento in adulti è circa del 70%) l'immissione delle uova del Neurottero in un contenitore unico riempito con frammenti di polistirolo e dove periodicamente vengono sparse dall'alto uova di *Galleria mellonella*. Sono così ridotte le possibilità di incontro delle larve e anche i bozzoli finiscono per essere meno facilmente reperiti ed aggrediti.

Possibili inconvenienti in un allevamento e rendimento economico.

Molti sono gli inconvenienti che possono sorgere durante lo svolgersi di un allevamento. I più comuni sono rappresentati dalla invasione e moltiplicazione di acari, dall'insorgere di malattie, dalla diffusione di muffe ed, infine, dal verificarsi, dopo un certo numero di generazioni, della riduzione della fecondità, della longevità, della capacità di ricerca della vittima, dell'alterazione della sex-ratio, della riduzione della fertilità delle uova. Una buona prevenzione contro i primi inconvenienti, costituita da una scrupolosa pulizia, e le condizioni di igiene necessarie per evitare il diffondersi di parassiti e di malattie, sono senz'altro buone regole di base.

Per quanto riguarda il deterioramento biologico del materiale, Jones e al. (1978) ne analizzano i vari aspetti e consigliano un rinnovo completo di tutto il materiale per lo meno dopo un numero massimo di sei generazioni.

A proposito dei costi di produzione degli esemplari da usare nei

lanci contro i fitofagi, siamo senz'altro ancora lontani da valori commerciali che competino con l'impiego dei mezzi chimici di lotta. L'alto prezzo che talora hanno le materie prime per la preparazione delle diete e, soprattutto, le molte ore di lavoro richieste ai tecnici che conducono l'allevamento, sono le cause principali dei costi elevati. Ridgway e al. (1970) riferiscono che con tre tecnici è possibile allevare un numero di adulti sufficiente per ottenere 750.000 uova al giorno.

D'altra parte, come ripeteremo nelle conclusioni, non dobbiamo giudicare la validità di un mezzo di lotta solo sulla base del suo costo. Aspetti sanitari, di protezione dell'ambiente dall'inquinamento, l'assenza di effetti secondari indesiderati, insieme con il miglioramento delle tecniche di produzione massale, possono far ritenere conveniente nella pratica l'uso di tali predatori nei sistemi di protezione delle colture.

« Stoccaggio » del materiale prodotto dall'allevamento.

Un problema di notevole importanza, che riguarda la produzione massale di un predatore per applicazioni di lotta biologica, è la conservazione o « stoccaggio » del materiale biologico nei periodi in cui non sono previsti lanci nelle colture. Per i Crisopidi le maggiori probabilità di conservarlo in condizioni vitali per qualche mese si possono conseguire mantenendo a basse temperature gli stati di sviluppo che normalmente sopportano l'ibernamento e nei quali è possibile indurre la diapausa. Per *Chrysopa perla*, una specie che sverna allo stato di larva matura (eopupa) nel bozzolo, Canard (1971) trova che i bozzoli appena tessuti possono essere conservati per più di sei mesi a 6 °C circa, senza conseguenze di rilievo sulla percentuale di sfarfallamento e sulla potenzialità riproduttrice degli adulti che ne sfarfallano.

Per *Chrysoperla carnea*, lo stato che sembra meglio prestarsi allo « stoccaggio » è l'adulto, che è appunto quello che in natura subisce l'ibernamento. Kusnetzova (1968) sottolinea la possibilità di conservare gli adulti fino a dieci settimane a basse temperature, con sopravvivenza anche del 100%. Si deve tuttavia tener conto, come puntualizza Alrouechdi (1982), che nella fase di prediapausa vi è per gli adulti un importante bisogno di alimentazione, che può protrarsi per due settimane, nel corso delle quali il peso delle femmine aumenta circa del 48% e quello dei maschi del 54%. Tale intensa alimentazione sarebbe una condizione essenziale per la sopravvivenza invernale.

Per la stessa specie Kusnetzova (1970), in tentativi di operare uno stoccaggio delle uova, mette in evidenza che esse si possono conservare per due settimane, se mantenute, dopo 1-2 giorni dalla deposizione, a 8 °C con 70-90% di U.R.. Il numero ottenuto di larve vitali sarebbe del 47-50% per le uova di 1 giorno; del 34-42% per quelle di 2 giorni. Sarebbe meno consigliabile la conservazione delle uova per tre setti-

mane (per tale periodo uova di 1 giorno con 8 °C e umidità del 90% darebbero il 40% di larve vitali).

Applicazioni di lotta biologica con il metodo « inondativo ».

Parallelamente al lavoro sperimentale per la messa a punto delle tecniche e dei metodi per un allevamento massale dei Crisopidi, è stato altresì svolto quello non meno importante per verificare l'attuabilità del metodo inondativo, cioè di lanci da fare sulle colture per sfruttare l'attività di tali predatori nel contenimento dei fitofagi.

Una buona documentazione sui lanci di Crisopidi, per combattere fitofagi dannosi su colture in pieno campo o in serra, ci viene fornita dai ricercatori di vari Paesi e principalmente, in Europa, per la Finlandia, l'Inghilterra, la Germania, la Polonia, la Russia (dove la produzione massale dei Crisopidi avviene già con allevamenti commerciali), la Francia. Tuttavia anche in altri Paesi europei, e così pure in Italia, è in corso oggi un lavoro sperimentale per pervenire alla utilizzazione pratica di questi benemeriti ausiliari.

Fuori d'Europa sono senz'altro i ricercatori degli U.S.A. che hanno affrontato il problema con larghi mezzi, portando contributi molto validi soprattutto nello Stato della California, dove sono già stati realizzati allevamenti commerciali. Ma altresì nel Continente Asiatico, in Cina e nel Giappone, si è già affrontato lo sfruttamento dei Crisopidi in lotta biologica e non mancano al riguardo buoni contributi. Una revisione delle applicazioni fatte nel mondo contro i diversi fitofagi si trova in Hassan (1974).

Applicazioni in pieno campo.

Il primo esperimento di una certa consistenza, in cui si è ricorso al metodo inondativo con *Chrysoperla carnea*, ci viene riferito da Doult e Hagen (1949, 1950). Esso fu condotto in California su Peri contro il Coccide *Planococcus maritimus*. Le larve del Neurottero erano resistenti al DDT, irrorato contro *Cydia pomonella* ma non lo erano altrettanto gli adulti, sensibili al cloroderivato, di modo che in primavera erano inibite le ovideposizioni. Si era così reso necessario di rifornire artificialmente il frutteto con le uova del Crisopide provenienti dagli allevamenti. Le uova furono sparse libere sulle branche delle piante, dove rimanevano alloggiate nelle fessure della corteccia o nelle ferite della potatura, o sulla biforcazione dei rami. Le larve che ne schiudevano si disperdevano poi alla ricerca della preda. Come controlli furono fatti conteggi bisettimanali dei bozzoli del Crisopide, tessuti in fasce applicate alle piante, e della Cocciniglia. Fu ottenuta una riduzione sostanziale del fitofago con tre lanci opportunamente intervallati, cia-

scuno di 250 uova per pianta. I buoni effetti dell'applicazione rimasero evidenti per due anni.

