

Contributi allo studio degli Imenotteri parassiti di Insetti minatori

V°.

INDAGINE PRELIMINARE SULLE POSSIBILITÀ DI ATTUAZIONE DI UN METODO DI LOTTA FONDATO SUL RISPETTO E LA VALORIZZAZIONE DEGLI ENTOMOFAGI DI DUE MINATORI DEL MELO (*LEUCOPTERA SCITELLA* ZELL. E *LITHOCOLLETIS BLANCARDELLA* F.).

(Studi del Gruppo di lavoro del C.N.R. per la lotta integrata
contro i nemici animali delle piante. XLVIII.)

INTRODUZIONE

Le ricerche su cui riferiamo sono state svolte presso l'Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna, nell'ambito del programma del « Gruppo di lavoro del C.N.R. per la lotta integrata contro i nemici animali delle piante », e hanno avuto per oggetto la messa a punto dello schema dei molteplici rapporti intercorrenti tra due fitofagi minatori del Melo, *Leucoptera scitella* Zell. (Lep. Lyonetiidae) e *Lithocolletis blancardella* F. (Lep. Gracilariidae) e i relativi parassiti. Questi rapporti sono stati esaminati nella loro duplice configurazione annuale e pluriennale, dipendente da vari fattori variabili nel tempo e nello spazio, quali, principalmente, la presenza o no dell'ospite, la sua densità a carico del fruttifero infestato, l'uso di insetticidi a diverso spettro di azione e con diversa incidenza sull'entomofauna utile. Le ricerche sono state condotte sul Melo e, per la maggior parte, in un frutteto sperimentale che descriveremo in seguito, ma in taluni casi altresì in altri meleti del ferrarese, onde pervenire non tanto a dati comparativi, che le troppe variabili non suscettibili di controllo avrebbero reso precari, ma all'elaborazione di un quadro di insieme quanto più possibile vicino alla situazione ecologica reale.

Al di là della presenza, accertata già in passato (Celli, 1960), di numerose specie parassite ectofaghe ed endofaghe evolventisi a spese dei due microlepidotteri minatori summenzionati, con queste ricerche si è voluto, dunque, mettere in luce la « stabilità » della biocenosi nel tempo, le condizioni di densità dell'ospite più favorevoli all'attacco parassitario, nonché l'azione effettiva della parassitizzazione — totale e specifica — nella limitazione del pullulamento dei minatori stessi, in rapporto alla cosiddetta « soglia economica » e alla conseguente necessità di intervenire chimicamente.

Le ricerche, per riassumere, tendono quindi a relazionare l'incremento di densità del fitofago, l'incidenza dei parassiti, il danno economico e il possibile intervento chimico come elementi in complessa dinamica interazione tra loro, e di questa interazione, per un certo numero di anni, si è tentato l'accertamento fenomenologico, al fine di pervenire, anche se in prima approssimazione,

a un modello che, pur non permettendo sicure inferenze, ci metta in condizione di reagire con prontezza e ocularità alle future variazioni delle popolazioni fitofaghe ed entomofaghe.

DESCRIZIONE DEL FRUTTETO SPERIMENTALE

Come abbiamo accennato nell'introduzione, la maggior parte delle nostre ricerche è stata svolta in un frutteto del Ferrarese, nell'azienda agricola annessa all'Istituto Professionale di Stato « Fratelli Navarra » ⁽¹⁾. Il meleto

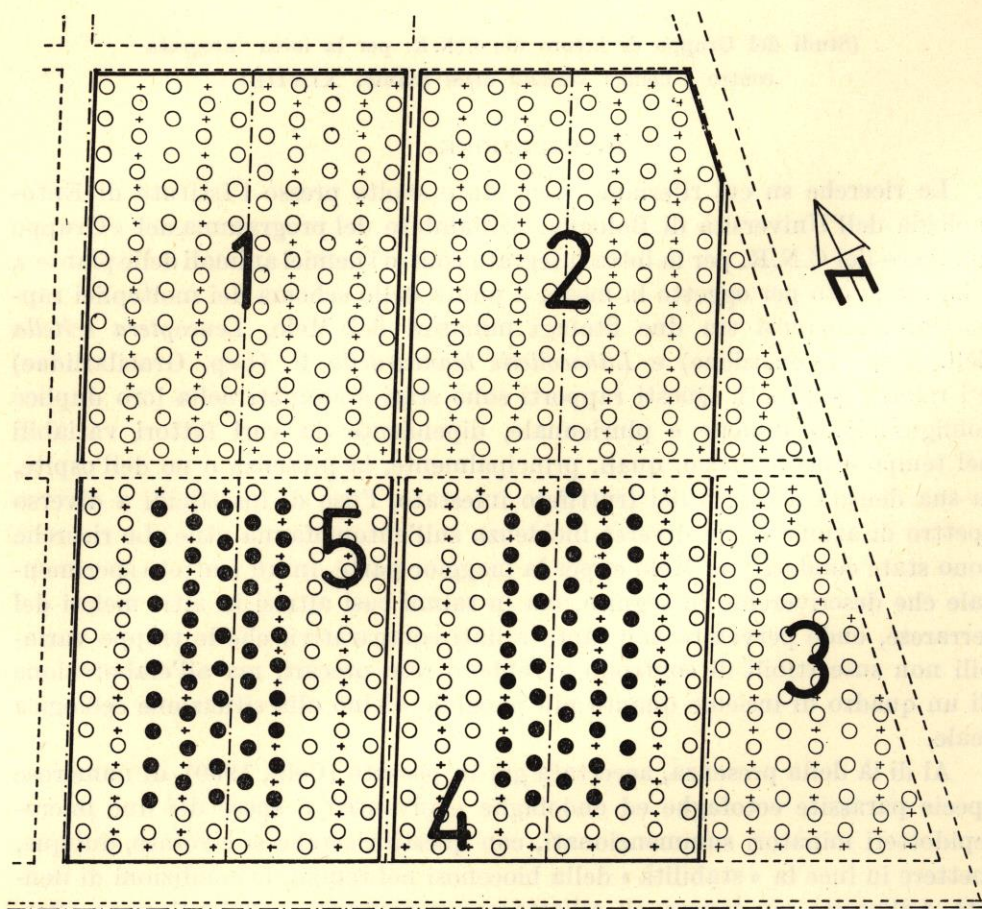


FIG. I.

Planimetria del frutteto sperimentale. Appezzamenti 1-5: parcella A; appezzamenti 2-4: parcella B. L'appezzamento 3 è stato considerato parte del frutteto sperimentale soltanto nel 1964. Gli alberi simboleggiati con tondini neri erano quelli soggetti a campionamenti periodici. Gli appezzamenti 1-2 sono stati mantenuti semplicemente sotto controllo « a vista ».

⁽¹⁾ Ringrazio l'Istituto Professionale di Stato « Fratelli Navarra », nella figura del suo Presidente, del suo Preside e del corpo insegnanti, per l'ospitalità e la sempre viva collaborazione.

occupa una superficie complessiva di circa tre ettari. Le piante, messe a dimora nel 1948, per lo più « Golden Delicious », inframmezzate qua e là di Abbondanza (su quest'ultima cultivar, tuttavia non sono stati effettuati che sporadici rilievi) sono allevate a vaso e potate regolarmente ogni anno secondo i metodi previsti nella zona. Ciò vale anche per le lavorazioni del terreno e le concimazioni.

Il frutteto sperimentale (fig. 1) è stato diviso in due parcelle, che da questo momento chiameremo A e B, della medesima estensione ed ospitanti un numero pressochè eguale di piante. A partire dal 1964, data di inizio delle ricerche, mentre nella parcella A è stato mantenuto, in senso quantitativo — numero di trattamenti — e qualitativo — principi attivi impiegati — il regime di interventi fitoiatrici tipico della zona, e quindi approssimativamente in atto nei frutteti contigui, nella parcella B le irrorazioni insetticide e acaricide sono state effettuate sempre in presenza di rappresentanze del fitofago tali da essere giudicate pericolose, quindi, per alcune specie, come per esempio *Leucoptera scitella*, quando la densità di infestazione raggiungeva la « soglia economica ».

È inteso che, nella parcella B, per la maggior parte dei casi, i principi attivi impiegati hanno sempre offerto qualche garanzia di selettività, di azione attenuata, di debole persistenza, ecc. in modo da limitare le ripercussioni secondarie nocive sull'entomofauna utile.

Naturalmente, il problema più gravoso da risolvere, connesso ai trattamenti, è rappresentato dalla complessità della biocenosi; sui meli, infatti, nell'ambito del nostro frutteto sperimentale, accanto ai due fitofagi minatori oggetto delle nostre ricerche, si evolvono altri insetti dannosi, tra cui principalmente: *Aphis pomi* De G., *Dysaphis plantaginea* Pass., *Quadraspidotus perniciosus* Comst., *Archips podanus* Scop., *Cydia pomonella* L., nonché Acari Tetranychidi e altri fitofagi di minore importanza, Nottuidi, Limantridi, Tortricidi, Ditteri Cecidomidi, ecc. È fatale che i vari interventi effettuati al fine di limitare ora la densità di questa specie, ora di quest'altra, si ripercuotano sempre sulla totalità del complesso faunistico provocando delle reazioni a catena, protratte nel tempo e di assai ardua valutazione.

INTERVENTI ANTIPARASSITARI (1)

Riportiamo in alcune succinte tabelle ed in ordine cronologico gli interventi fitosanitari effettuati, durante gli anni 1964-69, nelle parcelle A e B del nostro meleto sperimentale, contro i diversi Artropodi dannosi presenti.

(1) Gli interventi fitoiatrici sono stati diretti dal prof. P. Giunchi, direttore dell'Osservatorio per le malattie delle piante (Sez. Entomologia) di Bologna. È in corso di studio un metodo di lotta contro *Cydia pomonella* per una eventuale riduzione del numero dei trattamenti.

TABELLA I. - 1964. - Interventi fitoiatrici contro gli Artropodi.

Data	Parcella A		Parcella B	
	Prodotti	Dosi ^o	Frodotti	Dosi
25-III			Polisolfuro di calcio 32 Bé	7 Bé
7-IV	Metilparathion + olio bianco 80%	g. 75 p.a. + g. 1800 p.c.		
20-V	Metilparathion + olio bianco 80%	g. 75 p.a. + g. 200 p.c.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500
3-VI	Metilparathion	g. 100 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500
17-VI	Metilparathion	g. 100 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%) + Isolano 6%	g. 500 + 9 p.a.
3-VII	Metilparathion	g. 75 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500
21-VII			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%) + Solfato di nicotina 20%	g. 500 + 80 p.a.
25-VII	Metilparathion + olio bianco 80%	g. 100 p.a. + g. 100 p.c.	Kelthane 16% + Tedion 6%	g. 32 p.a. + g. 12 p.a.
10-VIII			DDVP 50%	g. 75 p.a.
11-VIII	Metilparathion	g. 100 p.a.		
27-VIII	Carbaryl 50%	g. 100 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500

(^o) Le dosi sono fornite per hl di acqua.

Riguardo ai trattamenti anticrittogamici si fa un breve cenno alla fine del paragrafo, non tanto perchè l'argomento sia di scarso interesse, dato che da tempo siamo edotti sulla loro influenza in rapporto alle popolazioni fitofaghe, ma in quanto, nell'ambito delle mie ricerche, non sono stati uno di quei fattori tenuti sistematicamente sotto osservazione e, quindi, tranne qualche deduzione che potremmo formulare a posteriori, ben poco o nulla possiamo dire di concreto nei riguardi della loro azione sulla biocenosi.

TABELLA II. — 1965. — Interventi fitoiatrici contro gli Artropodi.

Data	Parcella A		Parcella B	
	Prodotto	Dosi	Prodotti	Dosi
6-IV	Metilparathion + olio bianco 80%	g. 75 p.a. + g. 1500 p.c.		
26-V	Parathion 50%	g. 75 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 1000
9-VI			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500
10-VI	Parathion 50%	g. 75 p.a.		
18-VI	DDT 40% + Parathion 10%	g. 100 p.a. +g. 25 p.a.		
23-VI			Isolano 6%	g. 9 p.a.
6-VII	DDT 40% + Parathion 10%	g. 100 p.a. +g. 25 p.a.	DDVP 50%	g. 75 p.a.
23-VII	DDT 40% + Parathion	g. 100 p.a. +g. 25 p.a.		
27-VII			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500
4-VIII			Kelthane 16% + Tedion 6%	g. 32 p.a. + g. 12 p.a.
10-VIII	FAC 10% + Tedion 5%	g. 20 p.a. + g. 10 p.a.		
18-VIII			Solfato di Nicotina 20%	g. 70 p.a.
6-IX	Carbaryl 50%	g. 100 p.a.		

Ad ogni modo, tutte le notizie pertinenti gli insetticidi, gli acaricidi e gli anticrittogamici irrorati nelle parcelle A e B tendono a delineare un quadro esauriente del regime fitosanitario messo in atto nel frutteto per tutto l'arco di tempo in cui è stato oggetto delle nostre indagini: con la possibilità, quindi, di valutare, anche in rapporto a questo parametro, le variazioni entomofaunistiche del complesso ospite-parassiti-iperparassiti che prenderemo in esame nel corso di questa memoria.

Gli interventi anticrittogamici sono stati gli stessi per ambedue le parcelle del frutteto. I prodotti impiegati erano Zineb, Ziran, Mancozeb, Thiram, ossicloruro di rame, zolfi colloidali e micronizzati, solfato di rame. Per fare un esempio, nel 1969, sono stati effettuati dal 29 marzo al 25 agosto ben 22 trattamenti anticrittogamici. L'esame dei vari prodotti, per lo più irrorati in miscele, mostra che l'ossicloruro di rame è stato distribuito nel frutteto 14 volte, lo Zineb 19 volte, lo zolfo colloidale 7 volte.

TABELLA III. - 1966. - Interventi fitoiatrici contro gli Artropodi.

Data	Parcella A		Parcella B	
	Prodotti	Dosi	Prodotti	Dosi
15-III			Polisolfuro di calcio 32 Bé	7 Bé
22-III	Olio bianco 80% + Parathion 46,7%	g. 1800 p.c. + g. 46,7 p.a.		
23-V	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%) + Isolano 6%	g. 500 + g. 9 p.a.
4-VI	Parathion 46,7%	g. 65,4 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 1000
17-VI	Parathion 46,7%	g. 65,4 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 1000
4-VII	Parathion 46,7%	g. 65,4 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%) + DDVP 45,5%	g. 1000 + g. 68,2 p.a.
11-VII			Kelthane 42%	g. 63 p.a.
19-VII	Parathion 46,7% + Kelthane 42%	g. 46,7 p.a. + g. 63 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 700
1-VIII	Parathion 46,7% + Kelthane 42%	g. 46,7 p.a. + g. 63 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 700
23-VIII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 700

TABELLA IV. - 1967. - Interventi fitoiatrici contro gli Artropodi.

Data	Parcella A		Parcella B	
	Prodotti	Dosi	Prodotti	Dosi
16-III			Polisolfuro di calcio 32 Bé	7 Bé
29-III	Olio bianco 80% + Parathion 46,7%	g. 1500 p.c. + g. 46,7 p.a.		
22-V	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Fosfamidone 20%	g. 40 p.a.
6-VI	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 1000
20-VI	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 1000.
3-VII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 1000
13-VII	Parathion 46,7% + DDVP 45,5%	g. 46,7 p.a. + g. 68,25 p.a.		
20-VII			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%) + Kelthane 16% + Tedion 6%	g. 500 + g. 32 p.a. + g. 12 p.a.
25-VII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.		
1-VIII			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%)	g. 500
7-VIII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	DDVP 45,5%	g. 63,7 p.a.
10-VIII			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30-32%) + Solfato di Nicotina 20%	g. 500 + g. 80 p.a.
15-VIII				
21-VIII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.		
30-VIII	Carbaryl 50%	g. 100 p.a.	Fosfamidone 20%	g. 40 p.a.

TABELLA V. - 1968. - Interventi fitoiatrici contro gli Artropodi.

Data	Parcella A		Parcella B	
	Prodotti	Dosi	Prodotti	Dosi
20-III	Polisolfuro di calcio 32 Bé + Olio antra- cenico 68% + Deri- vati nitrici 1% + E- mulsionanti 31%	7 Bé + g. 2040 p.c. + g. 30 p.c. + g. 930 p.c.		
17-V	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30- 32%) + Isolano	g. 500 + g. 9 p.a.
3-VI	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30- 32%)	g. 500
10-VI			Isolano 6%	g. 9 p.a.
17-VI			Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30- 32%)	g. 500
18-VI	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.		
3-VII	Parathion 46,6%	g. 46,7 p.a.	Fosalone 35% + DDVP 45,5%	g. 52,5 p.a. + g. 68,25 p.a.
18-VII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
29-VII	N-Metil-N (1 naftil) mo- nofluoroacetamide 35 % + Parathion 46,7 %	g. 35 p.a. + g. 46,7 p.a.	Formamidina + Trici- cloesil Idrossido di stagno 50%	g. 50 p.a. + g. 30 p.a.
12-VIII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Arseniato di piombo coll. (anid. ars. 30- 32%) + Solfato di Ni- cotina 20%	g. 500 + g. 80 p.a.
21-VIII	Parathion 46,7%	g. 46,7 p.a.	Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.

TABELLA VI. - 1969. - Interventi fitoiatrici contro gli Artropodi.

Data	Parcella A		Parcella B	
	Prodotti	Dosi	Prodotti	Dosi
20-III	Polisolfuro di calcio 32 Bé + Olio antrace-nico 68%	7 Bé + g. 300 p.c.	Polisolfuro di calcio 32 Bé	7 Bé
19-V			Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
26-V	Parathion 50% + DDVP 45,5%	g. 50 p.a. + g. 45,5 p.a.		
28-V			Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
10-VI	Parathion 50%	g. 85 p.a.	Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
17-VI				
23-VI	Parathion 50%	g. 107 p.a.		
5-VII	Parathion 50%	g. 100 p.a.		
10-VII			Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
14-VII			DDVP 45,5%	g. 68,25 p.a.
17-VII	Parathion 50%	g. 50 p.a.		
25-VII			Plictran 25%	g. 37,5 p.a.
28-VII			Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
30-VII	Parathion 50%	g. 85 p.a.		
7-VIII			Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
13-VIII	Parathion 46,7%	g. 69 p.a.		
16-VIII			Fosalone 35%	g. 52,5 p.a.
18-VIII	DDVP 45,5%	g. 68,2 p.a.		

