



ANNALI

DELLA FACOLTA' DI AGRARIA DELL' UNIVERSITA'
SASSARI

studi sassaresi

Sezione III

1980 - 81 Volume XXVIII

ANNALI

DELLA FACOLTA' DI AGRARIA DELL' UNIVERSITA'

SASSARI

DIRETTORE: G. RIVOIRA

COMITATO DI REDAZIONE: M. DATTILO - F. FATICHENTI - C. GESSA - L. IDDA
F. MARRAS - A. MILELLA - P. PICCAROLO - A. PIETRACAPRINA - R. PROTA
R. SATTA - G. TORRE - A. VODRET

studi sassaresi

ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI



Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari

PIETRO LUCIANO ** e ROMOLO PROTA ***

INDAGINI SUL PARASSITISMO IN AREE FORESTALI
AD ALTA DENSITA' DI *LYMANTRIA DISPAR* L. *

PREMESSA

Il patrimonio boschivo sardo subisce periodicamente pesanti attacchi ad opera di vari Lepidotteri, fra i quali un ruolo predominante è svolto da *Lymantria dispar* L. Di questo Limantride si ha una buona conoscenza della dinamica di popolazione (PROTA, 1974; DELRIO *et al.*, 1979a; LUCIANO e PROTA, 1981a) e dei fattori biotici ed abiotici che su di essa incidono (DELRIO *et al.*, 1979b; LUCIANO e PROTA, 1981b) in un'area forestale della Sardegna nord-orientale.

Dal 1980 le osservazioni sulla densità di popolazione del defogliatore sono state estese alle principali aree boschive a *Quercus suber* L. per verificarne la dinamica su superfici più ampie e in condizioni ambientali diverse. Nell'ambito di queste indagini è stata studiata principalmente l'incidenza che i diversi fattori di mortalità esercitano sugli stati di sviluppo del Lepidottero.

Nel presente lavoro si riportano i risultati delle osservazioni sullo stadio di larva matura e di crisalide condotte nelle zone in cui è stata riscontrata nel 1981 un'alta densità di popolazione.

MATERIALI E METODI

I campionamenti del materiale necessario sono stati eseguiti in agro di Tempio Pausania, Ploaghe, Villanova Monteleone ed Abbasanta (Fig. 1). In ciascuna di

* Il lavoro è stato presentato per la pubblicazione il 27.9.1982.

Indagini eseguite nell'ambito del P.F. « Promozione della qualità dell'ambiente » C.N.R. (Roma) e con il contributo dell'Assessorato alla Difesa dell'Ambiente della Regione Sarda, con la collaborazione del personale del CRAAI (Centro Regionale Antimalarico ed Antinsetti).

** Tecnico laureato presso l'Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari.

*** Professore Ordinario e Direttore dell'Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari.



Fig. 1 - Localizzazione delle aree forestali in cui sono state effettuate le osservazioni sul parassitismo.
Sites in cork oak regions where parasitism was surveyed.

evidenza nel 1980 che in entrambe le località la popolazione era in fase di crescita. Infatti, dopo qualche anno di latenza è stata rilevata la presenza di focolai d'infezione (oltre 1000 ovature su 40 piante) in prossimità di aree a bassa densità. Per il 1981 questa condizione rimaneva invariata a Tempio, mentre ad Abbasanta si registrava un generale innalzamento dei livelli di popolazione con conseguente defogliazione totale di tutta l'area in esame.

queste località è stata studiata nel biennio 1980-81 la distribuzione dell'insetto conteggiando ogni 2-3 km il numero di ovature presenti su un gruppo di 40 piante successive ed allineate (10 per direzione cardinale) seguendo uno schema adottato in analoghe ricerche (FRAVAL *et al.*, 1978).

I campioni di larve e di crisalidi sono stati composti prelevando a caso gli individui presenti sulla chioma delle piante (o con scuotimento) fino ad una altezza massima di 3 m¹, avendo l'accortezza di allevare poi fino all'impupamento (con fogliame prelevato dall'area di provenienza del materiale biologico) quelle prossime alla maturità.