Sempre negli U.S.A. il Crisopide è stato quindi utilizzato con buoni risultati, in esperimenti condotti sulle coltivazioni di cotone contro alcuni Lepidotteri Nottuidi (*Heliothis virescens* e *H. zea*) (Butler e Hungerford, 1971; Jones e Ridgway, 1976; Lingren e al., 1968; Ridgway e Jones, 1968, 1969; Ridgway e Kinzer, 1974). Nei lanci, eseguiti anche con mezzi aerei, furono preferite le larve alle uova. Usando però queste ultime si raccomanda di distribuirle quando lo sviluppo embrionale sia compiuto per lo meno per l'86% e durante le ore della sera, così che le larve, schiudendone poco dopo, possano raggiungere nelle coltivazioni luoghi ombreggiati prima che la temperatura del giorno salga a valori troppo elevati. Si raccomanda altresì che i contenitori che trasportano le uova non siano mai esposti a temperature elevate. Le uova vengono private del peduncolo e può essere usata l'acqua come veicolo, con aggiunta dello 0,125% di agar. Le larve sono distribuite mescolate alla segatura, mezzo dove vengono allevate, e che favorisce poi la meccanizzazione dell'operazione di lancio. I lanci con adulti non hanno avuto successo. Le applicazioni con *Chr. carnea* contro le Nottue dannose al cotone (alcuni esperimenti furono condotti sotto gabbie) permisero una riduzione del fitofago dal 74 al 99% (con lanci di un centinaio e oltre di larve di 2-3 giorni di età per acro). La presenza di prede alternative sulla coltura può però ridurre grandemente l'efficacia dell'applicazione.

Lanci con Crisopidi (talora insieme a Coccinellidi) furono altresì sperimentati, sempre in U.S.A., contro alcune specie di Afidi su coltivazioni di patate (Shands, Gordon e al., 1972; Shands e Simpson, 1972a, 1972b; Shands, Simpson e Brunson, 1972; Shands, Simpson e Gordon, 1972; Shands, Simpson e Storch, 1972).

In Finlandia, Rautapaa (1977) ha provato *Chr. carnea* contro *Rhopalosiphum padi*. Altre applicazioni contro fitofagi vari sono condotte in USSR, Polonia, Cina.

Applicazioni nelle serre.

Recentemente la sperimentazione si è orientata più che verso prove in pieno campo verso quelle condotte nelle serre, prevalentemente per il contenimento degli Afidi, nemici particolarmente accaniti in tale ambiente, dove gli inconvenienti delle ripetute irrorazioni di insetticidi sono assai gravi (comparsa di stirpi resistenti, pullulamento secondario di acari, fitotossicità, inquinamento del suolo e delle acque di drenaggio). Nelle serre, infatti, non si può contare sull'attività spontanea degli entomofagi e pertanto è considerata con notevole interesse la possibilità di distribuire artificialmente insetti afidifagi (Lyon, 1973, 1974).

Ricordiamo nella tab. I alcune prove condotte in vari Paesi, caratterizzate tutte dall'aver conseguito un certo successo. Il Crisopide utilizzato è nella generalità dei casi *Chrysoperla carnea*.

In tali prove sono talora impiegate nei lanci le uova, con proporzione predatore/preda da 1:3 a 1:27, secondo la coltura e l'Afide da combattere e con un totale che può risultare anche di 230 uova per m² (Tulisalo e Tuovinen, 1975; Tulisalo, Tuovinen e Kurppa, 1977b). Più frequentemente sono usate le larve, che possono essere di un giorno di vita e nella proporzione predatore/preda di 1:50, oppure di terzo stadio, con proporzione predatore/preda di 1:200 (Scopes, 1969). Hassan (1977, 1978) utilizza nei lanci larve del secondo stadio, con proporzione predatore/afide di 1:5 (la proporzione può essere però ridotta a 1:10 e anche a 1:20). I lanci, secondo la coltura e l'Afide, vanno di solito ripetuti per 3-7 volte, con intervalli di un minimo di due settimane, in quanto gli adulti che sfarfallano difficilmente si riproducono nella serra. Il cibo a loro disposizione, costituito dalla melata di una popolazione di afidi fortemente ridotta, non sarebbe, d'altra parte, per loro sufficiente.

Irrorazione di cibo supplementare e di attrattivi.

Altra modalità di intervento, che dovrebbe avere lo scopo di potenziare l'efficacia delle popolazioni naturali del predatore (anche in questo caso la sperimentazione riguarda quasi esclusivamente *Chrysoperla carnea*), consiste nella irrorazione sulle piante in campo infestate dal fitofago da combattere, di melate artificiali, di un cibo supplementare cioè, che non solo attiri gli adulti presenti nella zona (talora anche con aggiunta di sostanze attrattive), ma che addirittura ne incrementi la fecondità. Come melata artificiale può essere usato lo stesso cibo utilizzato negli allevamenti massali per lo stato adulto. Tale metodo di intervento è stato preso in considerazione da diversi Autori. Tra di essi citiamo: Ben Saad e Bishop, 1976; Butler e Ritchie, 1971; Carlson e Chiang, 1973; Duelli, 1980a; Hagen e al., 1970; Hagen e al., 1976; Hagen e al., 1980; Hagen e Hale, 1974; Hagley e Simpson, 1981; Hassan, 1974; New, 1975; Ridgway e Kinzer, 1974; Schiefelbein e Chiang, 1966; Scopes, 1975; Tassan e al., 1979; ecc.. Sono stati soprattutto i costi elevati incontrati negli allevamenti massali e le difficoltà non indifferenti della distribuzione nei campi dei prodotti degli allevamenti che hanno suscitato un certo interesse per un tipo di applicazione apparentemente più semplice e rapida.

La sperimentazione è stata condotta prevalentemente in U.S.A., su coltivazioni di cotone contro i Lepidotteri Nottuidi, ed è stato usato alimento a base di idrolizzati proteici, particolarmente il «Food Wheast», spruzzandolo su fogli di carta paraffinata che venivano poi fissati a paletti di legno situati tra le file della piantagione, o addirittura irro-

TAB. I. - Prove di lotta con Crisopidi nelle serre.

Riferimento bibliografico		Paese	Fitofago	Coltura	Integrazione con insetticidi
Arzet	1972	Germania	Afidi	Brassicacee	—
Bondarenko e Moiseer	1971	Russia	<i>Aphis gossypii</i> <i>A. fabae</i> <i>Myzus persicae</i>	Colture idroponiche	—
Doutt	1951	U.S.A.	Afidi	Gardenie	—
Harbaugh e Mattson	1973	U.S.A.	<i>Myzus persicae</i>	<i>Antirrhinum majus</i>	malathion e solfato di nicotina
Hassan	1977	Germania	<i>Myzus persicae</i>	<i>Capsicum annuum</i>	—
Hassan	1978	Germania	<i>Myzus persicae</i>	<i>Solanum melongena</i>	—
Kowalska	1976	Polonia	<i>Myzus persicae</i>	Asparagi	pirimicarb
Lyon	1979	Francia	<i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Aulacorthum solani</i> <i>Aphis gossypii</i>	<i>Solanum melongena</i> (1)	—
Scopes	1969, 1975	Inghilterra	<i>Myzus persicae</i>	Crisantemo	—
Tulisalo e Tuovinen	1975	Finlandia	<i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Peperone	nicotina
Tulisalo e al.	1977b	Finlandia	<i>Myzus persicae</i> <i>Aphis fabae</i>	<i>Petroselinum crispum</i> <i>Capsicum annuum</i>	—
Uščekov	1971	Russia	Afidi	Cocomero	—

(1) Sono stati effettuati lanci di *Chrysopa perla* e di *Chr. formosa*, talora in associazione con quelli di un Imenottero parassita, l'*Aphelinus asychis*.

randolo con mezzi aerei. Irrorazioni di cibo contenente idrolizzati di proteine di lievito, o lievito e substrato di siero, con saccarosio e acqua, furono sperimentate anche contro Afidi dell'Erba medica (Hagen e al., 1970). Prove con lo stesso metodo sono state condotte in meleti, coltivazioni di patate, su mais, contro fitofagi diversi.

Se come risultato dell'applicazione si è talora conseguito un incremento della popolazione degli adulti del Crisopide, non ne è però seguito sempre un aumento proporzionale delle ovideposizioni. Infatti il cibo irrorato può anche esplicare un'azione attrattiva sugli adulti, ma questi poi possono preferire come nutrimento il nettare delle piante, come appunto è stato osservato a riguardo del cotone. Condizione essenziale poi affinché il metodo abbia successo è che nei campi trattati, o nelle vicinanze, sia presente una adeguata popolazione del Crisopide.