IL COMPLESSO OSPITI-PARASSITI-IPERPARASSITI PRESENTE NEL NOSTRO FRUTTETO SPERIMENTALE (1).

Attualmente, nel nostro frutteto sperimentale, *Leucoptera scitella* Zell. è parassitizzata esclusivamente da Eulofidi, e più precisamente:

- Eulophidae - *Achrysocharella formosa* Westw.
Chrysocharis nitetis Walk. (2)
Cirrospilus pictus Nees
Closterocerus trifasciatus Westw.
Pediobius pyrgo Walk.
Pnigalio mediterraneus Ferr. e Del.
Sympiesis sericeicornis Nees

(1) Ringrazio il Prof. G. Domenichini (Piacenza), il dott. Z. Boucek (Praga) ed il dott. M. Fischer (Vienna) per le determinazioni.

(2) Il dott. Z. Boucek mi comunica che tale specie rappresenterebbe in realtà un gruppo di specie, o sarebbe comprensiva di diverse sottospecie (*in litteris*).

Tutte queste specie sono state già da noi studiate in precedenza in rapporto a *L. scitella* o ad altri ospiti (Celli, 1960; 1963; 1964; Briolini e Celli, 1967; Briolini, Celli e Giunchi, 1967; Celli, 1970), per cui rimandiamo a tali pubblicazioni chi desideri le liste delle vittime o dettagli etologici che non siano strettamente connessi alla economia generale ed alle finalità di questa memoria. (Si consulti anche, a questo riguardo: Boucek ed Askew, 1969).

L'entomofago « principale », agli effetti della limitazione di *L. scitella*, è senz'altro rappresentato dalla specie *Chrysocharis nitetis* che già da molti anni è presente nella biocenosi e che fa registrare le più alte percentuali di parassitizzazione. Escluso *Pnigalio mediterraneus*, che compare saltuariamente (1964, 1968) a discreti livelli di densità (5-10%), sempre tuttavia di gran lunga inferiori a quelli che può raggiungere *C. nitetis* (20-40%), le altre specie aggrediscono il minatore sporadicamente, oppure solo in determinati momenti e stadi del suo ciclo vitale. *P. pyrgo*, infatti, attacca esclusivamente le larve mature o le crisalidi dell'ultima generazione dell'ospite. *C. trifasciatus* funziona più attivamente come parassita secondario che primario, a carico delle pupe ibernanti di *P. mediterraneus*, su cui, nel 1964, aveva realizzato una parassitizzazione del 15%.

Ad ogni modo, le percentuali di parassitizzazione primaverili-estive ed autunnali che riporteremo nelle tabelle in seguito sono quasi sempre dovute esclusivamente a *C. nitetis*, mentre le altre specie realizzano incidenze saltuarie e marginali.

Nelle crisalidi ibernanti, invece, il ruolo principale, come vedremo, è giocato da *P. pyrgo*.

C. nitetis è stata veduta in due casi sfarfallare da bozzoletti di *Apanteles lautellus* Marsh., ma questa sua attività iperparassitica non solo è estremamente rara, è addirittura eccezionale.

Il complesso ospite-parassiti-iperparassiti ⁽¹⁾ di *Lithocolletis blancardella* F. è abbastanza uniforme da diversi anni, ed è formato da Braconidi ed Eulofidi.

Riportiamo l'elenco delle specie rinvenute dal 1964 al 1969 in attività a carico dell'ospite nel nostro frutteto sperimentale.

Braconidae - *A. laevigatus* Ratz.

Apanteles lautellus Marsh.

Eulophidae - *Achrysocharella formosa* Westw.

Closterocerus trifasciatus Westw.

Sympiesis sericeicornis Nees

Il ruolo principale (al 90%) nel limitare la densità del minatore è giocato da *Apanteles lautellus*. *Apanteles laevigatus* è, invece, del tutto occasionale.

⁽¹⁾ Rispetto ai rilievi effettuati in passato (Celli, 1960) la biocenosi appare impoverita.

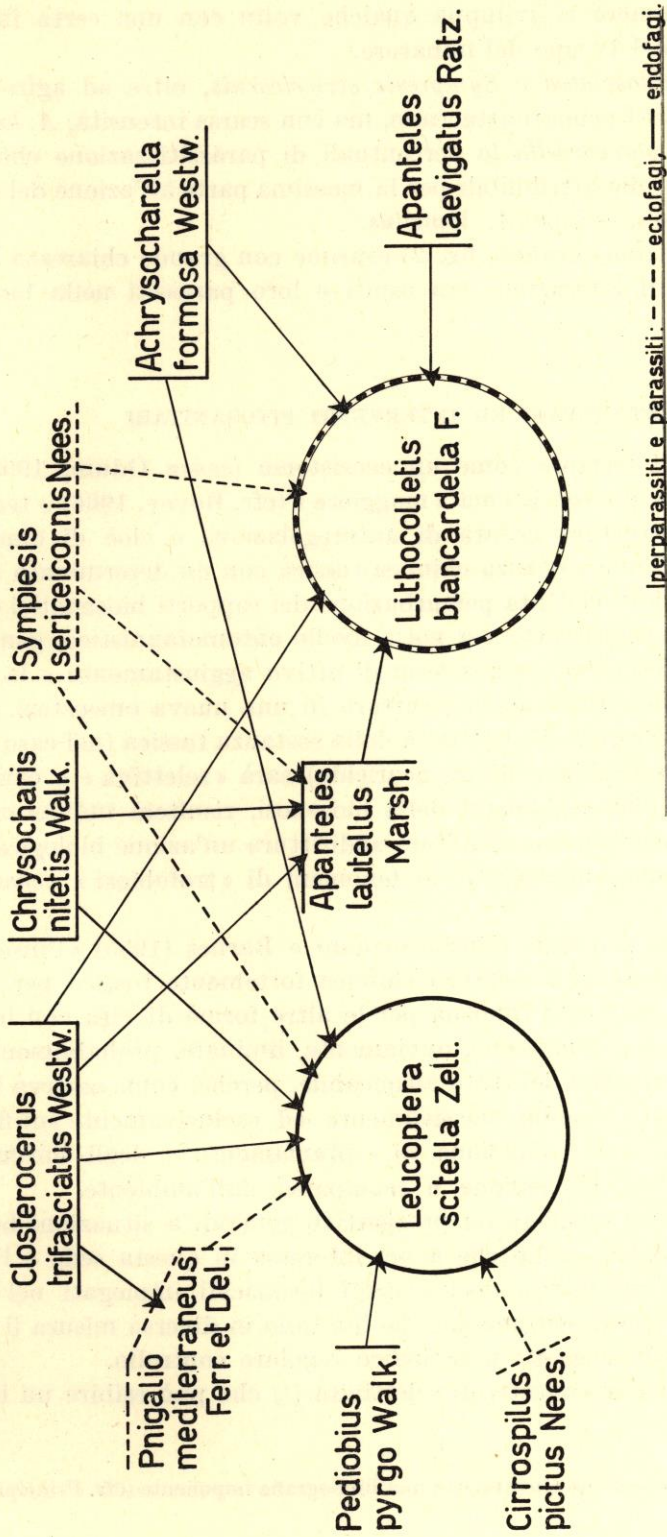


FIG. II.

Rappresentazione schematica dei molteplici rapporti intercorrenti tra ospiti, parassiti ed iperparassiti nel nostro frutteto sperimentale.

Achrysocharella formosa si sviluppa qualche volta con una certa intensità a danno di larve del 1° tipo del minatore.

Closterocerus trifasciatus e *Sympresis sericeicornis*, oltre ad agire debolmente come parassiti primari attaccano, ma con scarsa intensità, *A. lautellus*.

Anche per *L. blancardella* le percentuali di parassitizzazione che riporteremo in seguito sono attribuibili per la massima parte all'azione del suo parassita « principale », e cioè *A. lautellus*.

La rappresentazione grafica (fig. 2) esprime con grande chiarezza ed evidenza i rapporti di interazione tra ospiti e loro parassiti nella biocenosi.

ENTOMOFAGI ED INTERVENTI FITOSANITARI

Consideriamo il frutteto come un ecosistema (*sensu* Odum, 1953), più precisamente come un ecosistema « maggiore » (cfr. Bovey, 1966) e teorizziamolo come una struttura dotata di autoregolazione e cioè di omeostasi.

L'irrorazione di una sostanza chimica tossica con un determinato spettro di azione provoca una violenta perturbazione dei rapporti biocenotici dell'insieme, interessanti soprattutto per noi a livello entomofaunistico, generando una situazione intermedia e transitoria di attivo aggiustamento e la conseguente stabilizzazione finale della struttura in una nuova omeostasi. Quello che ci importa osservare è che l'attività della sostanza tossica (nel caso nostro si tratta di un insetticida o di un acaricida) sarà « selettiva » e cioè agirà negativamente su alcuni elementi della biocenosi, risulterà indifferente per altri, e per altri ancora potrà esercitare addirittura un'azione biologicamente favorevole (pensiamo, soprattutto, ai fenomeni di « trofobiosi », *sensu* Chaboussou, 1967).

Secondo quanto scrivono Wintheringham e Barnes (1955) « l'insetticida ideale dovrebbe essere una sostanza chimica fortemente tossica per il fitofago dannoso, ma del tutto innocua per le altre forme di vita con le quali entrasse in contatto », condizione, ovviamente, liminare, probabilmente mai verificata in pratica, e non del tutto auspicabile, perchè, come osserva Ripper (1956), tale prodotto agendo massivamente ed esclusivamente sul fitofago potrebbe originare una condizione di « affamamento » degli entomofagi, con conseguente loro dispersione e scomparsa dall'ambiente.

D'altra parte, per scendere da prospettive generali a situazioni ben più particolari e specifiche, quello che a noi interessa in questa sede è l'esame delle ripercussioni secondarie nocive degli insetticidi impiegati nel nostro frutteto sul complesso di entomofagi che limitano in diversa misura il pullulamento dei minatori soggetti a periodico regolare controllo.

Impiegheremo i due concetti di selettività ⁽¹⁾ che può esibire un insetti-

(1) Sulla selettività degli insetticidi esiste una bibliografia imponente (cfr. Principi, 1969).

cida, noti come « selettività ecologica » (di cui la « etologica » è un caso particolare) (Ripper e « altri », 1951) e « selettività fisiologica » (Winteringham, 1969). La « selettività ecologica » riguarda la possibilità o no di un insetticida di entrare in contatto con l'insetto dannoso e non con gli insetti utili che vogliamo risparmiare e salvaguardare; « la selettività fisiologica » si esprime, invece, in differenze della sensibilità osservate in varie specie che siano entrate in contatto con il composto tossico. Nel caso nostro, mancando assolutamente di dati riguardanti una eventuale sensibilità fisiologica differenziale manifestata dai parassiti dei minatori in rapporto ai pesticidi impiegati nel frutteto, ci riferiremo esclusivamente al primo tipo di selettività. La selettività ecologica di un insetticida può essere strettamente connessa a proprietà intrinseche del composto medesimo (per esempio il DDVP ha debole persistenza come deposito attivo sulle foglie — solo qualche ora: Briolini e Celli, 1968) oppure dipendere esclusivamente dal momento di impiego. Anche un insetticida a largo spettro di azione, quindi, usato in un momento invece che in un altro, rispetto a certi elementi del complesso entomofaunistico, può funzionare come selettivo.

Esaminiamo più particolareggiatamente i rapporti intercorrenti tra insetticidi, minatori e loro parassiti. Sembrerebbe, a prima vista, che i parassiti ectofagi dovessero essere più esposti degli endofagi all'azione dannosa degli antiparassitari, supposizione suffragata apparentemente dalle loro basse rappresentanze numeriche.

Tuttavia, se entriamo un po' più nel vivo della questione, giungiamo a conclusioni del tutto opposte. In primo luogo, il parassita ectofago è raggiungibile completamente dall'insetticida soltanto allo stato adulto; lo stato larvale, infatti, e quello pupale sono protetti all'interno della mina (protezione sopra tutto efficace se si tratta di uno pticonomio). La circostanza etologica per cui dette larve ectofaghe vivono a spese di vittime paralizzate — e quindi non più in grado di nutrirsi — permette poi lo stabilirsi di una situazione di « isolamento ecologico », impensabile per una larva endofaga immatura che il trofismo del suo ospite mantiene sempre in stretta connessione con l'ambiente ed espone al pericolo di morire in seguito all'avvelenamento dell'ospite stesso. Un parassita endofago, come *Apanteles lautellus*, infatti, è non soltanto raggiungibile direttamente dall'insetticida come adulto, ma anche il suo sviluppo larvale è sempre dipendente da quello della larva minatrice che lo ospita, per cui ogni infortunio di quest'ultima, come, per esempio, la morte indotta da ingestione di tessuto vegetale avvelenato da composti citotropici, comporta la liquidazione della larva endofaga, fenomeno più volte osservato ⁽¹⁾. *Chrysocharis nitetis*, che permette al suo ospite solo un breve periodo di esistenza attiva dopo la parassitizzazione, è esposta

⁽¹⁾ Si è proceduto, spesso, a dissezione in soluzione fisiologica di larve di *L. blancardella* morte dopo un intervento con DDVP.

per un tempo più breve ai pericoli legati al trofismo dell'ospite medesimo, ma, per converso, l'eliconomio offre meno garanzie di protezione dello pticonomio, ed ho talora osservato, dopo un trattamento, pupe morte del parassita nella mina.

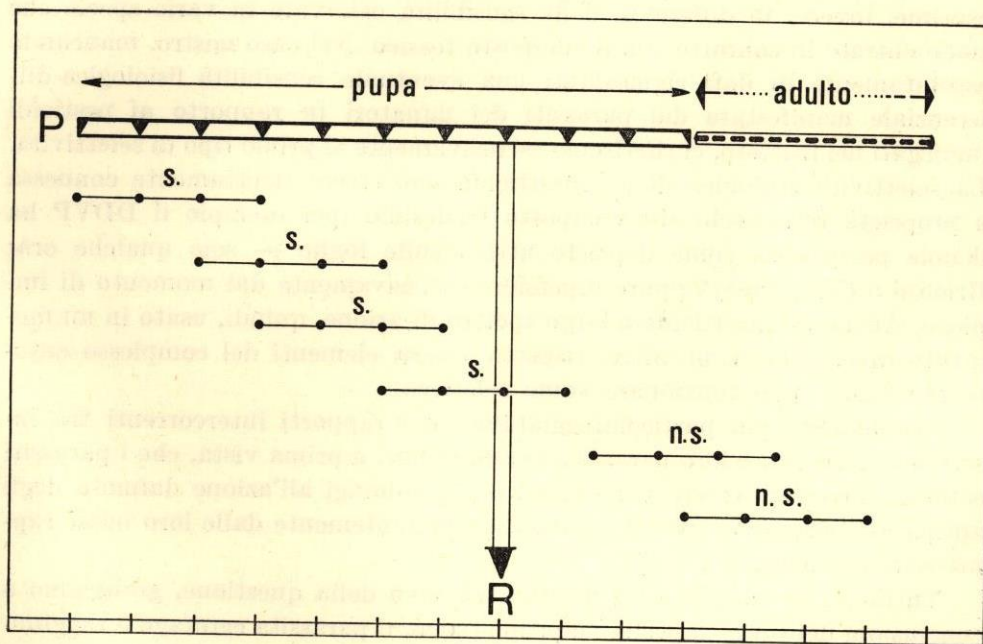


FIG. III.

Rappresentazione schematica dei rapporti intercorrenti tra stadio del parassita, momento dell'intervento e selettività ecologica esibita dall'insetticida. Supponiamo che la durata dello stadio pupale, all'interno della mina, del parassita *P* sia di 10 giorni. Supponiamo che un insetticida conservi la sua attività di contatto sulle foglie per 3 giorni. La linea *R* indica la soglia critica che divide due diversi momenti di intervento; a sinistra della linea, l'insetticida funzionerà come selettivo, *S*, a destra come non selettivo, *NS*.

Di solito, tuttavia, se il trattamento viene effettuato nel momento in cui la maggior parte dei parassiti si trova nel filonomio allo stato di larva matura o di pupa (caso, come vedremo in seguito, avvenuto nel giugno del 1964, soprattutto nella parcella A) non si verificheranno ripercussioni nocive di rilievo sull'entomofauna utile, a condizioni che:

- 1) l'insetticida usato perda in poche ore l'attività contatticida (esempio: DDVP) per cui alla loro fuoriuscita dalla mina, gli adulti dei parassiti non debbano camminare su foglie ancora ricoperte da depositi pericolosi.
- 2) l'insetticida ad azione di contatto prolungata venga sparso sulle foglie all'inizio della formazione delle pupe, per cui i composti tossici abbiano il tempo necessario a degradarsi in prodotti inoffensivi prima dello sfarfallamento degli entomofagi (cfr. la fig. 3).

Gli interventi insetticidi effettuati durante la massiva presenza del parassita allo stato adulto possono provocare delle autentiche « catastrofi ecologiche » e cioè falciare così gravemente le specie entomofaghe da non permetterne più, per quell'anno, la ripresa. Questa congiuntura, per esempio, lo vedremo più avanti, si verificò nella parcella A nel luglio del 1965, dove due trattamenti a base di DDT+Parathion e di Carbaryl, portati a termine in presenza degli adulti di *Apanteles lautellus*, compromisero gravissimamente le rappresentanze numeriche del braconide, la cui densità andò progressivamente diminuendo col progredire della stagione (contrariamente a ciò che di solito accade) (vedi tab. n. 7; fig. 5).

Proprio per cercare di colpire il meno possibile gli adulti di *A. lautellus* sarà sempre buona norma, quindi, impiegare insetticidi ad azione di contatto molto labile, tipo per l'appunto il DDVP ⁽¹⁾.

Ad ogni modo, benchè più esposti degli ectofagi all'azione dei fitofarmaci, i parassiti « principali » che controllano più o meno efficacemente le nostre due specie minatrici sono ambedue endofagi. La circostanza, per qualche aspetto paradossale, merita forse una o due considerazioni ai margini. Intanto, sia *Apanteles lautellus* che *Chrysocharis nitetis* manifestano, nei riguardi dei loro ospiti, una indubbia preferenza, e cioè sono dotati di una certa specializzazione, mentre tutte le altre specie parassite presenti risultano nel complesso abbastanza occasionali. Inoltre, la possibilità di reagire con una diminuzione di densità in stretta connessione con la diminuzione numerica dell'ospite a seguito di un trattamento, può essere considerata, in taluni casi, un vantaggio ecologico reciproco, dato che densità del parassita e densità dell'ospite divengono suscettibili di variare automaticamente insieme nello stesso senso ⁽²⁾.