Le crisalidi e le larve impupate in laboratorio sono state isolate fino allo sfarfallamento degli adulti o alla fuoriuscita dei parassiti. Gli individui morti per cause non identificabili dall'esterno sono stati dissecati dopo 15-20 giorni dalla raccolta allo scopo di evidenziare eventuali entomofagi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I rilievi sulle ovature presenti in agro di Tempio e di Abbasanta hanno posto in

¹ Questa tecnica di raccolta generale è ritenuta appropriata, sia per campionare la popolazione ospite, sia per evidenziare i parassiti e la loro incidenza (Weseloh, 1972; Reardon, 1976; Ticehurst *et al.*, 1978).

Nella zona di Ploaghe e di Villanova invece, negli stessi anni considerati, la popolazione presentava livelli di densità molto elevati con conseguenti totali defogliazioni.

Riassumendo la situazione rilevata nel 1981, nelle quattro località si può dire che la popolazione dell'insetto era distribuita così:

- 1) Tempio: presenza di focolai d'infestazione, II o III anno di progradazione, defogliazione totale a chiazze;
- 2) Abbasanta: densità uniformemente alta, I anno di culmine, defogliazione totale;
- 3) Ploaghe e Villanova: densità uniformemente alta, II anno di culmine, defogliazione totale.

In tutte le zone suindicate, allo scopo di evidenziare l'insieme degli entomofagi utili presenti e di studiarne, come è stato accennato in precedenza, l'incidenza in condizioni di alta densità, le raccolte di larve e crisalidi sono state eseguite laddove il numero di ovature superava le 1000 su 40 piante.

I risultati di queste indagini particolari vengono di seguito riportati suddivisi per stadio esaminato.

a) *Stadio di larva*. Essendo noto che la percentuale di mortalità cresce con l'accrescersi dell'età delle larve ospiti, sono stati raccolti solamente individui di V e VI età (GEORGIJEVIC e VACLAV, 1958; DOANE, 1970; MIHALACHE *et al.*, 1978).

In tali condizioni i parassiti rilevati sono stati i Ditteri Tachinidi *Blepharipa pratensis* Meigen ed *Exorista larvarum* L. Queste specie hanno manifestato sullo stadio di larva un'incidenza decrescente all'aumentare della mortalità da patogeni passando dal 30% di Tempio al 2% di Abbasanta (Tab. 1). Ciò trova spiegazione nel fatto che l'incidenza reale di tali ausiliari è stata in parte mascherata dalla mortalità degli ospiti dovuta a malattia (JAHN, 1979; HERARD *et al.*, 1979)².

² Nelle tre località in cui la popolazione era in fase di culmine l'incidenza degli agenti patogeni, in particolare virus poliedrici, è variata fra il 60 ed il 70%, mentre a Tempio, sulla popolazione in progradazione, l'incidenza è stata di poco superiore al 40% (Tab. 1). Queste osservazioni pongono in evidenza e confermano ancora una volta come le malattie siano uno dei fattori principali di mortalità nelle popolazioni dense (VASIC, 1958a; VASIC e JANKOVIC, 1958; CAMPBELL e PODGWAITE, 1971) e ribadiscono, comunque, che la loro incidenza è meno elevata su quelle in fase di progradazione, probabilmente per una maggiore resistenza delle larve alle infezioni (VASILJEVIC, 1961).

Tab. 1 - Incidenza dei fattori di mortalità su larve mature di *Lymtria dispar* L. raccolte in quattro aree forestali della Sardegna nel 1981.
Incidence of mortality factors on gypsy moth older larvae collected in four different Sardinian cork oak regions in 1981.

Località	Stato della gradazione	Parassitizzati			Incrisalidati			
		Individui osservati (n.)	<i>B. pratensis</i> (%)	<i>E. larvarum</i> (%)	Morti per malattia (%)	Parassitizzati (%)	Morti per malattia (%)	Starfallati (%)
Tempio	Il anno di progradazione	950	1,8	0,1	36,5	27,9	6,9	26,8
Abbasanta	I anno di culmine	772	0,1	0,5	57,8	1,4	13,0	27,2
Ploaghe	Il anno di culmine	961	1,2		54,4	12,9	8,1	23,4
Villanova	Il anno di culmine	310			69,7	7,6	3,9	18,8

Appare evidente inoltre come *B. pratensis* sia la specie più impotrante e come solamente una piccola frazione di parassiti abbandoni l'ospite allo stadio di larva (Tab. 1 e 2). Su quelle che si sono incrisalidate, questo Tachinide ha causato una superparassitizzazione fino al 12,5% (infatti nelle raccolte di Tempio su 264 individui attaccati, 33 sono stati superparassitizzati) (Tab. 2). Nelle quattro località esaminate è stata rilevata inoltre complessivamente una sua maggiore presenza sulle crisalidi femminili (Tab. 2) in accordo con quanto osservato in U.S.A. ed in Romania³.