Duelli (1980a) mette inoltre in rilievo, come è stato prima riferito, che gli adulti neofarfallati non subiscono alcuna attrazione dalle melate e tendono comunque ad abbandonare i luoghi dove sono sfarfallati. Piuttosto le melate artificiali potrebbero indurre gli adulti immigranti ad atterrare, nutrirsi ed ovideporre. Il successo quindi di tale metodo sarebbe condizionato dalla stagione, dalla qualità e quantità del cibo naturale disponibile (melate, nettare e polline) e dalla presenza o meno di adulti nelle vicinanze dei campi trattati (Tassan e al., 1979).

La somministrazione di cibo supplementare, o addirittura di sole sostanze attrattive, che sembrerebbero avere prospettive promettenti, ha bisogno tuttavia di una ulteriore sperimentazione, per poterne meglio definire gli effetti e essere quindi in grado di prevederne l'efficacia. Non è infine da trascurare (come alcuni Autori hanno sottolineato) l'attrazione che tali irrorazioni possano esplicare su altri insetti glicifagi presenti nell'ambiente, con effetti collaterali più o meno desiderabili.

Impiego dei Crisopidi in lotta integrata. Loro resistenza agli insetticidi.

L'attività di predatori dei Crisopidi può essere inoltre valorizzata in programmi di lotta integrata sia sfruttando quella esplicita dalle popolazioni naturali, come ad esempio si è proceduto in meleti della Romagna contro gli Afidi (Pasqualini e al., 1982), sia, e soprattutto nelle serre, alternando i lanci di materiale biologico proveniente dagli allevamenti con trattamenti chimici (Kowalska, 1976; Kowalska e Rudna, 1973; ecc.).

In vista di un tale tipo di applicazioni è stato compiuto un notevole lavoro sperimentale, sia in campo che in laboratorio, per saggiare la suscettibilità o l'eventuale resistenza dei vari stati di sviluppo di alcune specie di Crisopidi (ma principalmente di *Chrysoperla carnea*) ai principi attivi di più largo impiego in fitoiatria, e cioè insetticidi, acaricidi, fungicidi, erbicidi e altresì iuvenoidi e preparati batterici.

La letteratura in tale settore è molto ricca e numerosi lavori sono seguiti a quello di base di Bartlett (1964). Tuttavia, a causa dei diversi metodi seguiti e delle condizioni sperimentali non uniformi, non è possibile generalizzare i risultati ottenuti. È stato rilevato che le larve sono piuttosto tolleranti a parecchi insetticidi e che, viceversa, gli adulti sono assai più suscettibili.

Franz e al. (1980) hanno provato l'azione di una ventina di prodotti (insetticidi, acaricidi, fungicidi ed erbicidi) su sei Artropodi entomofagi (predatori e parassiti) e concludono che *Chrysoperla carnea* è l'entomofago più tollerante.

Lawrence e al. (1973) provano che alcuni insetticidi, quali l'azinphos-methyl, il carbaryl e altri, possono provocare un rallentamento dello sviluppo nelle larve di terza età di *Chrysoperla rufilabris*.

Per quanto riguarda gli insetticidi, in base ai reperti che ci sono forniti dai vari Autori, possiamo riferire che le larve di *Chr. carnea* sono assai tolleranti al DDT, mentre quelle di altre specie di Crisopidi reagiscono diversamente. Tra i fosfororganici sembrano essere molto dannosi alcuni sistemici (Ahmed, 1955; Ahmed e al., 1954), tra cui anche il demeton s. methyl (Franz e al., 1980); il fosalone sarebbe poco tossico per le larve (Babrikova, 1979) e così pure il trichlorphon e il diazinone (Kharizanov e Babrikova, 1978), ai quali però sarebbero sensibili le uova; methylparathion e trichlorphon avrebbero un effetto moderato sulle larve, soprattutto il trichlorphon (Lingren e Ridgway, 1967).

Secondo Wilkinson e al. (1975), *Chr. carnea* è, tra le specie entomofaghe sottoposte alla sperimentazione, la più tollerante (di più come larva e meno come adulto) a methylparathion, malathion, toxaphene e, altresì, al carbaryl, alle piretrine, a preparati a base di *Bacillus thuringiensis*. Anche il pirimicarb sarebbe poco tossico secondo Babrikova (1979) e Franz e al. (1980); e thiofencarb e menazone risulterebbero poco tossici e consigliabili in lotta integrata (Babrikova, 1979). I piretroidi sarebbero tollerati dalle larve (Jshaaya e Casida, 1981; Lyon, 1976; Niemczyk e al., 1979) mentre il diflubenzuron, insetticida attualmente largamente impiegato, risulterebbe complessivamente assai dannoso per le medesime (Dadej e al., 1980; Franz e al., 1980; Hassan e al., 1983). Il *Bacillus thuringiensis* avrebbe poco effetto sia sulle larve che sugli adulti (Franz e al., 1980; Legotai, 1980; Wilkinson e al., 1975).

CONCLUSIONI

Dalla sintesi esposta possiamo ricavare alcune conclusioni per una programmazione nel futuro della utilizzazione dei Crisopidi in lotta biologica.

Certamente a nostra disposizione abbiamo già una discreta messe di notizie sul comportamento di questi predatori, soprattutto per una delle

specie più comuni, quale appunto la *Chrysoperla carnea*, e per tale specie sono già state messe a punto tecniche elementari per la sua moltiplicazione massale. Prove in campo e in serra hanno poi messo in evidenza la sua buona efficacia nel ridurre le popolazioni di alcuni fitofagi dannosi.

Tuttavia dobbiamo riconoscere che gran parte del lavoro di applicazione si è arrestato al livello sperimentale e che le tecniche escogitate non hanno in genere trovato diffusione nella pratica. Perché ciò si verifichi sarà senz'altro necessaria la preparazione di tecnici da impiegare nella divulgazione ed assistenza presso gli agricoltori. Ma per conquistare tale meta è indispensabile che i ricercatori si impegnino per perfezionare le tecniche di produzione massale al fine di aumentarne il rendimento e quindi ridurne i costi ancora troppo elevati. Su tali costi incidono infatti il prezzo delle sostanze di base per l'allestimento delle diete e, soprattutto, l'eccessivo impiego di mano d'opera richiesto nelle varie manipolazioni. Tuttavia, come precedentemente abbiamo accennato, non dobbiamo dimenticare che, se anche per il costo elevato un mezzo di lotta alternativo può non competere con quelli della lotta chimica, senz'altro apparentemente più economici e quindi generalizzati nell'uso, esso può venir preferito per i vantaggi sociali che offre, quali il rispetto dell'ambiente e, in particolare, l'assenza di pericoli di inquinamento e altresì di quelli assai gravi della tossicità acuta e cronica verso gli agricoltori e i consumatori.

Inoltre per poter consigliare nella pratica l'uso di tali applicazioni e per diffonderle è necessario ancora raccogliere molti dati sui sistemi di stoccaggio, sulle modalità di trasporto del materiale prodotto, su quelle della sua distribuzione nei campi e nelle serre, sulla efficacia prevedibile a livello di fitofagi da combattere, sugli eventuali fattori ambientali che possono ridurre o annullarne l'efficacia, sui tempi necessari perché tale efficacia si manifesti, ecc.

Così pure molte ricerche e molto lavoro sperimentale sono richiesti per pervenire all'uso degli attrattivi o alla distribuzione di cibo supplementare per gli adulti, per conseguire un arricchimento delle popolazioni locali ed esaltarne l'attività.

Non va poi trascurata infine, come sostengono Tauber e Tauber (1975), di considerare la necessità di disporre, quale materiale da usare nei lanci, di razze opportunamente scelte e selezionate, così da essere adattate ai fattori abiotici e biotici dell'ambiente in cui si vuol operare.