Probabilmente esistono altre ragioni più raffinate, come differenze di fecondità (già supposte in base alle osservazioni pluriennali delle parassitizzazioni) o fenomeni di « selettività etologica », tutti problemi che ci riproiettiamo di prendere in esame in futuro.

MATERIALE E METODO. CONSIDERAZIONI GENERALI E PARTICOLARI

L'accertamento dell'entità reale della parassitizzazione delle successive generazioni annuali, quattro più precisamente, di *Leucoptera scitella* e di *Lithocolletis blancardella* deve fondarsi, oltre che, ovviamente, sulla cono-

⁽¹⁾ Purtroppo, attualmente (1970), l'efficacia di questo organofosforico su popolazioni di *L. blancardella* sembra essere notevolmente diminuita.

⁽²⁾ Supponiamo che venga effettuato un intervento che riduca enormemente il numero delle larve vive del fitofago, ma rispetti i parassiti. Potrà accadere che l'entomofago, presente in densità massiva, riduca a zero la rappresentanza numerica dell'ospite, ponendo le premesse per una tipica situazione di « affamamento ». Il pericolo è tanto più forte, quanto più i parassiti si presentino specifici o tendenzialmente specifici.

scienza della biologia dei due microlepidotteri medesimi, sulla conoscenza preliminare non troppo approssimativa del comportamento delle diverse specie entomofaghe che si evolvono a spese dei suddetti fitofagi e che li aggrediscono secondo varie modalità. Cercheremo di chiarire queste affermazioni con qualche esempio. Di solito *Achrysocharella formosa*, un Eulofide endofago poco diffuso nella nostra biocenosi, ma ben più attivo in altri ambienti e in rapporto ad altri ospiti (Boucek e Askew, 1969), completa il suo ciclo vitale su larve del primo tipo di *Lithocolletis blancardella* oppure su larve della stessa specie del 2° tipo appena metamorfosate, agli inizi della formazione dello pticonomio. È ovvio che se il prelievo e l'esame del materiale trascurano gli stigmatonomi, l'accertamento della parassitizzazione risulta incompleto, o per lo meno ci si pone nella condizione di non poter « valutare » *in toto* l'incidenza degli entomofagi nella limitazione del carico iniziale di infestazione posto sul tappeto dal fitofago. D'altra parte, spesso i parassiti endofaghi ci mettono di fronte alla necessità inversa, e cioè quella di effettuare tardivamente, nell'ambito dello sviluppo della generazione, il prelievo e l'esame del materiale. In effetti, esemplificando il discorso, possiamo dire che esista una parassitizzazione « reale » ed una parassitizzazione « apparente » e che il momento migliore per la valutazione sia quello in cui questi due termini coincidono, e cioè quello in cui tutti i parassiti in azione siano presenti in stadi visibili al microscopio. Il braconide *Apanteles lautellus*, per esempio, depone l'uovo nella larva di 1° tipo di *L. blancardella*. La larva parassitizzata continua a svilupparsi normalmente, senza essere, apparentemente, e cioè ad un esame sommario al microscopio, discriminabile dalle altre indenni. Solo quando la larva è diventata matura o si trasforma in crisalide il parassita fuoriesce dal corpo della vittima svuotato per impupare nello pticonomio. Fermo restando che la dissezione in soluzione fisiologica delle larve ospiti, una per una, pone delle difficoltà di tempo e di esecuzione notevoli, ove sopra tutto si tenga conto che, in ultima analisi, si aspira ad elaborare metodi calabili in futuro nella concreta pratica fitosanitaria, un corretto accertamento della parassitizzazione messa in atto da *A. lautellus* dovrà avere per oggetto di prelievo e di esame gli pticonomi, ed essere quindi portato a termine alla fine della generazione del minatore. Un esame precoce del materiale, mentre permette di valutare l'incidenza di *Achrysocharella formosa*, può suggerire un'assenza « apparente » del braconide, assenza che in realtà è una « presenza criptica » suscettibile di essere evidenziata da un esame più tardivo. Di solito, constatata la debole incidenza di *A. formosa* nella limitazione del nostro microlepidottero, i campionamenti (pur tenendo noi d'occhio costantemente gli stigmatonomi e gli pticonomi di fresca formazione) si sono orientati verso il prelievo degli pticonomi ultimati, effettuato alcuni giorni dopo la formazione delle crisalidi, in un momento, cioè, dove la parassitizzazione « reale » è quasi totalmente « apparente ». Nelle mine, allora, si rinvenivano crisalidi indenni dell'ospite e larve mature o pupe del braconide. L'accertamento dell'attività dell'Eulofide endofago *Chrysocharis nitetis*, il più attivo

parassita di *L. scitella*, fa insorgere analoghe difficoltà, complicate dal fatto che la larva sana del suo ospite, completato lo sviluppo, esce dal fillonomio e incrisalida sulle foglie (generazioni primaverili-estive) o sulla corteccia (generazione ibernante).

La circostanza etologica summenzionata ci ha suggerito di relazionare la percentuale di parassitizzazione non alle larve dell'ospite, ma al numero di mine della generazione in atto aperte al microscopio. Un prelievo precoce rischierebbe di non farci individuare le larve ospiti parassitizzate, soprattutto se sono presenti larve morte per ingestione di insetticidi, inizialmente nerastre e flaccide come quelle ospitanti gli ultimi stadi larvali dell'Eulofide. Un prelievo tardivo ci fa reperire mine vuote e pupe del parassita, spesso nessuna larva del minatore.

Per convenzione, quindi, nei prelievi ed esami tardivi del materiale, ogni fillonomio vuoto è stato da noi considerato alla stregua di una larva non parassitizzata. Al limite, questa convenzione, per essere sufficientemente aderente alla realtà, deve fondarsi su due presupposti:

a) che sia possibile discriminare le mine vuote della generazione in atto da quelle riferibili alle generazioni precedenti.

b) che le crisalidi dell'ospite non presentino alcun parassita che le aggredisca in tale stadio o che da tale stadio sfarfalli.

Riguardo al primo presupposto, possiamo affermare con una certa approssimazione che le mine prodotte dalle larve di una generazione in corso o appena ultimata si presentano di un bel colore marrone vivo, e sono turgide, mentre quelle delle generazioni precedenti appaiono di un colore marrone cupo, appiattite, spesso lacerate. Sovente, inoltre, le foglie che hanno ospitato più eliconomi dopo qualche tempo finiscono per cadere, evento cui consegue l'abbassamento sulla pianta della frequenza dei fillonomi vecchi. D'altra parte, riferendoci al secondo presupposto, le crisalidi di *L. scitella* hanno dimostrato, nel nostro frutteto, di ospitare dei parassiti solo raramente ed esclusivamente a carico delle crisalidi ibernanti, ragione per cui l'equivalenza mina vuota — larva sana sembra essere sufficientemente attendibile.

Le percentuali di parassitizzazione che riporteremo in seguito esprimono, di conseguenza, non il numero di larve parassitizzate su cento larve del fitofago esaminate, ma il numero di parassiti rinvenuti aprendo al microscopio cento mine della generazione in atto di *Leucoptera scitella*. Le percentuali sono state ottenute applicando la semplice formula:

$$\% = \frac{\text{numero totale di parassiti}}{\text{numero totale delle mine esaminate}} \times 100.$$

Per *Lithocolletis blancardella*, le cui larve incrisalidano nello pticonomio, onde avere costantemente valori numerici legittimamente comparabili con

quelli riferiti a *Leucoptera scitella*, si è impiegato lo stesso criterio, relazionando così i parassiti alle mine invece che alle larve o alle crisalidi dell'ospite.

Sarà di qualche utilità, a questo punto, affrontare il problema dei rapporti intercorrenti tra la valutazione corretta della parassitizzazione, direttamente connessa al momento del prelievo, la « soglia economica » del fitofago e la necessità di intervenire chimicamente ove detta soglia risulti raggiunta o superata. Come è ben noto, le larve dei minatori sono efficacemente controllabili con insetticidi citotropici a condizione che il trattamento venga effettuato su fasi precoci dell'infestazione, e quindi su stadi larvali di pochi millimetri di lunghezza, fermo restando che nel caso di *L. blancardella*, solo le larve di primo tipo offrono garanzie di suscettibilità significativa agli interventi. La valutazione della « soglia economica » deve quindi fatalmente avere per oggetto mine piccole e di conseguenza il giudizio sulla necessità o no di bloccare chimicamente l'infestazione sarà espresso in un momento in cui la parassitizzazione non ha ancora avuto inizio, oppure, se iniziata, è decisamente criptica, e cioè le larve parassitizzate dell'ospite non sono ancora discriminabili « a vista » da quelle sane. A ciò si potrà tentare di ovviare raccogliendo ed esaminando preferibilmente quelle larve del minatore che siano, fra tutte, le più avanti nello sviluppo, ma si perverrà sempre a dati largamente approssimati per difetto. D'altra parte bisogna che noi distinguiamo, tra le specie parassite che aggrediscono i nostri minatori, due modalità etologiche fondamentali che potremmo definire « azione immediata o differita ». I parassiti ad azione « immediata » sono gli ectofagi, che paralizzano la larva ospite, e la cui aggressione comporta una cessazione subitanea del danno, dato che viene ad essere inibita ogni attività trofica della vittima (esempio: *Cirrospilus pictus*, *Sympiesis sericeicornis*, ecc.).

I parassiti ad azione « differita » sono, invece, gli endofagi, la cui presenza all'interno del corpo della larva minatrice non ne arresta lo sviluppo e il trofismo, e quindi la parassitizzazione non comporta la cessazione del danno a carico della foglia, dato che la evoluzione del fillonomio prosegue per qualche giorno (*Chrysocharis nitetis*), oppure fino a compimento (*Apanteles lautellus*). In pratica, dunque, con parassiti che esibiscono questo secondo tipo di azione, se si vuole evitare il danno, l'intervento chimico, a raggiungimento della « soglia economica », dovrà essere effettuato anche se un esame raffinato riveli la « presenza criptica » di una forte parassitizzazione in atto.

Chiarisco meglio questo punto con un esempio: supponiamo che la raccolta degli stigmatonomi di *L. blancardella* e la successiva dissezione delle larve di primo tipo riveli che molte di esse ospitano stadi preimmaginali del braconide *A. lautellus*, e supponiamo del pari di essere di fronte a una fortissima infestazione e alla possibilità di una grave compromissione della chioma ove gli stigmatonomi si evolvano massivamente in pticonomi.

Se vorremo evitare il danno, malgrado la parassitizzazione in atto, non ci rimane che ricorrere all'intervento chimico.

Come abbiamo già detto poc'anzi, il nostro frutteto sperimentale è stato suddiviso in due parcelle, A e B, sottoposte a diverso regime fitosanitario. Mentre gli appezzamenti 1 e 2 furono oggetto di sporadiche osservazioni (il 3 fu abbandonato già nel 1965), nel 4 e 5 si effettuarono dei regolari periodici campionamenti, interessanti le piante dei 5 filari centrali di ogni appezzamento (fig. 1). Nel 1964 i prelievi furono svolti nella misura di 20 foglie minate per pianta a carico di tutte le 96 piante (48 per parte) dei due gruppi di filari, negli anni successivi (1965-66-67), invece, onde realizzare dati quanto più fosse possibile simultanei per i diversi elementi del campione, limitammo le raccolte delle 20 foglie a 25 + 25 piante, circa una sì ed una no delle 48 + 48 contrassegnate. Nel 1968-69, forti della esperienza acquisita, si è voluto semplificare ulteriormente le operazioni di accertamento della parassitizzazione e si raccolsero 2 campioni globali di 300 foglie ciascuno, prelevandole a caso sulle piante dei filari interessati.

I campionamenti dovrebbero essere effettuati in numero di 1 per ogni generazione del minatore e portati a termine nel momento migliore per accertare l'incidenza reale della parassitizzazione messa in atto dall'entomofago « principale ». Per esempio, nel caso della *Leucoptera scitella*, il prelievo del materiale deve mirare a stabilire in primo luogo l'attività di *Chrysocharis nitetis* e quindi la raccolta delle foglie minate avrà luogo alla fine della generazione del minatore, quando la maggior parte delle larve endofaghe è fuoriuscita dal corpo dell'ospite e si aggira o si è impupata nel fillonomio. Lo stesso dicasi per *Lithocolletis blancardella*, nel cui caso la presenza e l'incidenza di *Apanteles lautellus*, secondo quanto si è già detto, sono verificabili in particolar modo esaminando gli pticonomi, del tutto ultimati, del Gracilaride. Al limite, ripetiamo, un solo rilievo per generazione, fatto al momento giusto, dovrebbe risultare sufficiente a controllare l'attività dei parassiti, quindi 4 prelievi (+ 1 per *L. scitella* ove si voglia sondare la parassitizzazione a carico delle crisalidi ibernanti). In realtà, per costruire un quadro attendibile dell'evoluzione del rapporto ospite-parassiti nel tempo, abbiamo dovuto, specie nei primi anni, effettuare i prelievi con una frequenza assai maggiore, portando a termine per *L. scitella* ben 13 campionamenti nel 1964, 10 nel 1965, 7-8 negli anni successivi, mentre per *L. blancardella*, considerata soprattutto la saltuarietà delle sue infestazioni, nonchè il lento decorso del suo aumento di densità col progredire della stagione, i campionamenti sono stati meno numerosi, più precisamente 9, frequenza massima, nel 1965, da 2 a 5 negli altri anni. La difficoltà principale che incontriamo nello stabilire il momento più giusto per campionare risiede nel fatto che tale momento lo si può correttamente accertare solo campionando ed esaminando il materiale in laboratorio, per cui soprattutto nei primi anni è stata inevitabile una metodologia che prevedesse e procedesse per sondaggi e tentativi. Le foglie minate raccolte venivano introdotte, 20 alla volta, in sacchetti di politene gonfiati d'aria e così trasportate in laboratorio, dove le mine erano aperte al microscopio binoculare per gli opportuni esami e rilievi. I parassiti rinve-

nuti allo stato di larva in attività trofica sul corpo paralizzato della vittima (parassiti ectofagi) o, comunque allo stato di larva matura o di pupa, venivano lasciati nelle mina e la foglia relativa era introdotta in tubo di vetro con tappo di cotone idrofilo leggerissimamente inumidito. L'esame della parassitizzazione invernale, nel caso di *L. scitella*, è stato effettuato a carico delle crisalidi raccolte sulla corteccia, che venivano, una per una, in numero di 100 per parcella o per stazione di prelievo, dissezionate al microscopio, per accertare la presenza o no di larve o pupe endofaghe.

In caso affermativo gli stadi preimmaginali del parassita erano conservati in tubi di vetro e gli adulti raccolti allo sfarfallamento.

ANDAMENTO DELLE INFESTAZIONI ⁽¹⁾ E DELLE PARASSITIZZAZIONI DURANTE GLI ANNI DEI RILIEVI (1964-1969).

1. 1964 - (Tab. 7; fig. 4)

A) *Leucoptera scitella* Zell.

L'esame della distribuzione dei bozzoletti ellittici di *L. scitella* sulla corteccia delle piante alla fine dell'inverno ci permise di stabilire che l'infestazione era pressochè uniformemente ripartita nelle parcelle A e B del frutteto sperimentale. Da ambo le parti anche la parassitizzazione invernale era nulla.

Alla metà di maggio furono osservate le prime mine, di alcuni millimetri di diametro, nelle foglie della parte interna della chioma, modalità di infestazione tipica per la prima generazione del minatore, come già è stato osservato (cfr. Briolini e Celli, 1967). Verso la fine dello stesso mese un certo numero di larve del fitofago erano mature e sulle foglie comparivano già i caratteristici bozzoletti. La parassitizzazione risultò uguale a 0. Un altro campionamento, effettuato una decina di giorni più tardi, quando le larve, ultimato il loro sviluppo, avevano già abbandonato in massa i fillonomi per imbozzolare sulle pagine fogliari, rivelò la presenza di una debole parassitizzazione, leggermente più elevata nella parcella B. Non è forse azzardato presumere che la lieve flessione della parassitizzazione nella parcella A fosse stata provocata dai trattamenti con Metilparathion, con o senza olio bianco, che in tale parcella erano stati ripetutamente effettuati, mentre in B si era fatto

(1) Nel corso della nostra esposizione non riporteremo che raramente dei dati quantitativi sul decorso dell'infestazione degli ospiti. Dato che i nostri campionamenti hanno avuto per oggetto soltanto foglie minate, e in particolar modo foglie riccamente minate, i nostri indici, rispetto all'entità dell'attacco a carico dell'intero frutteto, risultano di gran lunga falsati per eccesso. A ogni modo, per chi volesse maggiori ragguagli, Briolini (1967) fornisce dati esaurienti sull'andamento delle infestazioni di *Leucoptera scitella*, negli anni 1964-65-66-67, sulle stesse piante da noi campionate. A proposito dei rapporti tra frequenza e intensità di un attacco parassitico alle foglie si consulti, per analogia, quanto scrivono Gallo e Baldacci (1945) riferendosi alle macchie peronosporiche (citato in Ferraris, 1948).

uso soltanto di arseniato di piombo, insetticida che offre entro certi limiti la possibilità di estrinsecare una selettività relativa o azione attenuata nei riguardi dei nostri parassiti. Al contrario, però, malgrado un'ulteriore irrorazione di Metilparathion (in data 17/6), la parassitizzazione nella parcella A crebbe lievemente in seguito, raggiungendo alla fine di giugno valori pressochè identici a quelli della parcella B, dove invece l'incidenza degli entomofagi era rimasta stazionaria. Se ne deduce che al momento dell'intervento le popolazioni parassite endofaghe in A dovevano essere principalmente allo stato di larva matura e di pupa, in stadi, cioè, che, come abbiamo avuto modo di constatare nel corso delle nostre ricerche pluriennali, eludono in alta percentuale le ripercussioni secondarie dannose dei trattamenti fitoiatrici.