³ In Massachusetts è stato rilevato un tasso di superparassitismo da *B. pratensis* di circa il 6,5% (BARBOSA *et al.*, 1975). In Pennsylvania su larve di *L. dispar* super- e multiparassitismo sono stati rilevabili su circa il 2% degli ospiti osservati ed in particolare i Tachinidi *Parasetigena silvestris* (R. - D.), *Compsilura concinnata* (Meigen) e *B. pratensis* hanno determinato super- e multiparassitismo sul 10-20% di tutti gli ospiti parassitizzati (TICEHURST *et al.*, 1978). Sempre per la Pennsylvania è stato segnalato come *B. pratensis* fuoriesca preferibilmente da ospiti di sesso femminile

Tab. 2 - Incidenza dei fattori di mortalità e tassi di superparassitizzazione su crisalidi di *L. dispar* L. provenienti da raccolte di larve mature effettuate in quattro aree forestali della Sardegna nel 1981.

Incidence of mortality factors on gypsy moth pupae derived from older larvae collected in four different Sardinian cork oak regions in 1981, showing also rates of superparasitism.

Località	Stato della gradazione	totale (n.)	Individui incrisalidati					Morti per malattia [%]	Adulti sfarfallati [%]
			parassitizzati				<i>E. larvarum</i> [%]		
			<i>B. pratensis</i> (%)			1*			
		tot.	1*	2*	3*				
Tempio	II anno di gradazione	♂ ♂ 363	39,7	39,7				12,7	47,6
		♀ ♀ 222	54,1	39,2	13,1	1,8		9,0	36,9
		tot. 585	45,1	39,5	4,9	0,7		11,3	43,6
Abbasanta	I anno di culmine	♂ ♂ 259	3,1	3,1				31,3	65,6
		♀ ♀ 62	3,2	3,2			1,6	30,6	64,6
		tot. 321	3,1	3,1			0,3	31,2	65,4
Ploaghe	II anno di culmine	♂ ♂ 253	22,5	22,5				17,4	60,1
		♀ ♀ 174	38,5	36,8	1,1	0,6		19,5	42,0
		tot. 427	29,0	28,3	0,5	0,2		18,3	52,7
Villanova	II anno di culmine	♂ ♂ 82	26,8	24,4	2,4			14,6	58,6
		♀ ♀ 12	16,7	16,7					83,3
		tot. 94	25,5	23,4	2,1			12,8	61,7

* Numero di parassiti rilevati per ospite.

• Number of parasites per host.

L'*Exorista larvarum*, di cui è stata rilevata una presenza limitata solamente a Tempio ed Abbasanta, generalmente abbandona l'ospite quando questo è ancora allo stadio di larva (Tab. 1 e 2) manifestando un comportamento opposto a quello di *B. pratensis*.

Queste osservazioni, oltre a confermare alcuni aspetti della biologia delle due specie citate (SABROSKY e REARDON, 1976) pongono in rilievo come *E. larvarum* nel nostro ambiente non sia molto importante nel ridurre le popolazioni dense di *L. dispar* in accordo con quanto rilevato in Spagna (ROMANYK, 1966) ed in Polonia (DREA e FUESTER, 1979). Complessivamente si conferma che i Tachinidi oligofagi (*B. pratensis*) provocano notevoli mortalità ad elevata densità di popolazione di *L. dispar*, mentre i Tachinidi polifagi (*E. larvarum*) svolgono un ruolo marginale nel controllare il defogliatore in fase di progradazione e culmine (SISOJEVIC, 1975; LUCIANO e PROTA, 1981b).

b) *Stadio di pupa*. Sulle crisalidi si è registrata una maggiore incidenza dei parassiti. Infatti oltre alla parassitizzazione prodotta dai Tachinidi allo stadio precedente, va considerata quella causata dagli Imenotteri direttamente sullo stadio pupale.

L'attacco dei parassiti è stato molto elevato nelle località di Ploaghe e Villanova con popolazione di *L. dispar* al II anno di culmine, ed ha provocato mortalità rispettivamente dell'88,5% e del 73,3%. Ad Abbasanta e Tempio, con popolazioni del Lepidottero rispettivamente al I anno di culmine ed al II di progradazione, è stata attorno al 50% (Tab. 3).