Nell'attesa di poter usufruire nella pratica comune di tali tecniche di lotta biologica sarà molto utile, sulla base di un censimento delle specie di Crisopidi presenti nelle nostre coltivazioni, di ricorrere allo sfruttamento dell'attività entomofaga delle popolazioni naturali in programmi di lotta integrata. Anche per un tale tipo di strategia non ci manca del resto qualche esempio incoraggiante.

RIASSUNTO

Gli effetti collaterali deleteri ed i pericoli dell'inquinamento e deterioramento dell'ambiente della lotta chimica contro i fitofagi (prevalentemente Insetti) delle piante coltivate, hanno suscitato, nell'ultimo ventennio, un rinnovato interesse per la lotta biologica.

Attualmente l'uso di insetti entomofagi, come mezzo alternativo di lotta, può realizzarsi con i così detti « lanci » sulle coltivazioni o nelle serre, qualora si imponga il contenimento di un fitofago che minaccia di divenire dannoso. Tale metodo « inondativo » richiede allevamenti massali dell'entomofago. La sua efficacia si realizza a breve scadenza, ma di solito è destinata ad esaurirsi nel tempo.

Tra gli entomofagi predatori da utilizzare per tali applicazioni, i Neurotteri Cripsidi stanno oggi nel mondo riscuotendo un notevole interesse. In Europa le specie che sono oggetto di studio in vista del loro sfruttamento, appartengono ai generi *Chrysopa* e *Chrysoperla*; gli adulti e le larve (in *Chrysopa*) o solo le larve (in *Chrysoperla*) si nutrono voracemente di svariate altre specie di Artropodi (di Insetti dell'ordine dei Rincoti Omotteri, talora anche di stati diversi di sviluppo di altri ordini e altresì di Acari).

La specie per cui abbiamo il corredo di notizie più ampio e che in alcuni Paesi (come negli USA e in URSS) è già sottoposta ad allevamenti massali a carattere commerciale, è *Chrysoperla carnea*. Si tratta di una specie a larga geonomia, caratterizzata da una polifagia molto spinta e da una notevole adattabilità e resistenza alle avversità.

Per il suo allevamento massale si impiegano, per le larve, prevalentemente prede di sostituzione (le diete artificiali non hanno dato per ora risultati del tutto soddisfacenti). Le più convenienti si sono rivelate le uova (e le larve) di Lepidotteri che si moltiplicano su farine e granella di cereali (*Sitotroga cerealella*, *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella*), o su altri substrati di facile reperimento (*Gnorimoschema operculella*) o su diete artificiali già note (*Galleria mellonella*). Gli adulti, a regime dietetico glicifago e pollinifago, vengono invece alimentati con una dieta artificiale a base di estratti enzimatici di lievito, più saccarosio (o fruttosio) e acqua. Vari accorgimenti vengono suggeriti per evitare il feroce cannibalismo delle larve.

Per lo « stoccaggio » del materiale biologico, nei periodi in cui non si prevede di effettuare lanci, possono esservi buone prospettive di conservare a bassa temperatura gli adulti (lo stato che nella specie subisce una diapausa riproduttiva indotta dal fotoperiodo e che è destinato all'ibernamento) e talora anche le uova (ma queste ultime per periodi di non oltre due settimane).

Le applicazioni più note di lanci in pieno campo sono state condotte negli USA, contro una specie di *Planococcus* dannoso ai Peri, contro alcune specie di Nottuidi dannose al Cotone, contro Afidi su coltivazioni di Patate. Ma anche in altri Paesi sono state condotte prove con Cripsidi contro vari fitofagi (prevalentemente Afidi).

Negli ultimi tempi si è intensificata, in Europa e fuori d'Europa, la sperimentazione di lanci (con *Chrysoperla carnea* più che altro) nelle serre, talora con integrazione di interventi chimici. La sperimentazione ha interessato varie colture, per combattere di solito infestazioni di Afidi. I risultati sono complessivamente buoni. Il metodo è particolarmente indicato per un ambiente dove la lotta chimica può dar luogo a parecchi inconvenienti (fitotossicità, inquinamento del suolo e delle acque di drenaggio, comparsa di stirpi resistenti, pullulamento secondario di acari) e dove non si può far conto sull'attività spontanea degli entomofagi.

Il costo elevato di produzione negli allevamenti massali, dovuto all'acquisto delle sostanze da usare per la preparazione delle diete e, soprattutto, al numero di ore lavorative del personale tecnico, e le difficoltà non indifferenti del trasporto e distribuzione del materiale biologico nei campi, hanno indotto alla sperimentazione di un altro

metodo per l'utilizzazione di tali preziosi ausiliari. Si è pensato cioè di irrorare nelle colture melate artificiali e altresì sostanze attrattive allo scopo di attrarre gli adulti e potenziare con un cibo supplementare l'efficacia delle popolazioni naturali. Naturalmente il metodo presuppone che nella zona vi siano ancora riserve di popolazioni del Neurottero in parola.

Attualmente, infine, buone prospettive per la valorizzazione dei Crisopidi consistono nella protezione e sfruttamento delle popolazioni naturali delle varie specie presenti nelle coltivazioni, applicando il metodo della lotta integrata. Una ricca serie di lavori sperimentali di laboratorio e di campo ci dimostrano la resistenza di tali insetti, soprattutto allo stato di larva, a vari principi attivi utilizzati nella lotta chimica.

Neuroptera Chrysopidae and possibilities of their use in biological and integrated controls.

SUMMARY

The harmful side-effects and the dangers of pollution and degradation of the environment caused by the chemical control of crop plant pests (chiefly Insects), have given rise in the last twenty years to a renewed interest in biological control.

Presently the use of entomophagous insects as an alternative control can be carried out by means of the so-called « releases » on the crops or in greenhouses, when it is necessary to keep down a phytophagan which threatens to become a pest. Such an « inundative » method requires mass rearings of the entomophagan. Its effectiveness is shortly achieved, but, usually is destined to become exhausted in the long run. Of the predaceous entomophaga to use in such applications, Neuroptera Chrysopidae are presently earning a noticeable interest all over the world. In Europe the species which are studied in view of their use, generally belong to the genera *Chrysopa* and *Chrysoperla*; adults and larvae (in *Chrysopa*) or only larvae (in *Chrysoperla*) feed voraciously on various other species of Arthropoda, chiefly Insects belonging to the order Rhynchota Homoptera, sometimes also on different stages of development of other orders and on Mites too.

The species of which we have the richest store of information and which in some countries (as in the United States and U.S.S.R.) is already produced in commercial mass rearings, is *Chrysoperla carnea*. It is a geographically widespread species very highly polyphagous, showing a considerable adaptability and resistance against adversities.

For its mass-rearing, substitutive preys are chiefly used for the larvae (indeed artificial diets have not given up to now quite satisfactory results). The eggs (and the larvae) of Lepidoptera, which multiply on meals and grains of cereals (*Sitotroga cereatella*, *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella*) or on other substrates which can be easily found (*Gnoringoschema operculella*) or on artificial diets already well-known (*Galleria mellonella*) have resulted the most convenient preys. Instead adults which are glyciphagous and polliniphagous are fed on an artificial diet composed of enzymatic yeast extracts plus sucrose (or fructose) and water. Various expedients are suggested to avoid the ravenous cannibalism of the larvae.

As regards the « storage » of the biological material during the periods of time when releases are not scheduled, there are maybe good prospects of keeping at low temperatures adults (the stage which in this species undergoes a reproductive diapause photoperiodically induced and destined to overwinter) and sometimes eggs too (the latter, however, for periods not exceeding two weeks).

The best known applications of releases in the field were carried out in the United States to control a species of *Planococcus* damaging pear trees, some species of Noctuidae damaging cotton, aphids on potato crops. However, in other countries too, tests with Chrysopids were carried out to control several pests (generally Aphids).