Le prime mine della seconda generazione di *L. scitella* furono osservate nella terza decade di giugno. Ai primi di luglio la parassitizzazione appariva diminuita rispetto alla prima generazione, contrariamente a ciò che di solito avviene nelle biocenosi non perturbate da interventi insetticidi, in cui assistiamo al fenomeno di un costante incremento dei parassiti dei minatori polivoltini nel tempo. Più tardi, col progredire nello sviluppo dei rappresentanti della seconda generazione del fitofago, la parassitizzazione manifestò una ulteriore tendenza alla diminuzione, contingenza collegabile in A, ove ebbe luogo vistosamente, ai massicci interventi con Metilparathion e olio bianco, ma abbastanza misteriosa in B, dove la densità degli entomofagi riprese, però, lentamente quota più tardi, a opera soprattutto di endofagi di tardiva comparsa. Alla fine di luglio, infatti, nelle mine di *L. scitella*, per la quasi totalità abbandonate dalle larve mature indenni, erano reperibili delle pupe di parassita nella proporzione di una pupa ogni 52 mine aperte al microscopio (parassitizzazione 1,9%).

Nella parcella A, invece, la parassitizzazione era scesa a livelli ancor più trascurabili, e cioè un parassita ogni 118 mine dell'ospite (0,84%).

Alla fine della prima decade di agosto, le mine della 3^a generazione di *L. scitella* erano già evidenti sulle foglie, benchè, nella generalità, ancora molto piccole. Il campionamento (nel corso del quale si raccolsero principalmente le mine più avanti nello sviluppo) rivelò, soprattutto, io credo, a causa dell'esame anticipato, (la parassitizzazione, come sappiamo, aumenta e diviene più facilmente rilevabile verso la fine della generazione dell'ospite) una incidenza trascurabile degli entomofagi sulla densità del minatore, nel senso che, nella parcella A, era reperibile un parassita ogni 152 mine aperte al microscopio (0,65%), nella parcella B, invece, uno ogni 52 (1,6%), percentuale superiore ma sempre risibile e del tutto insufficiente a farci prevedere un attivo blocco dell'infestazione.

Fu deciso allora di intervenire nella parcella B con DDVP, fosfororganico citotropico ad azione di contatto molto labile (Briolini e Celli, 1968). Il trattamento fu effettuato il 10 agosto. L'insetticida ridusse enormemente la densità del minatore, portando l'infestazione a valori prossimi allo zero. Nella

parcella A, il microlepidottero, incompletamente controllato, continuò invece a diffondersi e a prosperare e, benchè falcidiati dagli insetticidi, i parassiti incrementarono costantemente la loro densità, raddoppiando in frequenza alla fine della 3^a generazione (era, infatti reperibile un parassita ogni 73 mine, 1,36%). Nella stessa data, un campionamento parziale delle larve sfuggite al trattamento nella parcella B, rivelava una enorme rarefazione degli entomofagi, in stretta connessione con la rarefazione dell'ospite (un parassita ogni 390 mine, pari a una percentuale di parassitizzazione del 0,25%).

La 4^a generazione di *L. scitella*, iniziata verso la metà di settembre, si protrasse per quasi tutto il mese di ottobre e si sviluppò con una certa intensità anche nella parcella B. In ambo le parcelle si assistè, comunque, a un incremento discreto della parassitizzazione. Nell'autunno inoltrato, infatti, la parassitizzazione era, nella parcella A, di un parassita ogni 2 mine (50%), nella parcella B di un parassita ogni 11 mine (9,9%).

B) *Lithocolletis blancardella*.

L'anno precedente (1963) il frutteto era stato fortemente infestato da *L. blancardella*, che, a un esame sommario da me effettuato nel tardo autunno e su un certo numero di foglie raccolte a caso nel frutteto, presentava una elevata parassitizzazione (80%).

Come era prevedibile, data la forte mortalità prodotta dagli entomofagi sulla popolazione del minatore, la densità di quest'ultimo l'anno successivo (1964) si mantenne debole in tutto il frutteto sperimentale, subendo, tuttavia, un lento incremento nel tempo. Nella prima decade di giugno furono osservate le prime mine del secondo tipo di *L. blancardella*, ma in condizioni di estrema rarefazione. Nel corso dell'estate la densità del fitofago restò così bassa da impedire qualsiasi comprensivo campionamento. Ad ogni modo gli pticonomi esaminati al binoculare, e talora anche gli stigmatonomi, hanno sempre rilevato una totale assenza di parassiti. Solo l'ultima generazione — molto tardivamente — raggiunse una densità suscettibile di campionamento, nonchè una certa parassitizzazione (ad opera esclusivamente di *Apanteles lautellus*), trascurabile nella parcella A (17 ottobre: un parassita ogni 245 mine, 0,40%; 13 novembre: un parassita ogni 216 mine, 0,46%), ma di una certa entità, benchè ancora lontana dalla possibilità di estrinsecare un efficace controllo, nella parcella B (17 ottobre: 1 parassita ogni 35 mine, 2,85%; 13 novembre: 1 parassita ogni 15 mine, 6,66%).

L'esame di questo materiale ci portò a concludere che il Braconide è in grado di parassitizzare le sue vittime anche nell'autunno avanzato, probabilmente nelle ore più calde del mese di ottobre.

TABELLA VII. - 1964. - Percentuali di parassitizzazione (riferite alle mine).

Data dei prelievi:	29/5	10/6	22/6	2/7	15/7	29/7	10/8	24/8	8/9	23/9	17/10	13/11
<i>L. scitella:</i>	0%	1,88%	3,03%	2,12%	1,26%	0,84%	0,65%	1,25%	1,36%	4,76%	33,33%	50%
Parcello A												
<i>L. blancar.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,40%	0,46%
<i>L. scitella:</i>	0%	3,03%	3,03%	2,3%	1,4%	1,9%	1,6%	—	0,25%	0,36%	10%	9,09%
Parcello B												
<i>L. blandar.:</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,85%	6,66%

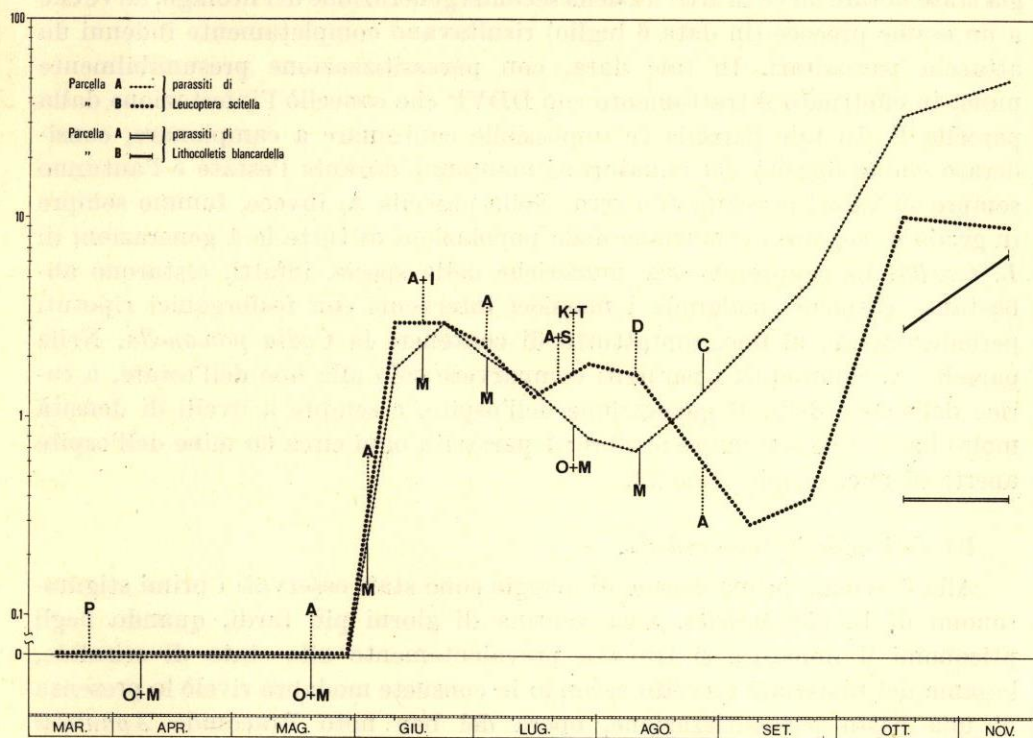


FIG. IV.

1964. Rappresentazione grafica dell'andamento delle parassitizzazioni nelle parcelle A e B del frutteto sperimentale (vedi tabella n. 6). Il primo valore si riferisce alla parassitizzazione invernale. Simboli: O + M = olio + Metilparation; M = Metilparathion; C = Carbaryl; P = Poliolfuro di calcio; A = Arseniato di piombo; A + I = Arseniato di Piombo + Isolano; A + S = Arseniato di piombo + Solfato di nicotina; K + T = Kelthane + Tedion; D = DDVP. (Per le dosi di impiego consultare la tabella n. 1).

2. 1965 — (Tab. 8; fig. 5)

A) *Leucoptera scitella* Zell.

L'esame della parassitizzazione invernale rivelò nel frutteto sperimentale ma soltanto nella parcella B e a bassissime densità (5%), la presenza di *Pediobius pyrgo*, specie di cui parleremo più diffusamente in seguito. Le mine della prima generazione, ancora molto piccole, furono osservate verso la fine del mese di maggio. Una decina di giorni dopo, il campionamento permetteva di accertare, sia nella parcella A che in quella B, una totale assenza di parassiti. Un secondo campionamento, effettuato nella terza decade di giugno sempre a carico della 1^a generazione del minatore (presenti principalmente larve mature e crisalidi) confermava la situazione precedente. Intanto erano già state notate larve in attività della seconda generazione del fitofago, larve che a un esame precoce (in data 6 luglio) risultavano completamente indenni da attacchi parassitari. In tale data, con parassitizzazione presumibilmente nulla, fu effettuato il trattamento con DDVP che cancellò l'infestazione dalla parcella B. In tale parcella fu impossibile continuare a campionare, considerato che la densità del minatore si mantenne durante l'estate e l'autunno sempre su valori prossimi allo zero. Nella parcella A, invece, fummo sempre in grado di seguire l'evoluzione delle popolazioni di tutte le 4 generazioni di *L. scitella*. Le rappresentanze numeriche della specie, infatti, restarono abbastanza cospicue, malgrado i massicci interventi con fosfororganici ripetuti periodicamente, al fine, soprattutto di contenere la *Cydia pomonella*. Nella parcella A, comunque, i parassiti comparvero solo alla fine dell'estate, a carico della 3^a e della 4^a generazione dell'ospite, e sempre a livelli di densità molto bassi (fine settembre-ottobre: 1 parassita ogni circa 60 mine dell'ospite aperte al microscopio, 1,65%).

B) *Lithocolletis blancardella*.

Alla fine della prima decade di maggio sono stati osservati i primi stigmatonimi di *L. blancardella*. Una ventina di giorni più tardi, quando negli pticonimi il minatore si trovava prevalentemente allo stato di crisalide, l'esame del materiale raccolto secondo le consuete modalità rivelò la presenza di una bassa parassitizzazione, opera del ben noto Braconide *Apanteles lautellus*, di cui erano reperibili all'interno della mina i caratteristici bozzolotti. Tale incidenza dei parassiti aveva valori simili in ambo le parcelle e si aggirava grosso modo, su 1 parassita ogni 40 mine aperte al microscopio (2,5%). Il Braconide si mantenne egualmente attivo nelle due parcelle per tutto il mese di giugno. Nella parcella B, dopo il trattamento con DDVP effettuato nei primi giorni di luglio, si notò una brusca flessione della parassitizzazione, che riprese quota soltanto in settembre. Nella parcella A, la massima rappresentanza numerica del Braconide fu rilevata alla fine di luglio. In seguito — fenomeno del tutto aberrante rispetto alla evoluzione consueta

dell'attività dei parassiti, che tende ad intensificarsi nella tarda estate e nell'autunno — si assiste, benchè l'infestazione dell'ospite fosse in ascesa, a una rarefazione progressiva degli entomofagi. La caduta di densità di *A. lautellus* in A è presumibilmente conseguenza di due interventi insetticidi, ambedue effettuati quando nel frutteto il parassita — come ho potuto osservare — si trovava allo stato di adulto, e cioè in condizioni di particolare vulnerabilità. Si tratta dell'intervento a base di DDT + Parathion, effettuato in data 23 luglio, e dell'intervento a base di Carbaryl, effettuato in data 6 settembre. Nei periodi immediatamente precedenti a tali date, gli adulti del Braconide erano stati osservati in attività sulle foglie e gli insetticidi in questione devono averli gravissimamente falciati. Il DDT, il Carbaryl e il Parathion sono, infatti, come è noto, prodotti ad azione perniciosa e prolungata sulla entomofauna utile, in grado quindi di originare ripercussioni secondarie nocive a lunga scadenza.

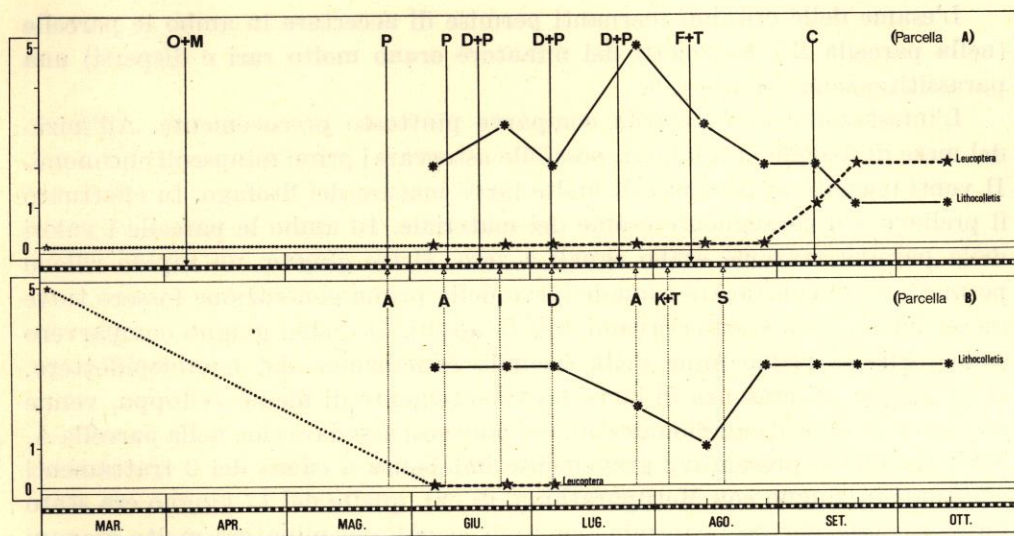


FIG. V.

1965. Rappresentazione grafica dell'andamento delle parassitizzazioni nelle parcella A e B del frutteto sperimentale (vedi tabella n. 7). Il primo valore si riferisce alla parassitizzazione invernale. Simboli: O + M = Olio bianco + Metilparathion; P = Parathion; D + P = DDT + Parathion; F + T = Fac + Tedion; C = Carbaryl; A = Arseniato di piombo; I = Isolano; D = DDVP; K + T = Kelthane + Tedion; S = Solfato di nicotina. (Per le dosi di impiego consultare la tabella n. 2).

Nella parcella B, la parassitizzazione autunnale era pure risibile, ma più alta di circa il doppio che in A. Tuttavia, un esame delle crisalidi ibernanti del minatore, portato a termine nel mese di novembre, rivelava una discreta mortalità delle crisalidi medesime che apparivano nere, rinseccolite, spesso mummificate, ad opera, credo, di un agente microbiologico sconosciuto.

TABELLA VIII. — 1965. — Percentuali di parassitizzazione (riferite alle mine).

Data dei prelievi:	6/6	24/6	6/7	27/7	13/8	28/8	10/9	20/9	13/10
<i>L. scitella</i> :	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,83%	1,65%	1,65%
Parcella A									
<i>L. blancardella</i> :	2,5%	2,63%	2,38%	4,76%	3,33%	1,66%	1,66%	1,23%	1,21%
Parcella B									
<i>L. scitella</i> :	0%	0%	0%	—	—	—	—	—	—
<i>L. blancardella</i> :	2,63%	2,63%	2,60%	1,66%	1,04%	2,7%	2,85%	2,63%	2,5%

3. 1966 — (Tab. 9; fig. 6)

A) *Leucoptera scitella*.

L'esame delle crisalidi ibernanti permise di accertare in ambo le parcelle (nella parcella B i bozzoletti del minatore erano molto rari e dispersi) una parassitizzazione eguale a 0.

L'infestazione di *L. scitella* comparve piuttosto precocemente. All'inizio del mese di maggio era, infatti, possibile osservare i primi minuscoli eliconomi. Il venti maggio, in presenza di molte larve mature del fitofago, fu effettuato il prelievo e il conseguente esame del materiale. In ambo le parcelle i valori della parassitizzazione erano eguali a zero. Il tre giugno, un rapido rilievo permetteva di constatare come le larve della prima generazione fossero tutte incrisalidate. Non si osservavano voli di adulti. Il dodici giugno comparvero sulle foglie le prime mine della seconda generazione del microlepidottero. Il 24 giugno, in presenza di larve prevalentemente di medio sviluppo, venne portato a termine il campionamento e si poté così assodare che, nella parcella A, l'infestazione si presentava gravemente indebolita a causa dei 2 trattamenti effettuati in giugno con Metilparathion, di cui, quello del 17 giugno era stato fortuitamente portato a termine su stadi larvali del minatore molto giovani e quindi molto suscettibili. In rapporto con l'infestazione, che stentava a prendere quota, la parassitizzazione in A risultava assente, mentre in B cominciavano a comparire i primi entomofagi, benchè ancora a livelli di notevole rarefazione (1 parassita ogni 100-120 mine aperte al microscopio, 0,98%; 0,81%). Il 4 luglio, nella parcella B, scattò la « soglia economica » e divenne necessario effettuare un trattamento a base di DDVP contro le larve ormai prevalentemente in avanzato sviluppo della 2^a generazione del minatore.

L'intervento fu portato a termine probabilmente in presenza di molte larve mature e forse di qualche crisalide, stadi che eludono in gran parte la azione degli insetticidi e tuttavia il fosfororganico riuscì lo stesso a diminuire enormemente il carico biotico del microlepidottero. Il 1^o agosto sono state osservate le prime mine della 3^a generazione del nostro fitofago. Il 16 agosto

si effettuò un campionamento, ma solo nella parcella A; nella parcella B l'infestazione in atto era così bassa da non permettere significativi prelievi e tale rimase fino all'autunno. Nella parcella A si notarono invece i primi parassiti (1 parassita ogni 100-130 mine aperte al microscopio). Alla fine di settembre e in ottobre la parassitizzazione in A delle larve di 4^a generazione del minatore crebbe rapidamente fino a raggiungere valori del 10% (1 parassita ogni 10 mine aperte al microscopio binoculare).