L'incidenza dei Tachinidi è stata più marcata sulle crisalidi che sulle larve, ciò per la minore rilevanza, nel primo stadio, della morte per malattia (DREA e FUESTER, 1979)⁴. La *B. pratensis* ha determinato tassi di parassitizzazione prossimi al 50% a Ploaghe e rilevanti in tutte le altre località, confermando di incidere più sugli individui di sesso femminile che su quelli maschili e manifestando sui primi elevati tassi di superparassitizzazione (fino a 4 individui per crisalide ospite) (Tab. 4). Delle oltre 3000 crisalidi esaminate, solamente 7 sono state

(BLUMENTAL *et al.*, 1979), ed anche indagini condotte in Romania, in aree ad alta densità di popolazione di *L. dispar* confermano questa preferenza (MARCU e TUDOR, 1978). Il fenomeno potrebbe essere dovuto al fatto che le larve femminili, nutrendosi di più di quelle maschili, hanno maggiori probabilità di assumere insieme al cibo anche le uova microtipiche che *B. pratensis* depone sul fogliame.

⁴ Sulle crisalidi di *L. dispar*, a differenza di quanto notato a proposito delle larve, è stata registrata una minore incidenza della mortalità dovuta a malattie che nei casi osservati ha superato raramente il 10% (Tab. 3).

Tab. 3 - Incidenza dei fattori di mortalità su crisalidi di *L. dispar* L. raccolte in quattro aree forestali della Sardegna nel 1981.

Incidence of mortality factors on gypsy moth pupae collected in four different Sardinian cork oak regions in 1981.

Località	Stato della gradazione	Individui osservati (n.)	Parassitizzati		Morti per malattia		Adulti sfarfallati	
			(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)
Tempio	II anno di progradazione	♂ ♂ 684	318	46,5	63	9,2	303	44,3
		♀ ♀ 813	541	66,6	80	9,8	192	23,6
		tot. 1497	859	57,4	143	9,5	495	33,1
Abbasanta	I anno di culmine	♂ ♂ 234	128	54,7	14	6,0	92	39,3
		♀ ♀ 90	20	22,2	8	8,9	62	68,9
		tot. 324	148	45,7	22	6,8	154	47,5
Ploaghe	II anno di culmine	♂ ♂ 612	544	88,9	33	5,4	35	5,7
		♀ ♀ 603	531	88,1	31	5,1	41	6,8
		tot. 1215	1075	88,5	64	5,3	76	6,2
Villanova	II anno di culmine	♂ ♂ 210	161	76,7	12	5,7	37	17,6
		♀ ♀ 94	62	66,0	14	14,9	18	19,1
		tot. 304	223	73,3	26	8,6	55	18,1

parassitizzate da *E. larvarum*, di cui una superparassitizzata da 3 individui, e 2 da *Exorista segregata* Rond. (Tab. 4).

Fra gli Imenotteri il Calcidide *Brachymeria intermedia* (Nees) è stato il parassita più attivo, provocando tassi di parassitizzazione variabili a seconda della fase di gradazione della popolazione ospite. Infatti, sulle due popolazioni al secondo anno di culmine ha determinato parassitismo apparente rispettivamente del 55,6% a Villanova e del 36% a Ploaghe. Mentre ad Abbasanta, con popolazione al primo anno di culmine, ha inciso per il 28,4% (Tab. 4). Queste osservazioni confermano come la *B. intermedia* provochi rilevanti tassi di parassitizzazione nelle aree pesantemente defogliate ed in quelle più soleggiate (ROMANYK, 1966; DOANE, 1971; LEONARD, 1971; BARBOSA *et al.*, 1978; TICEHURST *et al.*, 1978). In agro di Tempio si è registrata, invece, un'incidenza del Calcidide del 4,5%, ciò è dovuto probabilmente al fatto che le larve prossime alla maturità hanno migrato, dall'interno dei focolai totalmente defogliati, verso le zone circostanti ed in queste hanno completato lo sviluppo e si sono impupate senza determinarne la defogliazione completa. Questo fenomeno ha senz'altro limitato l'incidenza di

Tab. 4 - Tassi di parassitizzazione prodotti dalle singole specie di parassiti primari, con relative percentuali di ospiti superparassitizzati, e incidenza del Sarcophagidi su crisalidi di *L. dispar* L. raccolte in quattro aree forestali della Sardegna nel 1981.
 Rate of parasitism by each main species of gypsy moth pupae collected in four Sardinian cork oak regions in 1981; relative superparasitism rates; and incidence of Sarcophagidae.