In recent times tests of releases (mostly with *Chrysoperla carnea*) in greenhouses, sometimes in conjunction with chemical applications (in Europe and outside Europe) become more frequent. Experimentation has concerned several crops usually to control aphid infestations. On the whole results are good. The method comes out suitable especially for an environment where chemical control may give rise to several disadvantages (phytotoxicity, soil and drainage water pollution, arising of resistant strains, secondary mite pullulation) and where it is not possible to rely on the spontaneous activity of entomophaga.

The high prime cost in the mass rearings due to the purchase of the material necessary to prepare the diets and chiefly to the high number of working hours of the technical staff, and the noticeable difficulties of the transport and application of the biological material in the fields have induced to test another method for the use of such valuable auxiliaries. Namely researchers have thought to spray artificial honeydews and other attractive materials on the crops in order to attract adults and to increase the effectiveness of natural population with an additional food. Of course this method requires as a condition that in the area there are still reserves of populations of the Neuropteran.

Finally, at present, good prospects of utilizing Chrysopids are given by the protection and exploitation of the natural populations belonging to the various species occurring in the fields by applying the method of integrated control. A rich series of experimental works carried out in the laboratory and in the field shows us the resistance of these insects, chiefly in the larval stage, to several active principles today used in chemical control.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- AHMED M. K., 1955. — Comparative effect of systox and schradan on some predators of aphids in Egypt. - *J. Econ. Entom.*, 48: 530-532.
- AHMED M. K., NEWSOM L. D., EMERSON R. B., ROUSSEL J. S., 1954. — The effect of systox on some common predators of the cotton aphid. - *J. Econ. Entom.*, 47: 445-449.
- ALROUECHDI K., 1982. — Bio-ecologie de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). Son impact entomophage en verger d'oliviers. - *Thèse - Univ. Paul Sabatier, Toulouse (Sciences, Biologie Animale)*, I-III + 1-227.
- ALROUECHDI K., VOEGELÉ J., 1981. — Prédation des trichogrammes par les chrysopides. - *Agronomie*, 1: 187-189.
- ARZET H. R., 1972. — Suchverhalten und Nahrungsverbrauch der Larven von *Chrysopa carnea* Steph. - *Göttingen, Landwirtschaftl. Fak., Diss.* (da Hassan, 1974).
- ARZET H. R., 1973. — Suchverhalten der Larven von *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). - *Z. angew. Ent.*, 74: 64-79.
- BABRIKOVA T., 1979. — [The effect of pesticides on the individual stages of the common lacewing (*Chrysopa carnea* Steph.).] - *Rasteniev "dni Nauki*, 16: 105-115.
- BÄNSCH R., 1966. — On prey-seeking behaviour of aphidophagous insects. - In: « Ecology of Aphidophagous Insects », *Proc. Symp. Liblice, Prague 1965, Academia Publ., Prague*, 123-128.

- BARNES B. N., 1975. — Methods of rearing *Chrysopa* in the laboratory (Neuroptera: Chrysopidae). - *Phytophylactica*, 7: 69-70.
- BARTLETT B. R., 1964. — Toxicity of some pesticides to eggs, larvae, and adults of the green lacewing, *Chrysopa carnea*. - *J. Econ. Entom.*, 57: 366-369.
- BAUMGAERTNER J. U., GUTIERREZ A. P., SUMMERS C. G., 1981. — The influence of aphid prey consumption on searching behaviour, weight increase, developmental time, and mortality of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) larvae. - *Can. Entom.*, 113: 1007-1014.
- BEN SAAD A. A., BISHOP G. W., 1976. — Effect of artificial honeydews on insect communities in potato fields. - *Environ. Entom.*, 5: 453-457.
- BIGLER F., FERRAN A., LYON J. P., 1976. — L'élevage larvaire de deux prédateurs aphidiphages (*Chrysopa carnea* Steph., *Chrysopa perla* L.) à l'aide de différents milieux artificiels. - *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 8: 551-558.
- BOND A. B., 1980. — Optimal foraging in a uniform habitat: the search mechanism of the greenlacewing. - *Anim. Behav.*, 28: 10-19.
- BOND A. B., 1981. — Giving-up as Poisson process: the departure decision of the green lacewing. - *Anim. Behav.*, 29: 629-630.
- BOND A. B., 1983. — The foraging behaviour of lacewing larvae on vertical rods. - *Anim. Behav.*, 31: 990-1004.
- BONDARENKO N. V., MOISEER E. G., 1971. — [Die Wirkung von *Chrysopa carnea* Steph. bei der Bekämpfung von Blattläusen in Gemüse- und Zierpflanzenkulturen in Treibhäusern des Leningrader Gebiets.] - In SIKURA A. I. et al. (eds.): [Der biologische Schutz von Gemüse- und Obstkulturen] - *Biol. Metod. Zašč Plodov. i Ovošč. Kul'tur ot Vredit., Bolezn i Sornj, Osnovy Integrirrov. Sistem (Tezisy Dokl.)*, Okt. 1971. *Minist. Sel'sk. Chozj. SSSR, Kišinev*, 16-17 (da Hassan, 1974).
- BURKE H. R., MARTIN D. F., 1956. — The biology of three chrysopid predators of the cotton aphid. - *J. Econ. Entom.*, 49: 698-700.
- BUTLER G. D. JR., HUNGERFORD C. M., 1971. — Timing field releases of eggs and larvae of *Chrysopa carnea* to insure survival. - *J. Econ. Entom.*, 64: 311-312.
- BUTLER G. D. JR., MAY C. J., 1971. — Laboratory studies of the searching capacity of larvae of *Chrysopa carnea* for eggs of *Heliothis* spp. - *J. Econ. Entom.*, 64: 1459-1461.
- BUTLER G. D. JR., RITCHIE P. L. JR., 1970. — Development of *Chrysopa carnea* at constant and fluctuating temperatures. - *J. Econ. Entom.*, 63: 1028-1030.
- BUTLER G. D. JR., RITCHIE P. L. JR., 1971. — Feed Wheat and the abundance and fecundity of *Chrysopa carnea*. - *J. Econ. Entom.*, 64: 933-934.
- CANARD M., 1970a. — Incidences de la valeur alimentaire de divers pucerons (Homoptera, Aphididae) sur le potentiel de multiplication de *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae). - *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 2: 345-355.
- CANARD M., 1970b. — L'oophagie des larves du premier stade de *Chrysopa* (Neuroptera, Chrysopidae). - *Entom. exp. appl.*, 13: 21-36.
- CANARD M., 1971. — Les possibilités de conservation de longue durée des cocons d'un prédateur aphidiphage: *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae). - *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 3: 373-377.
- CANARD M., 1973. — Influence de l'alimentation sur le développement, la fécondité et la fertilité d'un prédateur aphidiphage: *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae). - *Thèse - Université Paul Sabatier, Toulouse, Sciences Naturelles*, 1-175.