B) *Lithocolletis blancardella*.

A causa probabilmente della mortalità naturale delle crisalidi ibernanti del fitofago, osservata l'anno precedente, l'infestazione si mantenne inizialmente piuttosto bassa in ambo le parcelle. Le prime mine furono osservate verso la fine di maggio, ma così rare e disperse da impedire ogni comprensivo prelievo. Il primo campionamento fu effettuato in autunno, a carico delle larve e crisalidi della 4^a generazione del fitofago, che a fine stagione era riuscito a realizzare buoni livelli di densità. Il 21 settembre, *L. blancardella* presentava una parassitizzazione di rilievo in ambo le parcelle, ma più elevata in B (1 parassita ogni 2 mine aperte al microscopio, 50%) che in A (ove tale rapporto era, invece, di 1 a 6, 16,66%). In ottobre l'incidenza del Braconide, presente in modo esclusivo come specie, cresceva ulteriormente facendo registrare valori di 1 parassita ogni 4 mine (25%) in A e di 2 parassiti ogni 3 mine (66%) in B.

La parassitizzazione, nell'autunno del 1966 era quindi riuscita a ridurre considerevolmente il potenziale biotico dell'infestazione, autorizzandoci a prevedere per l'anno successivo una bassa densità (almeno per le generazioni primaverili-estive) del minatore nel frutteto.

TABELLA IX. — 1966. — Percentuale di parassitizzazione (riferite alle rime).

Data dei prelievi:	20/5	24/6	4/7	16/8	6/9	21/9	7/10
<i>L. scitella</i> :	0%	0%	0,55%	0,97%	0,76%	1,69%	10%
Parcella A							
<i>L. blancardella</i> :	—	—	—	—	—	16,66%	25%
<i>L. scitella</i> :	0%	0,98%	0,81%	—	—	—	—
Parcella B							
<i>L. blancardella</i> :	—	—	—	—	—	50%	66%

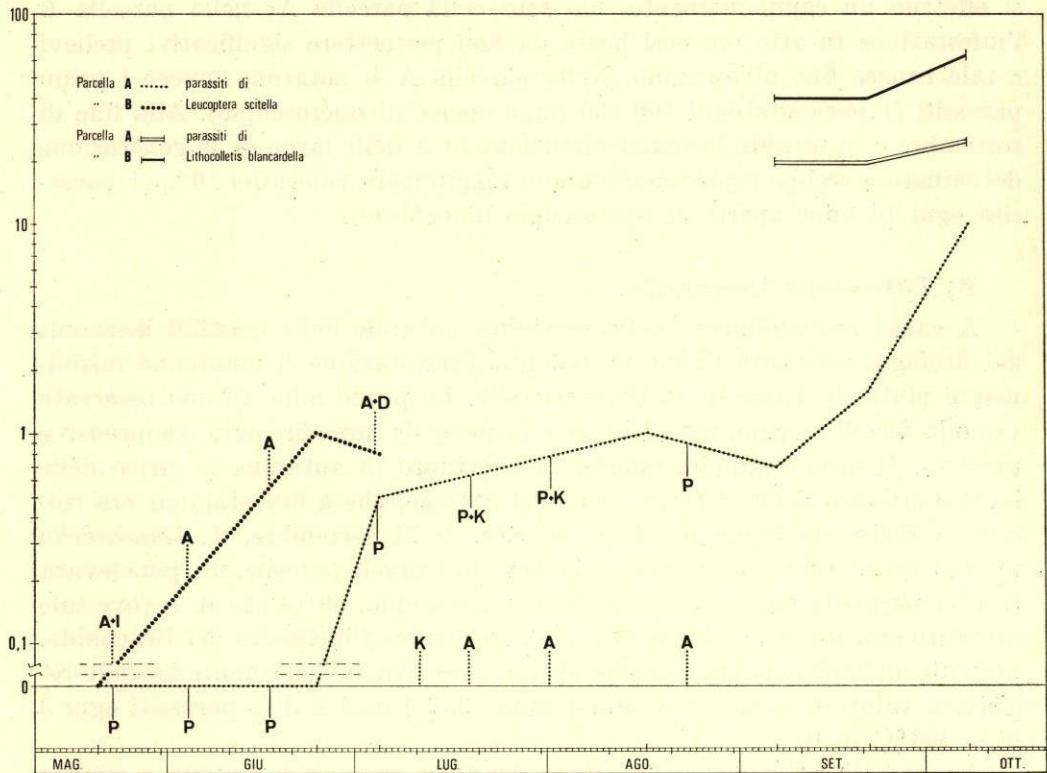


FIG. VI.

1966. Rappresentazione grafica dell'andamento delle parassitizzazioni nelle parcelle A e B del frutteto sperimentale (vedi tabella n. 8). Simboli: A + I = Arseniato di piombo + Isolano; A = Arseniato di piombo; A + D = Arseniato di piombo + DDPV; K = Kelthane; P = Parathion; P + K = Parathion + Kelthane. (Per le dosi di impiego consultare la tabella n. 3).

4. 1967 - (Tab. 10; fig. 7)

A) *Leucoptera scitella*.

I rilievi condotti sulle crisalidi ibernanti rivelarono che in ambo le parcelle la parassitizzazione presentava valori eguali a 0. Negli ultimi giorni della seconda decade di maggio furono osservate le mine, molto piccole, della prima generazione del minatore. Alla fine del mese, un campionamento permetteva di appurare la totale assenza di larve parassitizzate in tutto il frutteto sperimentale. Verso la metà di giugno, larve molto piccole della seconda generazione furono osservate in ambo le parcelle. Nella terza decade dello stesso mese cominciarono a comparire dei parassiti, sia in A che in B, ma a bassissimi livelli di densità. La 2^a generazione del minatore non era, tuttavia, così numericamente rappresentata da destare preoccupazioni. Un secondo campionamento effettuato in presenza di larve mature e crisalidi, rivelò un debole incremento della parassitizzazione, soprattutto nella parcella B

(1 parassita ogni 90 mine, 1,11%, contro 1 parassita ogni 180 mine, 0,53%, della parcella A). Agli effetti del contenimento dell'infestazione, tuttavia, la parassitizzazione in ambo le parcelle si presentava, come si vede, risibile. Il 10 agosto, in presenza delle mine ancora molto piccole della 3^a generazione venne effettuato il trattamento con DDVP che portò l'infestazione a bassissime rappresentanze numeriche. Nella parcella B non fu più possibile, a causa dell'estrema rarefazione del fitofago, effettuare prelievi regolamentari. In settembre-ottobre si raccolsero e si esaminarono per 2 volte, a distanze di tempo simili, due campioni ridotti costituiti da 100 foglie minate. Nella parcella A, invece, l'infestazione e la parassitizzazione crebbero costantemente. I parassiti raggiunsero in ottobre, a spese della 4^a generazione del minatore, valori cospicui (1 parassita ogni 2 mine aperte al microscopio, 50%, contro 1 parassita ogni 20 mine, 5%, che presentava il materiale incompleto raccolto in B).

B) *Lithocolletis blancardella*.

Come era logico aspettarsi, data la buona parassitizzazione a carico della generazione ibernante del minatore osservata, nell'autunno del 1966, sopra tutto in B, l'infestazione di *L. blancardella* si mantenne, durante la primavera e l'estate del 1967, piuttosto bassa (in A gli adulti, certo più numerosi, subirono probabilmente una dispersione su tutta l'area del frutteto) raggiungendo livelli di densità suscettibili di campionamento solo con la 4^a generazione e cioè nel tardo autunno. Nella prima decade di ottobre la parassitizzazione in A risultava di 1 parassita ogni 41 mine (2,43%) in B di 1 parassita ogni 92 mine (1,08%).

TABELLA X. - 1967 - Percentuali di parassitizzazione (riferite alle mine).

Data dei prelievi:	31/5	28/6	27/7	21/8	15/9	7/10
<i>L. scitella</i> :	0%	0,4 %	0,53%	1%	2,5%	50%
Parcella A						
<i>L. blancardella</i> :	—	—	—	—	—	2,43%
Parcella B						
<i>L. scitella</i> :	0%	0,44%	1,11%	—	0% (1)	5%(1)
<i>L. blancardella</i> :	—	—	—	—	—	1,08%

(1) Campione di sole 100 foglie.

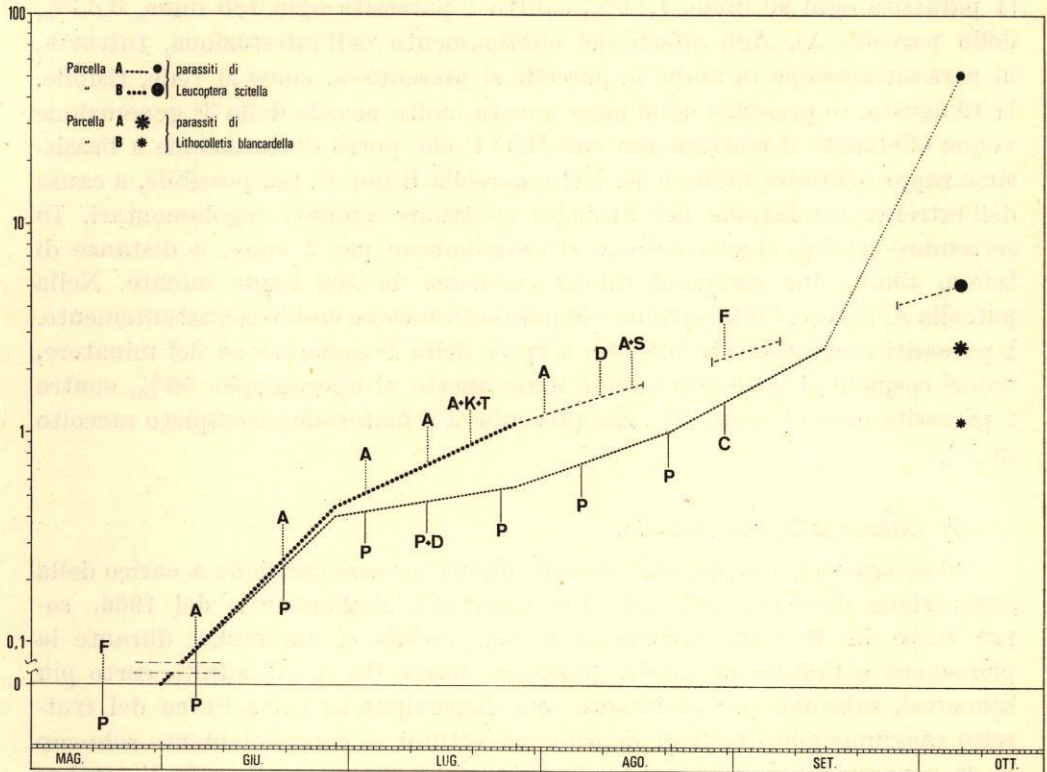


FIG. VII.

1967. Rappresentazione grafica dell'andamento delle parassitizzazioni nelle parcelle A e B del frutteto sperimentale (vedi tabella n. 9). Simboli: P=Parathion; F=Fosfamidone; A=Arseniato di piombo; P+D=Parathion+DDVP; A+K+T=Arseniato di piombo+Kelthane+Tedion; D=DDVP; A+S=Arseniato di piombo+Solfato di nicotina. (Per le dosi di impiego consultare la tabella n. 4).

5. 1968 - (Tab. 11; fig. 8)

A) *Leucoptera scitella*.

In ambo le parcelle la parassitizzazione delle crisalidi ibernanti risultò eguale a 0. Agli inizi di maggio vennero osservati sulle foglie i minuscoli eliconomi della prima generazione di *L. scitella*. Nella seconda decade del mese, un campionamento rivelava, sia in A che in B, una totale assenza di parassiti; un altro rilievo molto tardivo, effettuato sulle mine ormai completamente abbandonate dalle larve mature della prima generazione del fitofago ci permise di raccogliere un certo numero di pupe di parassita ⁽¹⁾ (1 pupa ogni 122 mine, 0,85%, in A, contro 1 pupa ogni 80 mine, 1,25%, in B). Verso la fine del mese di giugno furono osservate le prime mine della 2^a generazione. L'infestazione raggiunse ben presto in B i valori della soglia

(1) Si trattava di pupe di *Chrysocharis nitetis*.

economica, per cui in data 3 luglio fu effettuato il trattamento con DDVP che provocò, come sempre, una elevatissima mortalità delle larve. In B la densità di *L. scitella* riprese lentamente quota nell'autunno a opera della 3^a e soprattutto della 4^a generazione, ma l'incidenza dei parassiti si mantenne bassa (valore massimo in ottobre; 1 parassita ogni 43 mine aperte al microscopio, 2,32%). In A la parassitizzazione crebbe costantemente col procedere della stagione (valore massimo in ottobre: 1 parassita ogni 19 mine aperte al microscopio, 4,76%).

B) *Lithocolletis blancardella*.

Agli inizi di maggio vennero osservati, in certo numero, gli stigmatonomi della prima generazione del minatore. Verso la metà del mese erano già presenti molti pticonomi; tutto faceva prevedere una notevole infestazione estivo-autunnale. La parassitizzazione, inoltre, era nulla in ambo le parcelle. Verso la metà del mese di giugno, un campionamento effettuato sugli pticonomi della 1^a generazione, vuoti oppure ospitanti crisalidi, e sugli stigmatonomi della 2^a generazione già presenti, rivelava, a carico dei primi, la presenza di *A. lautellus* in densità inconsuete data la stagione non avanzata, particolarmente nella parcella B (5,55%), mentre in A la percentuale di parassitizzazione era inferiore (1,16%). Negli stigmatonomi furono reperite alcune pupe di *Achrysocharella formosa*. Il trattamento con DDVP bloccò l'ascesa dei parassiti in B, mentre in A continuarono ad aumentare. A ogni modo, in B, l'infestazione riprese quota a opera della terza e della quarta generazione e, in rapporto all'aumento progressivo di densità dell'ospite, si verificò in tutto il frutteto sperimentale un incremento imponente della parassitizzazione, che raggiunse in ottobre valori di 1 parassita ogni 5 mine aperte al microscopio (20%) in A e di 1 parassita ogni 2 mine aperte al microscopio in B (50%).

TABELLA XI. — 1968. — Percentuali di parassitizzazione (riferite alle mine).

Data dei prelievi:	22/5	17/6	10/7	12/8	9/9	9/10
<i>L. scitella</i> :	0%	0,85%	1%	2%	2,5 %	4,76%
Parcella A						
<i>L. blancardella</i> :	0%	1,26%	2%	11,11%	20%	16,66%
<i>L. scitella</i> :	0%	1,25%	—	—	1,51%	2,32%
Parcella B						
<i>L. blancardella</i> :	0%	5,55%	—	20%	50%	50%

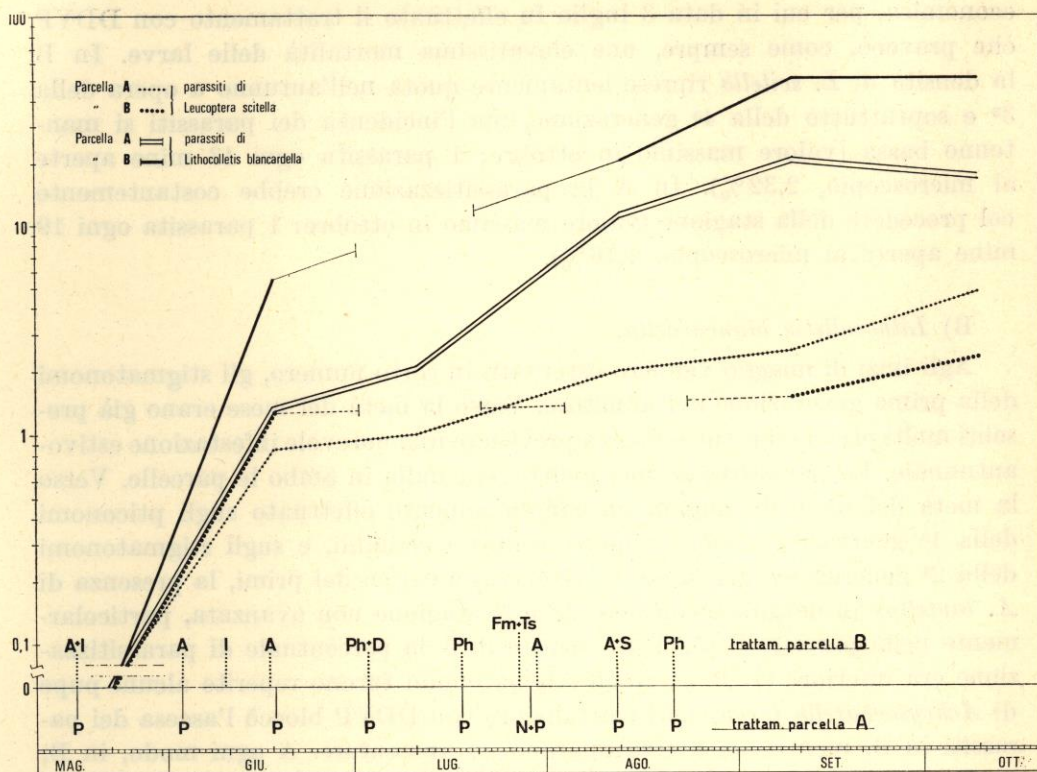


FIG. VIII.

1968. Rappresentazione grafica dell'andamento della parassitizzazione nelle parcelle A e B del frutteto sperimentale (vedi tabella n. 10). Simboli: A + I = Arseniato di piombo + Isolano; P = Parathion; I = Isolano; A = Arseniato di piombo; Ph + D = Fosalone + DDVP; Ph = Fosalone; Fm + Ts = Formamidina + Tricicloesil idrossido di stagno; N + P = N-Metil (1naftil)monofluoroacetamide + Parathion; A + S = Arseniato di piombo + Solfato di nicotina; (Per le dosi di impiego consultare la tabella n. 5).

6. 1969

A) *Leucoptera scitella*.

Alcuni campionamenti sommari effettuati sulla 3^a e sulla 4^a generazione in settembre-ottobre rivelarono una totale assenza di infestazione in B, e una discreta infestazione, scarsamente parassitizzata (valore massimo 1 parassita ogni 110 mine aperte al microscopio) in A.

B) *Lithocolletis blancardella*.

A causa dell'intensa parassitizzazione a carico della generazione ibernante da noi verificata nell'autunno avanzato dell'anno precedente, la densità del minatore si mantenne bassa (i parassiti risultarono pressochè assenti) e subì, come al solito un certo incremento a opera soprattutto dell'ultima generazione scarsamente parassitizzata (valori simili a quelli riportati per *L. scitella*).

La situazione faceva prevedere che una forte infestazione si sarebbe verificata l'anno seguente nel frutteto (1).

IBERNAMENTO DEGLI ENTOMOFAGI. PARASSITIZZAZIONE INVERNALE DI *Leucoptera scitella* NEL FERRARESE.

Gli entomofagi parassiti presenti nella nostra biocenosi svernano in diversi stadi e secondo varie modalità. Superano l'inverno come larva matura all'interno della mina, alcuni degli Eulofidi endofagi: *Achrysocharella formosa*,

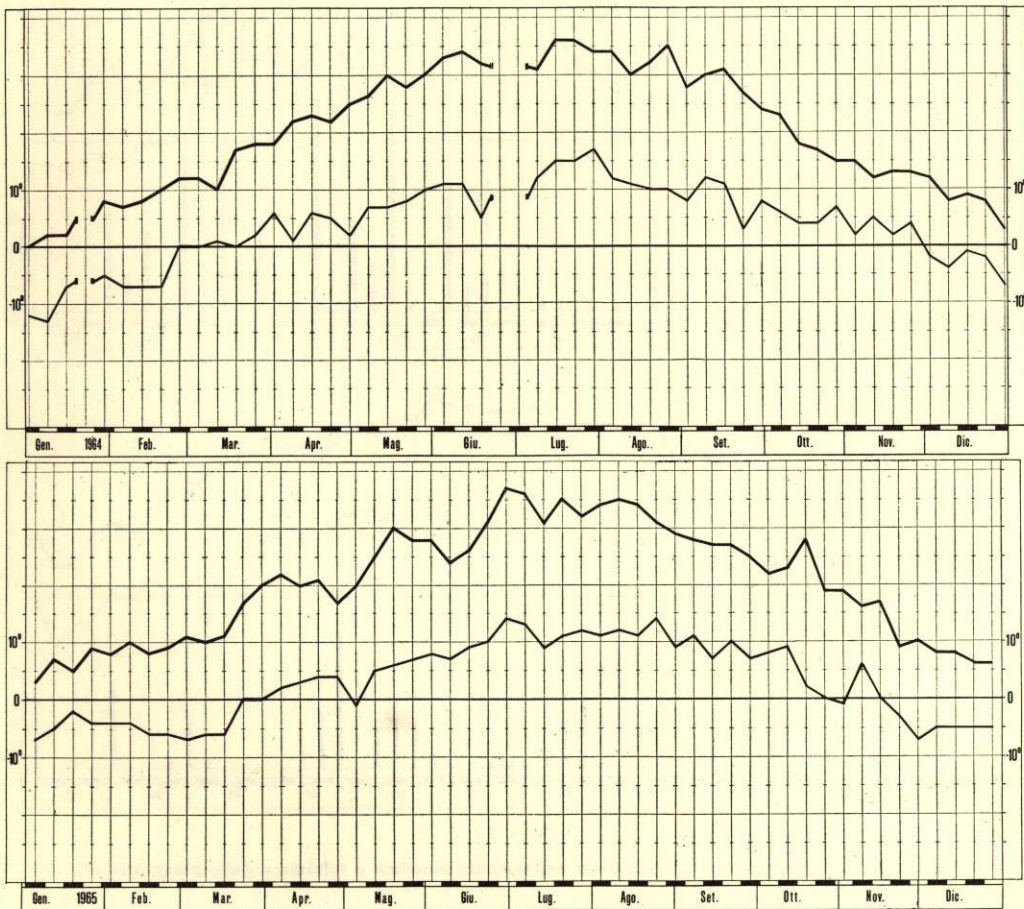


FIG. IX.

1964, 1965. Rappresentazione grafica delle temperature massime e minime.

(1) Infestazione che, attualmente, è in corso (1970).

Chrysocharis nitetis, ed ectofagi: *Cirrospilus pictus*. Altri Calcidoidei ectofagi svernano nella mina, ma allo stato di pupa ancorata al supporto: *Pnigalio mediterraneus*, *Sympiesis sericeicornis*. *Pediobius pyrgo* si trova in inverno, allo stato solitamente di pupa, ma talora anche di larva matura, dentro la crisalide dell'ultima generazione di *L. scitella*. Del pari, *Closterocerus trifasciatus* può superare i rigori invernali allo stato di larva matura nella pupa svuotata di *P. mediterraneus*. I Braconidi, *Apanteles lautellus* e *A. taevigatus*

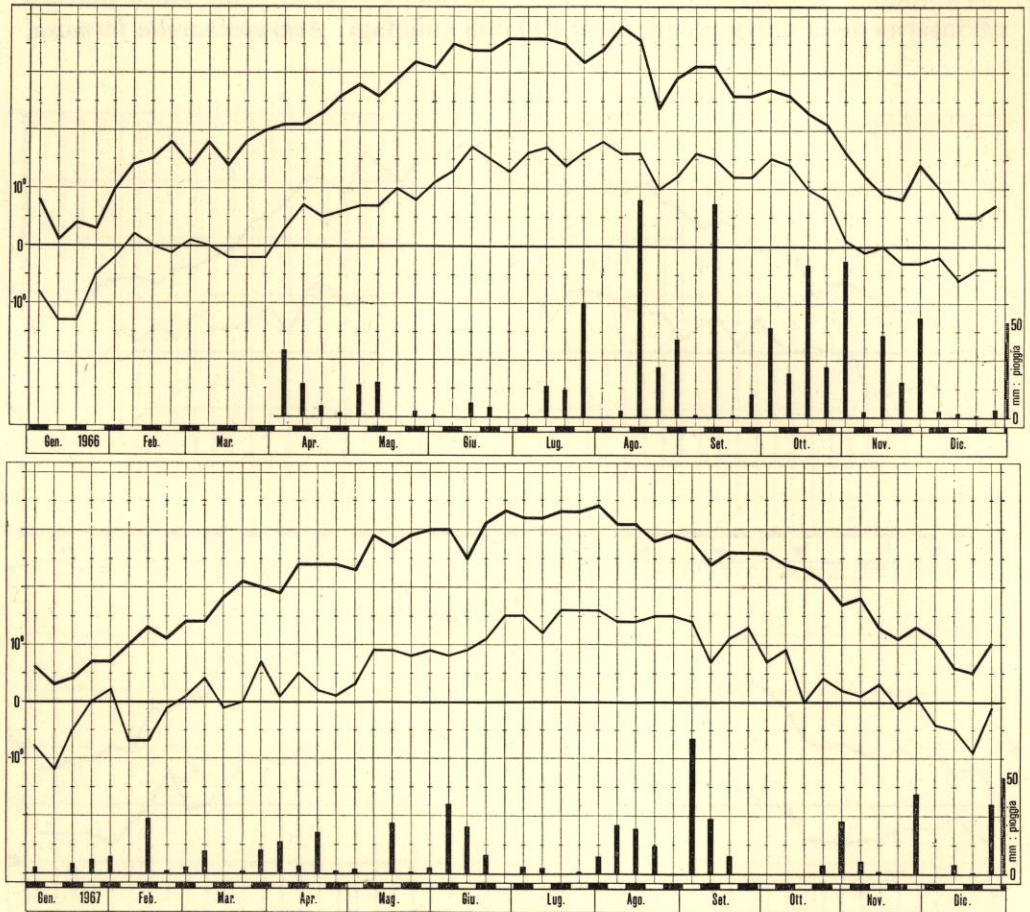


FIG. X.

1966, 1967. Rappresentazione grafica delle temperature massime e minime e delle precipitazioni.

presumo superino l'inverno come adulti, forse nello pticonomio; in laboratorio i parassiti sfarfallano all'inizio della stagione invernale anche a temperatura ambiente e, come abbiamo veduto, *A. lautellus* è attivo persino nel mese di ottobre contro larve tardive della quarta generazione di *L. blancardella*.

Soprattutto per i parassiti ibernanti allo stato larvale nel fillonomio, come già altrove ho notato (Celli, 1967), le mortalità invernali sono elevate, tanto

più elevate quanto più la mina si lacera, si distacca, lasciando un foro rotondo, oppure la foglia si sbricioia, circostanze tutte particolarmente frequenti nel caso di piante non trattate, su cui insetti e, in particolar modo, acari Tetranychidi si sono sviluppati indisturbati riducendo a malpartito i tessuti fogliari. Si potrebbe affermare, infatti, che le larve di *C. nitetis* ibernano meglio in quei frutteti ove il regime fitosanitario sia stato regolare, o per lo meno non troppo trascurato. Certo, da alcune osservazioni condotte nell'inverno del 1964-65, larve mature della specie summenzionata fatte ibernare fuori dal fillonomio, tra terra umida e foglie secche, presentavano punte acute di mortalità (90%), mentre lasciate all'interno delle mine (le foglie erano conservate dentro un cristallizzatore con il fondo ricoperto di terriccio inumidito e le mine, aperte al binoculare, erano state richiuse con una sottile sutura di cera) le mortalità si aggiravano sul 40-50%.

La modalità etologica di *L. scitella*, che va a svernare come crisalide racchiusa in un bozzolletto ellittico, in talora imponenti ammassi pluristratificati, sulla corteccia delle piante infestate, ha sempre sollecitato, visto la facilità di raccogliere il materiale, le indagini sull'accertamento della parassitizzazione invernale.

Già più di un decennio fa, Zangheri e Ravelli (1957) in una loro memoria sulla biologia del minatore, mettevano in luce una attiva parassitizzazione invernale ad opera di un Eulofide Tetrastichino, *Tetrastichus amethystinus* (il *T. pospyelovi*, sembra non essere parassita di *L. scitella*; tutte le segnalazioni sarebbero riconducibili, dunque, alla specie *amethystinus*: cfr. Domenichini, 1964-65). Più tardi, Ciampolini (1959), esaminando del materiale proveniente da un frutteto del ferrarese non sottoposto l'anno precedente a interventi fitoiatrici, rilevava percentuali di parassitizzazione invernale ad opera di *T. amethystinus* aggirantisi sul 90-95%. Celli (1960), prelevando durante l'inverno materiale da frutteti limitrofi fortemente infestati dal minatore, trovò, a sua volta, che il Tetrastichino era l'unica specie parassita presente dentro le crisalidi dell'ospite, e verificò percentuali di parassitizzazione molto più basse rispetto a quelle riportate dal precedente Autore, ma non trascurabili (9%). In seguito, la specie parassita, per cause che non hanno ancora trovato neppure delle ragionevoli ipotesi, subì una improvvisa rarefazione, cui seguì la sua subitanea scomparsa da tutto il ferrarese, cosa che determinò un vero e proprio « vuoto ecologico ». Già nel 1963 le crisalidi di *L. scitella*, come segnalavano gli Autori (Celli e Ugolini, 1963), in vari frutteti non presentavano più alcun parassita. Si decise così di effettuare dei prelievi a vasto raggio per accertare la reale entità della parassitizzazione invernale in tutto l'areale di più intenso pullulamento (grosso modo rappresentato dai frutteti del bolognese e del ferrarese) di *L. scitella*.

Nell'inverno del 1964-65, (Briolini, Celli e Giunchi, 1967), si effettuarono delle raccolte in 10 stazioni, provvedendo poi ad esaminare, mediante dissezione al microscopio binoculare, 100 crisalidi per stazione del minatore per un numero complessivo di 1000 crisalidi. I risultati furono che in 8 sta-

zioni la parassitizzazione risultò uguale a 0; in due stazioni, invece, furono rinvenute delle pupe ibernanti all'interno dello stadio crisalidale dell'ospite. Si trattava di un Eulofide Entedontino, il *Pediobius pyrgo*. Questo endofago, nel meridione, è il più attivo parassita di *L. scitella* (Russo e Viggiani, 1963), mentre in Emilia la specie, nuova per il ferrarese, era stata segnalata come rara nel padovano (Zangheri e Ravelli, 1957), con il nome, caduto in sinonimia, di *Rhopalotus substigosus* Thoms. Una delle due stazioni di prelievo, ove la specie fu rinvenuta, era costituita dalla parcella B del nostro frutteto.

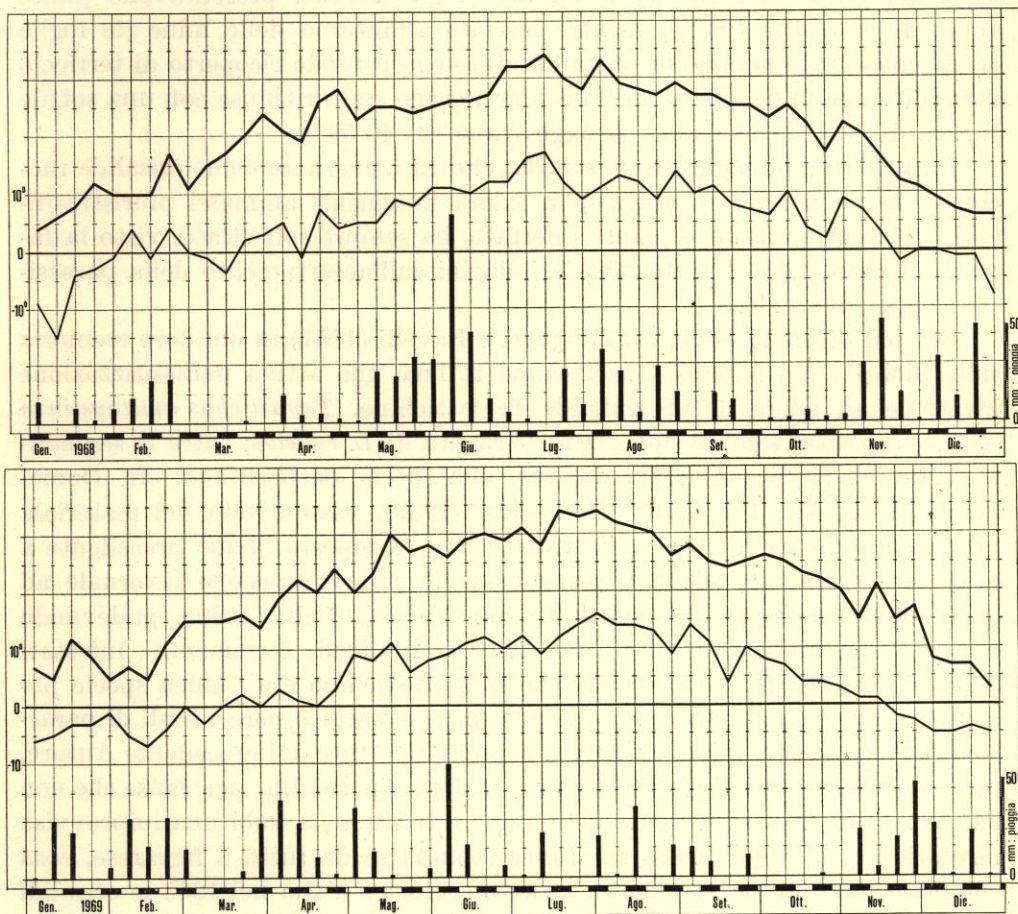


FIG. XI.

1968, 1969. Idem come nella fig. X.

In seguito, negli inverni del 1966-67 e del 1967-68, i prelievi furono estesi (cfr. Sabbatani, 1967-68) a numerose altre stazioni, più precisamente 27, e si poté così su più larga scala verificare, da un lato, la definitiva scomparsa dalla biocenosi di *T. amethystinus* e d'altro lato la fase di attiva diffusione e moltiplicazione di *P. pyrgo*, specie che attualmente si direbbe stia

occupando il vuoto ecologico lasciato dal Tetrastichino. Infatti, l'esame degli stadi ibernanti del minatore, permise di accertare che su 27 stazioni di prelievo, il *P. pyrgo* era presente in 14 e che la percentuale di parassitizzazione poteva raggiungere, in alcuni casi, valori prossimi al 30%. Circo-

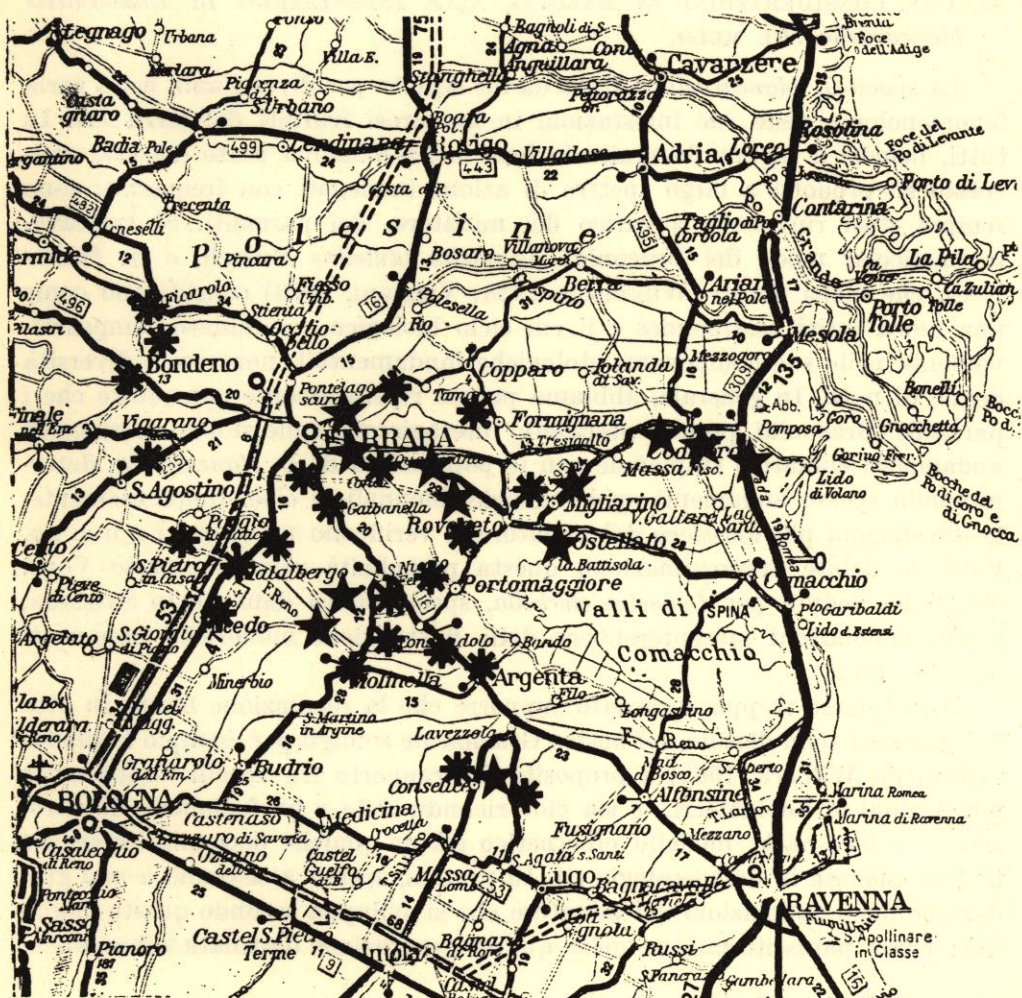


FIG. XII.