- CARLSON R. E., CHIANG H. C., 1973. — Reduction of an *Ostrinia nubilalis* population by predatory insects attracted by sucrose sprays. - *Entomophaga*, 18: 205-211.
- CAVA F., SGOBBA D., 1982. — Prove di allevamento in ambiente condizionato di *Anisochrysa flavifrons* (Brauer) (Neuroptera, Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 36: 227-244.
- DADEJ J., MACIESIAK A., GROMISZ Z., 1980. — Badania nad zastosowanien diflubenzuronu w ochronie sadow. - *Proc. XIX Conf. Sci. Inst. Plant Protect.*, 1979, 167-172.
- DOUTT R. L., 1951. — Biological control of mealybugs infestings commercial greenhouse gardenias. - *J. Econ. Entom.*, 44: 37-40.
- DOUTT R. L., HAGEN K. S., 1949. — Periodic colonization of *Chrysopa californica* as a possible control of mealybugs. - *J. Econ. Entom.*, 42: 560-561.
- DOUTT R. L., HAGEN K. S., 1950. — Biological control measures applied against *Pseudococcus maritimus* on Pears. - *J. Econ. Entom.*, 43: 94-96.
- DUELLI P., 1980a. — Adaptive dispersal and appetitive flight in the green lacewing, *Chrysopa carnea* - *Ecol. Entom.*, 5: 213-220.
- DUELLI P., 1980b. — Preovipository migration flights in the green lacewing, *Chrysopa carnea* (Planipennia, Chrysopidae). - *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 7: 239-246.
- DUELLI P., 1981a. — Ein funktionelles Konzept für die Begriffe Dispersal und Migration, dargestellt anhand der Ausbreitungsdynamik der Florfliege *Chrysopa carnea* Steph. - *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.*, 3: 49-52.
- DUELLI P., 1981b. — Is larval cannibalism in Lacewings adaptive? (Neuroptera: Chrysopidae). - *Res. Popul. Ecol.*, 23: 193-209.
- FERRAN A., LYON J. P., LARROQUE M. M., FORMENTO A., 1981. — Essai d'élevage de différents prédateurs aphidiphages (Coccinellidae, Chrysopidae) à l'aide de poudre lyophilisée de couvain de reines d'abeilles. - *Agronomie*, 1: 579-586.
- FINNEY G. L., 1948. — Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. - *J. Econ. Entom.* 41: 719-721.
- FINNEY G., 1950. — Mass-culturing *Chrysopa californica* to obtain eggs for field distribution. - *J. Econ. Entom.*, 43: 97-100.
- FLESCHNER C. A., 1950. — Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. - *Hilgardia*, 20: 233-265.
- FRANZ J. M., BOGENSCHÜTZ H., HASSAN S. A., HUANG P., NATON E., SUTER H., VIGGIANI G., 1980. — Results of a joint pesticide test programme by the working group: pesticides and beneficial Arthropods. - *Entomophaga*, 25: 231-236.
- GRINFEL'D E. K., 1959. — [Feeding of the adult Neuroptera on pollen of flowers and their evident participation in the development of entomofily in plants.] - *Vestn. Leningr. Univ.*, 9: 48-55.
- HAGEN K. S., 1950. — Fecundity of *Chrysopa californica* as affected by synthetic foods. - *J. Econ. Entom.*, 43: 101-104.
- HAGEN K. S., DUELLI P., SAWALL E. F. JR., TASSAN R. L., 1979. — Attraction and oviposition of *Chrysopa carnea* induced by new food sprays. - *9th Int. Congr. Crop Protection, Washington DC*, 299: 5-11.
- HAGEN K. S., GREANY P., SAWALL E. F. JR., TASSAN R. L., 1976. — Tryptophan in artificial honeydews as a source of an attractant for adult *Chrysopa carnea*. - *Environ. Entom.*, 5: 458-468.
- HAGEN K. S., HALE R., 1974. — Increasing natural enemies through use of supplementary feeding and non-target prey. - *Proc. Summer Inst. Biol. Contr. Pl. Ins. Dis., Univ. Press Mississippi, Jackson*, 170-181.

- HAGEN K. S., SAWALL E. F. JR., TASSAN R. L., 1970. — The use of food sprays to increase effectiveness of entomophagous insects. - *Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Contr. Habitat Manag.*, 1970: 59-91.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1965. — A method of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. - *J. Econ. Entom.*, 58: 999-1000.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1966a. — The influence of protein hydrolysates of yeasts and chemically defined diets upon the fecundity of *Chrysopa carnea* Stephens (Neuroptera). - *Věstník Cs. spol. Zool.*, 30: 219-227.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1966b. — Artificial diet for *Chrysopa carnea* Stephens. In: « Ecology of Aphidophagous Insects », *Proc. Symp. Liblice, Prague 1965, Academia Publ., Prague*, 83-87.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1966c. — A method of coating droplets of artificial diets with paraffin for feeding *Chrysopa* larvae. - In: « Ecology of Aphidophagous Insects », *Proc. Symp. Liblice, Prague 1965, Academia publ., Prague*, 89-90.
- HAGEN K. S., TASSAN R. L., 1970. — The influence of food wheat and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). - *Can. Entom.*, 102: 806-811.
- HAGLEY E. A. C., SIMPSON C. M., 1981. — Effect of food sprays on numbers of predators in an apple orchard. - *Can. Entom.*, 113: 75-77.
- HARBAUG B. K., MATTON R. H., 1973. — Lacewing larvae control aphids on greenhouse snapdragons. - *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 98: 306-309.
- HASSAN S. A., 1974. — Die Massenzucht und Verwendung von *Chrysopa* - Arten (Neuroptera, Chrysopidae) zur Bekämpfung von Schadinsekten. - *Z. Pflanzenkrank. Pflanzensch.*, 81: 620-637.
- HASSAN S. A., 1975 - Über die Massenzucht von *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). - *Z. angew. Entom.*, 79: 310-315.
- HASSAN S. A., 1977. — Untersuchungen zur Verwendung des Prädatoren *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae) zur Bekämpfung der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* (Sulzer) an Paprika im Gewächshaus. - *Z. angew. Entom.*, 82: 234-239.
- HASSAN S. A., 1978. — Releases of *Chrysopa carnea* Steph. to control *Myzus persicae* (Sulzer) on eggplant in small greenhouse plots. - *Z. Pflanzenkrank. Pflanzensch.*, 85: 118-123.
- HASSAN S. A., BIGLER F., BOGENSCHÜTZ H., BROWN J. U., FIRTH S. I., HUANG P., LEDIEU M. S., NATON E., OOMEN P. A., OVERMEER W. P. J., RIECKMANN W., SAMSØE-PETERSEN L., VIGGIANI G., VAN ZON A. Q., 1983. — Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group « Pesticides and beneficial Arthropods ». - *Z. angew. Entom.*, 95: 151-158.
- HASSAN S. A., HAGEN K. S., 1978. — A new artificial diet for *Chrysopa carnea* larvae. - *Z. angew. Entom.*, 86: 315-320.
- HODEK I., HONĚK A., 1976. — Action of photoperiod at cold in diapausing *Chrysopa carnea* females (Chrysopidae, Neuroptera). - *Oecologia* (Berl.), 25: 309-311.
- HONĚK A., 1973a. — Relationship of colour changes and diapause in natural populations of *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). - *Acta ent. bohemoslov.*, 70: 254-258.
- HONĚK A., 1973b. - Induction of a winter coloration in *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). - *Věstník Cs. spol. Zool.*, 37: 253-257.
- HONĚK A., 1976. — Maintien et disparition de la coloration hivernale chez *Chrysopa carnea*; rapports avec le déroulement de la diapause (Neur. Chrysop.). - *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 8: 411-416.