Nella cartina sono indicati tutti i frutteti visitati almeno una volta negli inverni 1964-65; 1966-67; 1967-68. Le stazioni di prelievo in cui fu trovato il *P. pyrgo* sono indicate con la stella. In tutte le altre (simbolo a raggiera) la parassitizzazione invernale risultò eguale a zero. (I dati sono stati ricavati da BRIOLINI CELLI, GIUNCHI, 1967; SABBATANI, 1967-68).

stanza degna di nota, il parassita attacca per ora soltanto le crisalidi dell'ultima generazione di *L. scitella*, e non è reperibile in quelle delle generazioni primaverili-estive. Ricordiamo, a questo riguardo, che la specie, attiva come parassita e come iperparassita, è estremamente polifaga (Boucek e Askew,

1969). Altro fatto curioso è stato la sua scomparsa dalla parcella B del nostro frutteto sperimentale, ove fu rinvenuto, ma a basse densità (5%), soltanto nell'inverno 1964-65, e non più negli anni seguenti (fig. 12).

ALCUNE CONSIDERAZIONI IN MARGINE ALLE INFESTAZIONI DI *Lithocolletis blancardella* SUL MELO.

La specie *L. blancardella* è stata da me seguita per diversi anni nella varia fenomenologia delle sue infestazioni in numerosi frutteti del ferra rese. In tutti, benchè il regime fitosanitario fosse nella massima parte dei casi articolato su prodotti a largo spettro di azione impiegati con frequenza, sono sempre stati rinvenuti, a carico del minatore, dei parassiti. Si trattava, in particolar modo dei Braconidi *Apanteles lautellus* Marsch, e *A. bicolor* Nees, che molti autori (Wilkinson, 1938; Viggiani, 1963) considerano come una unica entità tassinomica e il cui ciclo biologico, esaminato comparativamente nelle sue componenti etologiche fondamentali, non rivela diversità degne di nota. In generale, abbiamo potuto ripetutamente constatare che i parassiti (Braconidi, preminentemente) interagiscono sullo sfondo di un certo andamento climatico stagionale con le popolazioni di *L. blancardella*, determinando spesso andamenti epidemiologici biennali, e cioè, frequentemente, le infestazioni più massicce del minatore si verificano un anno sì e uno no. Fatte le debite approssimazioni, questa periodicità ricorda quanto Vogel (1958) ha veduto per *Lyonetia clerkella*, specie molto dannosa in Svizzera, le cui popolazioni presenterebbero delle fluttuazioni numeriche imponenti ogni 5-7 anni.

Non è forse troppo azzardato supporre che la regolazione messa in atto dai parassiti sulla densità del nostro Gracilaride somigli per esempio a quanto veduto da Wilbert (1962) a proposito del rapporto fra uccelli insettivori e popolazioni di Lepidotteri, e sia cioè riconducibile a un fenomeno di retroazione o feed-back, modello cibernetico già da qualche decennio, impiegato fruttuosamente in demoecologia ⁽¹⁾. In pratica, spesso assistiamo a una gradazione delle popolazioni del minatore che si sviluppa secondo queste modalità: bassa parassitizzazione della quarta generazione destinata a ibernare →

(1) Leggiamo a questo proposito (LATIL, 1953): « in una certa regione del Canada settentrionale, le volpi non si nutrono che di conigli e i conigli non hanno altri nemici importanti che le volpi. Ci troviamo di fronte a una oscillazione attorno a un punto di equilibrio che non è stato mai trovato. Per quattro anni dominano i conigli e per altri quattro le volpi. Essendo numerose, le volpi divorano tanti conigli da farne scomparire la specie quasi completamente e poi, non avendo più nulla da mettersi sotto i denti, cominciano a loro volta a deperire e a morire. A questo punto i pochi conigli superstiti, non avendo più nemici, ricominciano a moltiplicare; ma contemporaneamente si risolvono anche le sorti delle volpi che rimaste in poche trovano abbondanza di nutrimento. È proprio il caso di un regolatore mal regolato che impazzisce ».

anno successivo: imponente e progressivo aumento di densità del minatore favorito dalla rarefazione dei parassiti → l'elevata densità dell'ospite esalta progressivamente la moltiplicazione dei Braconidi che, a carico della quarta generazione, realizzano nell'autunno altissime percentuali di parassitizzazione → anno successivo: dispersione dei parassiti, infestazione bassa con lento incremento nell'estate → la bassa densità dell'ospite non favorisce la comparsa dei parassiti → la bassa parassitizzazione favorisce l'incremento numerico dell'ospite → autunno: l'infestazione ha ripreso quota, ma è debolmente parassitizzata → anno successivo: forte infestazione nel frutteto e il ciclo ricomincia. Nel 1963, il Consorzio Agrario di Ferrara ci fece pervenire nella terza decade di luglio ben sedici comprensivi campioni di foglie infestate da *L. blancardella*. Provenivano da frutteti situati attorno a Ferrara (3 a Copparo, 1 a Malborghetto - si trattava di materiale raccolto negli appezzamenti destinati a diventare il nostro frutteto sperimentale -, 3 a Bondeno, 2 a San Nicolò, 2 a Portomaggiore, 4 a Tresigallo, 1 a Massafiscaglia).

I campioni esaminati rivelarono discrete parassitizzazioni (20% circa) a opera esclusivamente di Braconidi. In seguito, cioè nell'autunno, si effettuarono in dodici dei sedici frutteti dei prelievi e degli esami a carico degli pti-conomi della quarta generazione del minatore, verificando progressi imponenti nell'attività degli entomofagi (le percentuali oscillavano tra i 70-90%). L'anno dopo furono visitati i frutteti a più elevata parassitizzazione e si rilevò in otto di essi una debole infestazione di *L. blancardella*. Nell'autunno, il minatore aveva aumentato la sua densità, ma la parassitizzazione non superava il 10%. L'anno successivo visitai in agosto solo sei delle stazioni di prelievo, ma in tutte mi trovai in presenza di una forte infestazione di *L. blancardella* in atto. Anche a Malborghetto, nel nostro frutteto sperimentale, abbiamo grosso modo assistito a una oscillazione biennale nell'infestazione del nostro Gracilaride. (1963: forte infestazione; 1964: bassa infestazione; 1965: forte infestazione; 1966: discreta infestazione; 1967: bassa infestazione; 1968: forte infestazione; 1969: bassa infestazione; 1970: forte infestazione). Ovviamente il feed-back può in taluni casi non funzionare efficacemente e ciò a causa del fatto che il rapporto di dinamica interazione tra le popolazioni dell'ospite e dei suoi parassiti può essere perturbato da interferenze ecologiche (epidemie, andamento climatico sfavorevole, ecc.) o più precisamente antropiche (uso di antiparassitari) che alterano gli stadi successivi di « aggiustamento » del fenomeno funzionando a favore o a sfavore delle popolazioni minatrici, oppure delle popolazioni entomofaghe. Faccio alcuni esempi: abbiamo già detto che nel 1965 dei trattamenti con Parathion, DDT, Carbaryl, falciarono duramente le popolazioni entomofaghe presenti al momento dell'intervento come adulti, rarefacendone enormemente le rappresentanze numeriche. La infestazione non elevata che l'anno successivo presentò *L. blancardella* non fu dovuta alla regolazione esercitata dai parassiti, ma piuttosto a una epidemia opera di un ente microbiologico rimasto sconosciuto, che provocò nell'autunno una forte mortalità delle crisalidi destinate a iber-

nare. Senza un esame al microscopio del materiale avremmo potuto credere che il feed-back avesse funzionato, mentre invece i parassiti erano quasi assenti. Certe volte poi, ove il minatore, in presenza di condizioni favorevoli, d'ordine forse non soltanto climatico, ma di cui ora non possiamo dire nulla, riesca partendo da basse densità a realizzare precocemente un buon livello di infestazione, l'isteresi del feed-back può diminuire e la regolazione divenire efficiente nell'autunno dell'anno medesimo. Si avrammo così due anni successivi di infestazione non elevata come è stato nel 1966 e nel 1967 a Malborghetto. A ogni modo, fermo restando il concetto che le troppe variabili in gioco non ci permettono quasi mai di costruire teorie del tutto e sempre calabili nella pratica e tanto meno di formulare sicure inferenze, pensiamo che un accertamento della parassitizzazione delle crisalidi della quarta generazione di *L. blancardella* destinate a ibernare possa fornirci un importante elemento di previsione riguardo alle possibili infestazioni che possono verificarsi l'anno successivo.

Facciamo notare, inoltre, che le possibilità regolatrici, presunte sul parametro della percentuale di parassitizzazione a carico dell'ultima generazione dell'ospite, andranno valutate tenendo conto che *L. blancardella*, che, come è noto, supera la cattiva stagione all'interno degli pticonomi delle foglie cadute al suolo, presenta elevate mortalità invernali ⁽¹⁾, per cui l'incidenza dei parassiti andrà sempre considerata in stretta connessione con quest'altro fattore limitante della densità del nostro fitofago, fattore a sua volta, come la parassitizzazione, variabile di anno in anno.

È anche possibile che le gradazioni da me osservate possano inquadarsi in una fluttuazione pluriennale ciclica di più vasta portata.

« SOGLIA ECONOMICA », DENSITÀ DEI MINATORI, PARASSITIZZAZIONE.

Come abbiamo veduto nel corso di questa memoria, la parassitizzazione (il discorso è valido soprattutto per *L. scitella*, ma conserva una pregnanza fenomenica anche per *L. blancardella* e per tutti gli altri minatori che ho avuto agio di osservare), la parassitizzazione, ripeto, tende a crescere col progredire della stagione, o per meglio dire col succedersi cronologico delle quattro generazioni del minatore, in ultima analisi col progressivo aumento di densità dell'ospite. Ovviamente la massima incidenza dell'attività dei parassiti si verificherà nell'autunno a patto che le popolazioni del minatore non siano state catastroficamente debilitate nell'estate da interventi chimici riusciti.

In realtà, l'incremento dei parassiti rispetto a quello dell'ospite risulta

(1) Più volte da masse imponenti di materiale fatto ibernare in campo dentro sacchetti di garza, in condizioni presumibilmente molto simili a quelle naturali, non ho ottenuto che un numero irrisorio di adulti del microlepidottero.

« sfasato » e cioè, per usare una terminologia mediata da Huffaker e Kennet (1969), potremmo affermare che gli entomofagi agiscano secondo la modalità di una « reazione numerica ritardata ». C'è un momento, insomma, in cui l'aumento di densità del fitofago supera la « soglia economica », mentre la densità dei parassiti sta ancora prendendo lentamente quota. Il fenomeno, per popolazioni minatrici, non è certo nuovo. Si veda, ad esempio, una analoga « sfasatura » osservata da Oatman (1959) in una sua ricerca sul controllo naturale di un Dittero Agromizide (*Liriomyza pictella* Thoms.), che scava fillonomi in piante di Melone. C'è un momento dell'estate ove, scrive Oatman, « la popolazione del minatore sorpassa grandemente quella dei suoi parassiti ». Per *L. scitella* tale « momento », in cui la « soglia economica » viene raggiunta e superata, coincide, secondo quanto abbiamo potuto constatare nella parcella B, con la comparsa sulle foglie delle mine della seconda (1965, 1966, 1969) o della terza (1964, 1967, 1968) generazione del minatore. La prima e la seconda generazione di *L. scitella* sono scarsamente parassitizzate (1); con la terza inizia l'espansione, la diffusione e la moltiplicazione dei parassiti che raggiungono di frequente alte rappresentanze numeriche a spese delle larve della quarta generazione dell'ospite. Il feed-back messo in azione dai parassiti onde ridurre le popolazioni del minatore entro limiti di densità compatibili con la mutua sopravvivenza delle specie componenti la biocenosi, funziona a densità superiori a quelle della « soglia economica », livello di infestazione convenzionale e arbitrario.

Briolini (1967, 1970) ha stabilito che la « soglia economica », raggiunta la quale il trattamento chimico diviene indispensabile, si aggira su 2 o 3 larve viventi per foglia. Fermo restando le difficoltà che l'accertamento della parassitizzazione presenta all'inizio della generazione dell'ospite, e anche l'incidenza degli entomofagi nei riguardi di una possibile limitazione del danno in corso, le nostre osservazioni ci hanno permesso di osservare che l'attività dei parassiti diviene rilevante ad alti livelli di densità. Per esempio, rilievi condotti nella parcella A, fortemente infestata nell'autunno del 1967, ci permettevano di assodare che, per raggiungere, in data 7/10 una percentuale di parassitizzazione del 50% era stata necessaria una densità di ben 5-6 larve vive per foglia a opera della quarta generazione (2). Quindi la soglia

(1) Abbiamo già altrove suggerito (CELLI, 1967) che l'assenza o la rarefazione degli entomofagi nel nostro frutteto in primavera sia dovuta al disperdersi dei parassiti alla ricerca di altri ospiti più precoci e a più elevate densità (Es.: *Messa hortulana* Klug.), alle alte mortalità invernali e ad altre cause che, attualmente, sono oggetto di indagine.

(2) 1967, 10 ottobre, parcella A: mine 2420/ campione (20 foglie × 25 alberi campionati). $2420/500 = 4,8$ larve per foglia; 1 parassita ogni 2 mine aperte al binoculare = 50% di parassitizzazione.

Altro esempio: 1964, 17 ottobre, parcella A: mine 2514/ campione (20 foglie × 25 alberi campionati).

$2514/500 = 5,02$ larve per foglia; 1 parassita ogni 3 mine circa = 33% di parassitizzazione.

di densità « utile » perchè il feed-back cominci a funzionare con una certa intensità, ha un valore che è il doppio circa di quello stabilito da Briolini come « soglia economica ». Tra questi due livelli di densità viene a collocarsi il cosiddetto danno economico.

Considerazioni simili possono essere fatte per *L. blancardella*, la cui « soglia economica », tuttavia, deve ritenersi presumibilmente più alta di quella di *L. scitella*. Il minatore, benchè fortemente dannoso in certe annate nel ferrarese, non ha mai destato grosse preoccupazioni nel nostro meieto sperimentale, e non ha ancora mai richiesto interventi specifici.

CONCLUSIONI

Scrivono Huffaker e Kennet (1969) che è facile trovare parassiti o predatori capaci di ridurre densità elevate dell'ospite, ma che soltanto i buoni entomofagi impediscono all'ospite stesso di realizzare tali elevate densità.

I parassiti che abbiamo veduto in azione contro i minatori nella nostra biocenosi non possono essere considerati, *sensu stricto*, dei fattori di controllo ottimali, in quanto non riescono a frenare l'infestazione dei loro ospiti al di sotto della « soglia economica », circostanza che rende ineluttabile l'intervento chimico. Tuttavia, spesso, sopra tutto nel caso di *L. blancardella*, l'incidenza della parassitizzazione autunnale è notevole e va di conseguenza considerata, con l'andamento climatico, uno degli elementi principali che regolano, negli anni, la densità del minatore.

Inoltre, come ha messo in rilievo Briolini (1967), il trattamento effettuato con DDVP contro *L. scitella*, alle dosi prescritte, può provocare una mortalità quasi totale delle larve, condizione che prelude ovviamente, alla scomparsa dei parassiti, uccisi dall'insetticida o conseguentemente dispersi per affamamento. Si è pervenuti così, più volte, alla situazione paradossale per cui la parcella A, sottoposta a un regime fitosanitario basato su insetticidi ad azione massiva (usati, però, con una certa approssimazione dato che l'impiego non dipendeva da campionamento ma da semplici sommarie osservazioni visuali), presentava, come conseguenza di una più frequente sopravvivenza di larve minatrici, percentuali di parassitizzazione più alte che nella parcella B, ove erano impiegati, sì, dei prodotti ad azione selettiva o attenuata, ma in cui il trattamento specifico contro i minatori, effettuato al momento giusto e con il prodotto più efficace, ne portava quasi a zero le rappresentanze numeriche.

Potrà essere interessante, in seguito, studiare una forma di intervento che mantenga il fitofago sotto la « soglia economica », senza ridurre troppo drasticamente le popolazioni e favorendone la risalita di densità autunnale. Nell'autunno, epoca in cui il problema del danno alla chioma non si pone più, in presenza di elevate rappresentanze numeriche del fitofago, i parassiti potranno esplicare a pieno la loro attività incidendo più o meno intensamente

sulla densità del loro ospite. Una circostanza molto simile si è, per caso, imperfettamente verificata, nella parcella B del frutteto sperimentale nel corso del 1964, ove abbiamo assistito a una ripresa della infestazione autunnale di *L. scitella* e, correlativamente, alla comparsa di una discreta popolazione entomofaga (10% di parassitizzazione). Si tratterà, quindi, in futuro, di perfezionare le modalità di impiego e di attuazione di questo modello operativo. Inoltre, se (cfr. Principi, 1969), lo sfruttamento degli entomofagi, nell'ambito di un programma di lotta integrata, deve prevedere un insieme di interventi, allo scopo di proteggere e di esaltare i parassiti e i predatori presenti nelle biocenosi, di colonizzarne, ove sia possibile dei nuovi, o infine, di arricchirne le popolazioni con distribuzioni periodiche di individui allevati massivamente in laboratorio, potrà essere in seguito di grande interesse per noi vagliare anche le eventuali possibilità di attuazione futura di questi interventi, con particolare riferimento alla protezione, esaltazione, e moltiplicazione artificiale delle specie parassite presenti che si sono dimostrate più attive nel contenimento dei due minatori oggetto di questa ricerca.

CONCLUSIONS

Huffaker and Kennet (1969) write that it is easy to find parasites or predators able to reduce high host densities, but only the good entomophages prevent the host from reaching such high densities.

The parasites which we observed exerting their action on the miners in our biocoenosis, cannot be considered «sensu stricto» as optimum factors of control, since they are not able to hold in check the density of their hosts below the «economic threshold» and this fact makes the chemical application unavoidable. However, especially in the case of *L. blancardella*, the incidence of the autumn parasitization is often noticeable and, therefore, has to be regarded together with the course of the weather, one of the main factors ruling the miner density in the course of years.

Moreover, as Briolini pointed out (1967), the application against *Leucoptera scitella* of DDVP at the recommended rates causes the death of almost all the larvae, and, of course, because of that parasites will disappear, killed by the insecticide or consequently dispersed by starvation. Thus, we attained several times a situation seemingly contradictory, for which the plot A, receiving an insect control programme of non-selective insecticides (sprayed, however, somewhat, approximately since their application did not depend on sampling, but on simple brief visual observations) exhibited, as a consequence of a more frequent surviving of mining larvae, parasitization rates higher than the plot B, yet treated with chemicals having a selective or attenuate action, but where the specific treatment for controlling miners applied at the right time and with the most effective substance reduced almost to nothing their numbers.

It will be interesting, later, to study a type of control keeping the pest below the « economic threshold » without reducing too drastically its populations and thanks to the autumn density of the pest may raise again. In autumn, when there is no longer the problem of the damages to the leaves, with high numbers of the pest, parasites will be able to fulfil completely their action affecting more or less deeply the host density. During 1964 a very like situation occurred, accidentally, in the plot B in the experimental orchard where we observed a resumption of the autumn infestation of *L. scitella* and, in connection, an occurrence of an entomophagous population fairly good (10 per cent of parasitization). Therefore, in the future it will be a question of improving the methods of application of this control pattern. Moreover, if (see Principi, 1969) the use of entomophages, within the limits of a programme of integrated control, must provide a whole of operations with the purpose to protect parasites and predators occurring in the biocenosis and to enhance their action, to colonize, where it is possible, new species, or at last to increase their populations with periodic releases of numbers reared necessarily in the laboratory, it will be, perhaps, later very interesting for us to consider thoroughly also the possibilities of putting into practice these methods in the future. This work will concern particularly the protection, increase and artificial rearing of the parasitic species occurring in the area, which proved more active on the two miners treated of in this research.

RIASSUNTO

Le ricerche su cui riferiamo riguardano la messa a punto dei molteplici rapporti intercorrenti tra due fitofagi del Melo, *Leucoptera scitella* Zell. (Lep. Lyonetiidae) e *Lithocolletis blancardella* F. (Lep. Gracilariidae), minatori delle foglie, e i relativi parassiti. I rilievi sono stati effettuati per più anni in un frutteto sperimentale del ferrarese, nonchè estesi saltuariamente ad altre stazioni di prelievo. Il frutteto sperimentale era stato suddiviso in due grandi parcelle soggette, l'una a un regime fitosanitario « normale » per la zona, l'altra a interventi chimici effettuati con prodotti possibilmente selettivi o ad azione attenuata sull'entomofauna utile, e sempre in presenza di rappresentanze del fitofago tali da essere giudicate pericolose. Nel caso di *L. scitella*, per esempio, si interveniva chimicamente allorchè il minatore raggiungeva il livello di densità stabilito come « soglia economica ». Le ricerche hanno tentato di relazionare, in uno schema di complesse dinamiche interazioni, l'incremento di densità del fitofago, l'incidenza dei parassiti, la « soglia economica », la necessità o no di intervenire chimicamente, lo stadio e il livello di densità degli ospiti, più favorevoli all'aggressione parassitaria, le ripercussioni dei prodotti impiegati sull'entomofauna.

Il complesso ospite-parassiti-iperparassiti presente nel nostro frutteto sperimentale si configurava, nel caso di *L. scitella*, esclusivamente costituito da Eulofidi (*Achrysocharis formosa* Westw., *Chrysocharis nittis* Walk., *Cirrospilus pictus* Nees, *Closterocerus trifasciatus* Westw., *Pediobius pyrgo* Walk., *Pnigalio mediterraneus* Ferr. e Del., *Sympiesis sericeicornis* Nees), mentre nel caso di *L. blancardella* erano presenti, oltre ad Eulofidi (*A. formosa*, *C. trifasciatus*, *S. sericeicornis*) soprattutto dei Braconidi (*Apanteles laevigatus* Ratz., *A. lautellus* Marsch.), *Chrysocharis nittis* e *Apanteles lautellus* rappresentano i due

entomofagi più attivamente impegnati nella limitazione del pullulamento rispettivamente di *Leucoptera scitella* e di *Lithocolletis blancardella*.

L'accertamento della parassitizzazione a carico delle due specie minatrici è stato effettuato raccogliendo periodicamente foglie minate su un numero fisso di piante ed esaminando le mine aperte al microscopio in laboratorio.

Grande importanza riveste inoltre il problema del momento più adatto per effettuare il campionamento, momento che deve essere stabilito sulle basi di una conoscenza abbastanza precisa della biologia degli ospiti e dei loro parassiti. Anche la valutazione delle ripercussioni degli interventi chimici sull'entomofauna utile deve essere relazionata alla biologia degli entomofagi. Un insetticida, infatti, può riuscire più o meno esiziale a seconda dello stadio vitale in cui si trovano i parassiti al momento del suo impiego, oppure, più in generale, a seconda dell'etologia degli entomofagi stessi (gli ectofagi, che paralizzano la vittima nella mina, risultano più « isolati ecologicamente » e quindi meno esposti degli endofagi, che il trofismo dell'ospite mantiene in stretta connessione con l'ambiente).

In pratica l'attività dei parassiti dei minatori nei nostri frutteti industriali non è sufficiente a contenere il pullulamento dei loro ospiti al disotto della soglia economica, per cui (parliamo in particolar modo di *L. scitella*) il trattamento chimico contro le larve della seconda o della terza generazione si rende pressochè costantemente indispensabile. Mentre 2-3 larve viventi di *L. scitella* per foglia costituiscono la « soglia economica », la densità necessaria per scatenare una sensibile parassitizzazione è quasi doppia. Tra questi due valori si manifesta il « danno », che solo intervenendo chimicamente possiamo sperare di evitare.

Nel corso della memoria sono presi in esame anche le modalità di ibernamento degli ospiti e dei parassiti, la diffusione e la mortalità invernale di qualche specie entomofaga, nonché sono formulate delle considerazioni marginali sull'oscillazione biennale che spesso presentano le infestazioni di *Lithocolletis blancardella*, determinate, oltre che dall'andamento climatico, dall'azione dei suoi parassiti.

A contribution to the Study of Hymenopterous Parasites of Mining Insects.

V°

Preliminary Inquiry into the Possibilities of putting in Practice a Control Method respecting and utilizing the Entomophagous Species of two Apple-Miners (*Leucoptera scitella* Zell. and *Lithocolletis blancardella* F.)

S U M M A R Y

The aim of this research is to point out the various interrelations between two apple pests leaf miners, *Leucoptera scitella* Zell. (Lepidoptera: Lyonetiidae) and *Lithocolletis blancardella* F. (Lepidoptera: Gracilariidae), and their parasites. Observations were carried out for several years in an experimental orchard in the Ferrara district, and irregularly also in other places. The experimental orchard was divided into two large plots, one receiving a « normal » control programme recommended in the area, the other treated with chemicals having, if possible, a selective or attenuate action on the beneficial insects and always when the numbers of the pest were such as to be considered dangerous.

In the case of *L. scitella*, for instance, chemicals were applied when the miner reached the density level fixed as « economic threshold ». This study tried to show in a frame of complicated dynamic interactions, the relationships among the increase of pest density, the incidence of parasites, the « economic threshold », the necessity of making chemical applications or not, the host stage and density level more suitable to the parasite attack, the effects of the preparations used on the entomofauna.

As to *L. scitella*, the complex host-parasites-hyperparasites occurring in the experimental orchard was formed only of Eulophidae (*Achrysocharella formosa* Westw., *Chrysocharis nitetis* Walk., *Cirrospilus pictus* Nees, *Closterocerus trifasciatus* Westw., *Pediobius pyrgo* Walk., *Phygadeuon mediterraneus* Ferr. and Del., *Sympiesis sericeicornis* Nees), while as regards *L. blancardella*, besides Eulophidae (*A. formosa*, *C. trifasciatus*, *S. sericeicornis*), especially Braconidae (*Apanteles laevigatus* Ratz., *A. lautellus* Marsch.) were present. *Chrysocharis nitetis* and *Apanteles lautellus* are the two most active entomophages that hold in check) the outbreaks of *Leucoptera scitella* and *Lithocolletis blancardella* respectively.

To ascertain the number of individuals of the two mining species attacked by parasites, mined leaves were collected periodically from a fixed number of trees. The mines were opened and examined under a microscope in the laboratory.

Moreover, a great importance has to be given to the problem of when it is more convenient to sample; the dates at which samplings have to be taken must be settled on the ground of a fairly precise knowledge of the biology of the hosts and their parasites. The estimate also of the effects of chemical applications on the beneficial insects must be related to the biology of entomophages. An insecticide, indeed, may be more or less capable of causing death according to the biological stage of the parasites at the time of its application, or, more generally, according to the ethology of the entomophages themselves (ectophages paralyzing their victims inside the mine are more « ecologically isolated » and, therefore, less exposed than endophages that are kept in a close connection with the environment by the trophism of their victim).

In practice, the activity of the miner parasites in our commercial orchards is not sufficient to keep the outbreaks of their hosts below the economic threshold and because of that (we refer particularly to *L. scitella*) the chemical treatment against the larvae of the second or third generation almost constantly becomes indispensable. While two or three living larvae of *L. scitella* for each leaf are regarded as the « economic threshold », the density required to raise a noticeable parasitization is almost twice. « Damage » occurs between these two values and the only hope we have of avoiding it, is the chemical application.

In the course of this work the author considers also the ways of overwintering of hosts and parasites, the spreading and winter death-rate of some entomophagous species, and, moreover, makes some considerations of secondary importance on the biennial fluctuation often observed in the infestations of *Lithocolletis blancardella* controlled by the action of its parasites as well as by the weather conditions.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BOUCEK Z., ASKEW R. R., 1969. — Index of Entomophagous insects. Hym. Chalcidoidea. Paleartic Eulophidae (excl. Tetrastichinae). *Le Francois*. Paris.
- BOVEY P., 1966. — Le probleme des equilibres biologiques et la production agricole. — *CEA. 18^a Ass. Gen.*, 33: 151-182.
- BRIOLINI G., 1967. — Ricerche sugli insetti minatori. IX. Studio di un metodo razionale di lotta contro *Leucoptera scitella* Zell. e *Lithocolletis blancardella* F., impostato sul periodico rilievo delle popolazioni. — *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 28: 265-290.
- 1970. — Possibilités de lutte intégrée contre les mineuses du Pommier. — *Comp. rend. du 4^e Symp. OILB sur la lutte intégrée en vergers. Avignon (France)*, 9-12. IX. 1969, pp. 107-111.
- BRIOLINI G., CELLI G., 1967. — Problèmes d'échantillonnage des microlépidoptères mineurs et des leurs parasites dans un verger de pommiers traité avec des produits phytosanitaires. — *Entomophaga, Mem. Hors serie 3, third international Symposium on integrated control of orchard pests, Montreux*, 13-16 th. Sept. 1965, pp. 73-76.

- BRIOLINI G., CELLI G., GIUNCHI P., 1967. - Problemi riguardanti la difesa dei fruttiferi dalle infestazioni di microlepidotteri minatori. - *Atti giorn. fitopat., Bologna*, pp. 365-372.
- BRIOLINI G., CELLI G., 1968. - Esperienze sugli effetti secondari degli insetticidi in riguardo a un importante parassita primario (*Apanteles lautellus* Marsch., Hym. Braconidae) di *Lithocolletis blancardella* F. (Lep. Gracilariidae). - *Boll. Oss. Mal. pian. Sez. Entomologia Bologna*, 2: 7 pp.
- CELLI G., 1960. - Contributi allo studio degli Imenotteri parassiti di insetti minatori. I. Ricerche sui parassiti di tre Microlepidotteri minatori delle foglie del Melo (*Nepticula malella* Staint., *Leucoptera scitella* Zell., *Lithocolletis blancardella* F.). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 24: 271-279.
- 1963. - Contributi allo studio degli Imenotteri parassiti di insetti minatori. II. Nota preliminare sui parassiti di *Paraleucoptera sinuella* Rtti. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 26: 207-216.
- 1964. - Contributi allo studio degli Imenotteri parassiti di insetti minatori. III. Notizie su alcuni parassiti ed iperparassiti di insetti minatori delle foglie di Pioppo (*Paraleucoptera sinuella* Rtti., *Phytagromyza populi* Klth.), di Platano (*Lithocolletis platani* Stgr.) e di Ciliegio (*Lithocolletis cerasicolella* H. S.). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 27: 49-70.
- 1967. - Contributi allo studio degli Imenotteri parassiti di Insetti minatori. IV. Notizie su alcuni Eulofidi rinvenuti come parassiti di *Messa hortulana* Klug (Hymenoptera Tentredinoidea), minatore delle foglie di Pioppo. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 28: 233-239.
- 1970. - Les methodes d'exploitation des parasites de *Leucoptera scitella* Zell. et de *Lithocolletis blancardella* F. dans des programmes de lutte intégrée. - *Comp. rend. du 4e Symp. OILB sur la lutte intégrée en vergers. Avignon (France)*, 9-12. IX. 1969, pp. 113-115.
- CELLI G., UGOLINI A., 1963. - Prove orientative di lotta invernale contro la *Leucoptera scitella* Zell., minatore delle foglie di Melo. - *Atti giorn. fitopat., Bologna*, pp. 135-139.
- CHABOUSSOU F., 1967. - Nouveaux aspects de la Phytiatricie. - *Entomophaga, Mem. Hors serie 3, third international Symposium on integrated control of orchard pest, Montreux*, 13-16 th. Sept. 1965, pp. 63-64.
- CIAMPOLINI M., 1959. - I trattamenti contro la *Stigmella malella* (Staint.), la *Leucoptera scitella* Zell. e la *Lithocolletis blancardella* F., in rapporto al ciclo evolutivo dei tre insetti. - *Redia*, 44: 55-75.
- DOMENICHINI G., 1964-65. - I Tetrastichini (Hymenoptera Eulophidae) palearctici ed i loro ospiti. - *Boll. zool. Agr. Bach. Milano*, 6: 61-205.
- FERRARIS T., 1948. - Patologia e terapia vegetale. Generalità e malattie crittogamiche. Patologia generale e fitoiatrica. Vol. 1. Tomo 1. *Hoepfi*, Milano.
- HUFFAKER C. B., KENNET C. E., 1969. - Some aspects of assessing efficiency of natural enemies. - *Can. Ent.*, 101: 425-447.
- OATMAN E. R., 1959. - Natural control studies of the Melon leaf Miner (*Liriomyza pictella* Thoms.). - *J. Ec. Ent.*, 52: 895-898.
- ODUM E. P., 1953. - Fundamentals of Ecology. - *W. B. Sanders Co*, Philadelphia and London. (Vedi anche: *Ecologia, Zanichelli*, 1968).
- PRINCIPI M. M., 1969. - Ricerche e prospettive in Italia per la lotta integrata contro gli Insetti. - *Acc. Naz. Lincei, Atti Conv. Int.: «Nuove prospettive nella lotta contro gli insetti nocivi»* 12: 231-248.
- RIPPER W. E., 1956. - Effect of Pesticides on balance of Arthropod Populations - *Ann. Rev. Ent.*, 1: 403-438.
- RIPPER W. E., GRENSLADE R. M., HARTLEY G.S., 1951. - Selective insecticides and biological control. - *J. Ec. Ent.*, 44: 448-459.

- RUSSO G., VIGGIANI G., 1963. - Il *Pediobius pyrgo* Walk. (Hym. Eulophidae) efficace parassita della *Leucoptera scitella* Zell. nell'Italia meridionale. - *Boll. Lab. Ent. agr. «Filippo Silvestri», Portici*, 21: 217-235.
- SABBATANI S., 1967-68. - Rilievi sulla parassitizzazione invernale degli stadi ibernanti di *Leucoptera scitella* Zell., microlepidottero minatore delle foglie del Melo in alcuni frutteti dell'Emilia. - (rel. chiar.mo Prof. M. M. Principi, Bologna). Tesi non pubblicata.
- VIGGIANI G., 1963. - Contributi alla conoscenza degli insetti fitofagi minatori e loro simbionti. III. Reperti etologici sulla *Lithocolletis blancardella* F. in Campania e studio morfo-biologico dei suoi entomoparassiti. - *Boll. Lab. Ent. agr. «Filippo Silvestri», Portici*, 21: 1-64.
- VOGEL N., 1958. - Die Apfelbaumminierenmotte, *Lyonetia clerkella* L. - *Schweiz. Z. Obst-und Wein.*, 67: 364-371.
- WILBERT H., 1962. - Ueber Festlegung und Einhaltung der mittleren Dichte von Insektenpopulationen. - *Z. Morph. Oekol. Tiere*, 50: 576-615.
- WILKINSON D. S., 1938. - On the identity of *Apanteles circumscriptus* Nees (Hym. Braconidae). - *Proc. R. Ent. Soc. London*, B, 7: 41-51.
- WINTERINGHAM P. F. W., 1969. - Mechanisms of selective insecticidal action. - *Ann. Rev. Ent.*, 14: 409-443.
- WINTERINGHAM P. F. W. e BARNES M., 1955. - cit. in WINTERINGHAM, 1969.
- ZANGHERI S., RAVELLI S., 1957. - Ricerche sulla morfologia e biologia della *Leucoptera scitella* Zell. (Lepidoptera, Lyonetiidae). - *Redia*, 42: 167-189.