- HONEK A., HODEK I., 1973. — Diapause of *Chrysopa carnea* (Chrysopidae: Neuroptera) females in the field. - *Věstník Cs. spol. Zool.*, 37: 95-100.
- ISHAAYA I., CASIDA J. E., 1981. — Pyrethroid esterase (s) may contribute to natural pyrethroid tolerance of larvae of the common green lacewing. - *Environ. Entomol.*, 10: 681-684.
- JONES S. L., KINZER R. E., BULL D. L., ABLES J. R., RIDGWAY R. L., 1978. — Deterioration of *Chrysopa carnea* in mass culture. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 71: 160-162.
- JONES S. L., LINGREN P. D., BEE M. J., 1977. — Diel periodicity of feeding, mating, and oviposition of adult *Chrysopa carnea*. - *Ann. Entom. Soc. Am.*, 70: 43-47.
- JONES S. L., RIDGWAY R. L., 1976. — Development of methods for field distribution of eggs of the insect predator *Chrysopa carnea* Stephens. - *Agric. Res. Serv., U.S. Dep. Agric.*, S-124, 5 pp.
- KHARIZANOV A., BABRIKOVA T., 1978. — [Toxicity of insecticides to certain species of Chrysopids.] - *Rastitelna Zashchita*, 26: 12-15.
- KOWALSKA T., 1971. — The effect of environmental factors on the life cycle of *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). - *Ekol. Polska*, 19: 387-400.
- KOWALSKA T., 1976. — Mass rearing and possible uses of Chrysopidae against Aphids in glasshouses. - *Bull. SROP*, 4: 80-85.
- KOWALSKA T., RUDNA W., 1973. — [Experiments on the integrated and biological methods for the protection of late cabbage]. - *Biul. Inst. Ochrony Roślin*, 56: 363-376.
- KUSNETZOVA J., 1968. — [Ricerche su alcuni principi biologici per l'allevamento massale di *Chrysopa carnea* Steph.] - *Proc. 13° Int. Congr. Entom., Mosca*, 2: 163-164.
- KUSNETZOVA J., 1969. — Influence of air, temperature and humidity upon *Chrysopa carnea* (Neuroptera, Chrysopidae). - *Zool. Zhurn.*, 48: 1349-1357.
- KUSNETZOVA J., 1970. — A study of the possibility of storage of the eggs of *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae) under low temperatures. - *Zool. Zhurn.*, 49: 1505-1514.
- LAWRENCE P. O., KERR S. H., WHITCOMB W. H., 1973. — *Chrysopa rufilabris*: Effect of selected pesticides on duration of third larval stadium, pupal stage, and adult survival. - *Environ. Entom.*, 2: 477-480.
- LEGOTAI M. V., 1980. — [Effect of BTB on pests of cabbage and insect enemies.] - *Zashchita Rastenii*, 8: 34-35.
- LINGREN P. D., RIDGWAY R. L., 1967. — Toxicity of five insecticides to several insect predators. - *J. Econ. Entom.*, 60: 1639-1641.
- LINGREN P. D., RIDGWAY R. L., JONES S. L., 1968. — Consumption by several arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) that attack cotton. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 61: 613-618.
- LYON J. P., 1973. — Utilisation des entomophages pour la limitation des populations aphidiennes en serre. - *Bull. OILB/SROP*, 1973/4: 47-49.
- LYON J. P., 1974. — Utilisation des entomophages en cultures protégées: parasites et prédateurs d'aphides. - *Lutte intégr.*, note inform., spécial 4: 72-74.
- LYON J. P., 1976. — La faune inféodée au rosier en serre et les possibilités de lutte intégrée. - *Travaux sur Rosier de serre. - Centre Rech. Agron. Antibes*, 51-63.
- LYON J. P., 1979. — Lâchers expérimentaux de Chrysopes et d'Hyménoptères parasites sur pucerons en serres d'aubergines. - *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 11: 51-65.

- MACLEOD E. G., 1967. — Experimental induction and elimination of adult diapause and autumnal coloration in *Chrysopa carnea* (Neuroptera). - *J. Insect Physiol.*, 13: 1343-1349.
- MARTIN P. B., RIDGWAY R. L., SCHUETZE C. E., 1978. — Physical and biological evaluations of an encapsulated diet for rearing *Chrysopa carnea*. - *Fla. Entom.*, 61: 145-152.
- MORRISON R. K., 1977. — A simplified larval rearing unit for the common green lacewing. - *Southwest. Entom.*, 2: 188-190.
- MORRISON R. K., HOUSE V. S., RIDGWAY R. L., 1975. — Improved rearing unit for larvae of a common green lacewing. - *J. Econ. Entom.*, 68: 821-822.
- MORRISON R. K., RIDGWAY R. L., 1976. — Improvements in techniques and equipment for production of a common green lacewing, *Chrysopa carnea*. - *Agr. Res. Serv., U.S. Dept. Agr.*, S-143, 5 pp.
- NEUMARK S., 1952. — *Chrysopa carnea* St. and its enemies in Israel. - *Forest. Res. Sta. Jlanoth*, 1: 1-VII + 1-127.
- NEW T. R., 1975. — The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. - *Trans. R. Ent. Soc. London*, 127: 115-140.
- NIEMCZYK E., MISZCZAK M., OLSZAK T., 1979. — Toksyczność pyretroidów dla owadów drapieżnych i pasożytniczych. - *Roczniki Nauk Rolniczych*, E, 9: 105-115.
- PASQUALINI E., 1975. — Prove di allevamento in ambiente condizionato di *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 32: 291-304.
- PASQUALINI E., BRIOLINI G., MEMMI M., MONARI S., 1982. — Prove di lotta guidata contro gli Afidi del Melo. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 36: 159-171.
- PONOMAREVA J. A., BEGLIAROV G. A., 1973. — [Ricerca di un mezzo alimentare artificiale per gli allevamenti di *Chrysopa carnea* Steph.] - *Voproc. Zachtch. Rast.*, 2: 67-78.
- PRINCIPI M. M., CASTELLARI P. L., 1970. — Ibernamento e diapausa in alcune specie di Crisopidi (Insecta Neuroptera) viventi in Italia. - *Atti Acad. Sc. Ist. Bologna, Cl. Sc. Fis., Rendiconti*, S. 12, 7: 75-83.
- PRINCIPI M. M., MEMMI M., SGOBBA D., 1978. — Reperti su *Chrysopopthorus chrysopimuginis* Goidanich, parassita solitario delle immagini di Neurotteri Crisopidi. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 34: 247-273.
- RAUTAPÄÄ J., 1977. — Evaluation of predator prey ratio using *Chrysopa carnea* Steph. in control of *Rhopalosiphum padi* (L.). - *Ann. Agric. Fenn.*, 16: 103-109.
- RIDGWAY R. L., JONES S. L., 1968. — Field-cage releases of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of *Heliothis* spp. on cotton. - *J. Econ. Entom.*, 61: 892-898.
- RIDGWAY R. L., JONES S. L., 1969. — Inundative releases of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. - *J. Econ. Entom.*, 62: 177-180.
- RIDGWAY R. L., KINZER R. E., 1974. — Chrysopids as predators of crop pests. - *Entomophaga*, Mem. H. S., 7: 45-51.
- RIDGWAY R. L., MORRISON R. K., BADGLEY M., 1970. — Mass rearing a green lacewing. - *J. Econ. Entom.*, 63: 834-836.
- RU N., WHITCOMB W. H., MURPHEY M., 1976. — Culturing of *Chrysopa rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). - *Fla. Entom.*, 59: 21-26.
- SCHIEFELBEIN J. W., CHIANG H. C., 1966. — Effects of spray of sucrose solution in a corn field on the populations of predatory insects and their prey. - *Entomophaga*, 2: 333-339.

- SCOPES N. E. A., 1969. — The potential of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouse chrysanthemums. - *Ann. Appl. Biol.*, 64: 433-439.
- SCOPES N. E. A., 1975. — The evaluation and use of predators for protected cropping. - *Proc. Assoc. Appl. Biol.*, 80: 123-124.
- SGOBBA D., ZIBORDI L., 1984. — Prove di allevamento massale di larve di *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera, Chrysopidae): proposte per il contenimento del cannibalismo. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 38 (in corso di stampa).
- SHANDS W. A., GORDON C. C., SIMPSON G. W., 1972a. — Insect predators for controlling aphids on potatoes. 6. Development of a spray technique for applying eggs in the field. - *J. Econ. Entom.*, 65: 1099-1103.
- SHANDS W. A., SIMPSON G. W., 1972a. — Insect predators for controlling aphids on potatoes. 2. In small plots with two kinds of barriers, in small fields, or in large cages. - *J. Econ. Entom.*, 65: 514-518.
- SHANDS W. A., SIMPSON G. W., 1972b. — Insect predators for controlling aphids on potatoes. 4. Spatial distribution of introduced eggs of two species of predators in small fields. - *J. Econ. Entom.*, 65: 805-809.
- SHANDS W. A., SIMPSON G. W., BRUNSON M. H., 1972. — Insect predators for controlling aphids on potatoes. 1. In small plots. - *J. Econ. Entom.*, 65: 511-514.
- SHANDS W. A., SIMPSON G. W., GORDON C. C., 1972. — Insect predators for controlling aphids on potatoes. 5. Numbers of eggs and schedules for introducing them in large field cages. - *J. Econ. Entom.*, 65: 810-817.
- SHANDS W. A., SIMPSON G. W., STORCH R. H., 1972. — Insect predators for controlling aphids on potatoes. 3. In small plots separated by aluminum flashing strip-coated with a chemical barrier and in small fields. - *J. Econ. Entom.*, 65: 799-805.
- SHELDON J. K., MACLEOD E. G., 1971. — Studies on the biology of the Chrysopidae. II. The feeding behaviour of the adult of *Chrysopa carnea* (Neuroptera). - *Psyche*, 78: 107-121.
- SHELDON J. K., MACLEOD E. G., 1974. — Studies on the biology of the Chrysopidae. IV. A field and laboratory study of the seasonal cycle of *Chrysopa carnea* Stephens in Central Illinois (Neuroptera: Chrysopidae). - *Trans. Am. Entom. Soc.*, 100: 437-512.
- SHUVAKHINA E. Y., 1968. — [Rearing *Chrysopa carnea* Steph. and *C. septempunctata* Wesm. on a laboratory scale.] - *Byull. vses. nauchno-issled Inst. Zashch. Rast., Léningrad*, 3: 82-86.
- SHUVAKHINA E. Y., 1971. — [Metodo per l'allevamento in laboratorio di *Chrysopa formosa* Brauer.] - *Publ. Inst. féd. Rech. Scient. Prot. Pl. Léningrad*, 1-12.
- SUNDBY R. A., 1966. — A comparative study of the efficiency of three predatory insects, *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera Coccinellidae), *Chrysopa carnea* St. (Neuroptera, Chrysopidae) and *Syrphus ribesii* L. (Diptera, Syrphidae) at two different temperatures. - *Entomophaga*, 2: 395-405.
- TARTARINI E., 1983. — Influenza di differenti metodi di allevamento larvale sullo sviluppo e sulla fecondità di *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 38: 5-28.
- TASSAN R. L., HAGEN K. S., SAWALL E. F. Jr., 1979. — The influence of field foodsprays on the egg production rate of *Chrysopa carnea*. - *Environ. Entom.*, 8: 81-85.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1969. — Diapause in *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). I. Effect of photoperiod on reproductively active adults. - *Can. Ent.*, 101: 364-370.

- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1970a. — Photoperiodic induction and termination of diapause in an Insect: response to changing day lengths. - *Science*, 167: 170.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1970b. — Adult diapause in *Chrysopa carnea*: stages sensitive to photoperiodic induction. - *J. Insect Physiol.*, 16: 2075-2080.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1972. — Geographic variation in critical photoperiod and in diapause intensity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera). - *J. Insect Physiol.*, 18: 25-29.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1973a. — Quantitative response to daylength during diapause in insects. - *Nature*, 244: 296-297.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1973b. — Seasonal regulation of dormancy in *Chrysopa carnea* (Neuroptera). - *J. Insect Physiol.*, 19: 1455-1463.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1975. — Natural daylengths regulate insect seasonality by two mechanisms. - *Nature*, 258: 711-712.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1976. — Insect seasonality: diapause maintenance, termination, and postdiapause development. - *Ann. Rev. Entom.*, 21: 81-107.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1979. — Inheritance of photoperiodic responses controlling diapause. - *Bull. Entom. Soc. America*, 25: 125-128.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., DENYS C. J., 1970a. — Diapause in *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). II. Maintenance by photoperiod. - *Can. Ent.*, 102: 474-478.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., DENYS C. J., 1970b. — Adult diapause in *Chrysopa carnea*: photoperiodic control of duration and colour. - *J. Insect Physiol.*, 16: 949-955.
- TOSCHI C. A., 1965. — The taxonomy, life histories and mating behaviour of the green lacewings of Strawberry Canyon. (Neuroptera: Chrysopidae). - *Hilgardia*, 36: 391-431.
- TREMBLAY E., 1980. — Su di un caso di predatismo da parte di *Chrysopa formosa* Br. (Neuroptera) a carico di Imenotteri Braconidi endoparassiti di Afidi. - *Boll. Soc. Entom. ital.*, 112: 189-191.
- TULISALO U., KORPELA S., 1973. — Mass rearing of the green lacewing (*Chrysopa carnea* Steph.). - *Ann. Ent. Fenn.*, 39: 143-144.
- TULISALO U., TUOVINEN T., 1975. — The green lacewing, *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae), used to control the green peach aphid *Myzus persicae* Sulz., and the potato aphid, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Homoptera, Aphididae), on greenhouse green peppers. - *Ann. Ent. Fenn.*, 41: 94-102.
- TULISALO U., TUOVINEN T., KURPPA S., 1977a. — Adult angoumois grain moths *Sitotroga cerealella* Oliv. as a food source for larvae of the green lacewing *Chrysopa carnea* Steph. in mass rearing. - *Ann. Agric. Fenn.*, 16: 167-171.
- TULISALO U., TUOVINEN T., KURPPA S., 1977b. — Biological control of aphids with *Chrysopa carnea* on parsley and green pepper in the greenhouse. - *Ann. Ent. Fenn.*, 43: 97-100.
- UŠČEKOV A. T., 1971. — [Vergleichende Schätzung der Wirksamkeit von *Chrysopa septempunctata* Wesm. und *Chrysopa carnea* Steph. (Chrysopidae: Neuroptera) bei der bekämpfung von Blattläusen.] - In: SIKURA A. I. et al. (eds.): [Der biologische Schutz von Gemüse- und Obstkulturen]. - *Biol. Metod. Zašč. Plodov i Ovošč. Kul'tur ot Vredit., Bolezn.; Sornj., Osnovy Integrirov. Sistem (Tezisy Dokl.)*, Okt. 1971. Minist. Sel'sk Chozj. SSSR, Kisinev, 101-103 (da Hassan, 1974).
- VANDERZANT E. S., 1969. — An artificial diet for larvae and adults of *Chrysopa carnea*, an insect predator of crop pests. — *J. Econ. Entom.*, 62: 256-257.

- VANDERZANT E. S., 1973. — Improvements in the rearing diet for *Chrysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. - *J. Econ. Entom.*, 66: 336-338.
- WANG H., LI Y. J., YU L. Y., 1981. — [Experiments on the feeding of *Chrysopa formosa* Brauer on eggs and first-instar larvae of the cornborer.] - *Nat. Enem. Insects*, 3, 4, 22.
- WILKINSON J. D., BIEVER K. D., IGNOFFO C. M., 1975. — Contact toxicity of some chemical and biological pesticides to several insect parasitoids and predators. - *Entomophaga*, 20: 113-120.

— 131 —

INDICE

INTRODUZIONE	pag. 231
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E BIOLOGICHE DEI CRISOPIDI	» 232
UTILIZZAZIONE DEI CRISOPIDI IN LOTTA BIOLOGICA	» 234
Allevamento massale	» 238
Alimentazione degli adulti	» 238
Alimentazione delle larve	» 239
Manipolazione del materiale, contenitori, metodi per prevenire il cannibalismo	» 240
Possibili inconvenienti in un allevamento e rendimento economico	» 242
« Stoccaggio » del materiale prodotto dall'allevamento	» 243
Applicazioni di lotta biologica con il metodo « inondativo »	» 244
Applicazioni in pieno campo	» 244
Applicazioni nelle serre	» 245
Irrorazione di cibo supplementare e di attrattivi	» 246
Impiego dei Crisopidi in lotta integrata. Loro resistenza agli insetticidi	» 248
CONCLUSIONI	» 249
RIASSUNTO	» 251
SUMMARY	» 252
BIBLIOGRAFIA CITATA	» 253