Località	Stato della gradazione	Individui osservati (n.)	Individui parassitizzati:																							
			<i>B. pratensis</i> (%)			<i>E. larvarum</i> (%)			<i>B. intermedia</i> (%)			<i>T. atalantae</i>			<i>P. insigator</i>			Sarcophagidae (%)								
			tot.	1*	2*	3*	tot.	1*	2*	3*	tot.	1*	2*	3*	tot.	1*	2*	3*	4*	5*	6*					
Tempio	Il anno di progradazione	♂ ♂	684	30,1			7,3	7,3			0,4	0,4	8,0	7,2	0,8											
		♀ ♀	813	51,3	35,8	12,7	2,6	0,2	0,1			2,2	2,2			0,5			11,3	3,4	4,2	1,6	0,4	0,1		
		tot.	1494	41,6	33,2	6,9	1,4	0,1	0,06			4,5	4,5			0,5	0,2	9,8	5,1	2,7	0,87	0,87	0,2	0,06		
Abbasanta	Il anno di culmine	♂ ♂	234	11,1			1,7	1,7			0,8	37,6	37,6			0,8	1,7	0,8	0,8							
		♀ ♀	90	15,5			2,2	2,2			4,4	4,4														
		tot.	324	12,3			1,8	1,8			0,6	28,4	28,4			0,6	1,2	0,6	0,6							
Ploaghe	Il anno di culmine	♂ ♂	612	33,6	33,3	0,3					49,2	49,2			0,6	0,2	2,3	1,6	0,7							
		♀ ♀	603	60,0	51,6	8,1	0,3				22,5	21,5	0,8	0,2	0,7				3,8	3,5	0,3					
		tot.	1215	46,7	42,4	4,2	0,1				36,0	35,5	0,4	0,1	0,6	0,1	3,0	2,5	0,5							
Villanova	Il anno di culmine	♂ ♂	210	1,9	1,9						71,4	71,4			0,9			1,5	1,0	0,5						
		♀ ♀	94	45,7	29,8	11,7	4,2				20,2	20,2														
		tot.	304	15,4	10,5	3,6	1,3				55,6	55,6			0,7			1,0	0,7	0,3						

* Numero di parassiti rilevati per ospite.

• Number of parasites per host.

B. intermedia che, come detto precedentemente, preferisce le zone pienamente soleggiate⁵.

Inoltre la *B. intermedia* sembra preferire crisalidi ospiti di sesso maschile, infatti in tutte le località esaminate ha provocato su queste tassi di parassitizzazione almeno doppi rispetto a quelli rilevati sugli ospiti di sesso opposto (Tab. 4)⁶. Anche indagini di laboratorio hanno confermato che l'Imenottero in discussione realizza le più alte percentuali di emergenza sulle pupe maschili provenienti da popolazioni dense del Limantride⁷.

Questa preferenza relativamente al sesso dell'ospite manifestata dal Calcidide è opposta a quella dimostrata da *Blepharipa pratensis*. Essendo stato provato che *B. intermedia* « punge » anche le crisalidi già parassitizzate dal Tachinide, è probabile che i minori tassi di parassitizzazione prodotti dal Calcidide sulle pupe femminili siano dovuti alla competizione interspecifica che può instaurarsi fra parassiti. In questo caso si ritiene che la competizione volga generalmente a favore della *B. pratensis* data la notevolmente più alta incidenza di questa sugli ospiti femminili⁸.

Per *B. intermedia* è infine da sottolineare una leggera frazione di superparassitismo, rilevata a Ploaghe su sei crisalidi femminili, da cinque delle quali sono fuoriusciti 2 individui e da una tre. Il fenomeno, da ritenersi eccezionale perché non si è trovato riscontro in letteratura, può essere giustificato dal fatto che in tale località il tasso di parassitizzazione complessiva delle pupe è stato prossimo

⁵ Tale preferenza è confermata da osservazioni condotte in laboratorio. Da alcune prove è stato dimostrato che la *B. intermedia* predilige infatti temperature relativamente elevate (27°C) e basse percentuali di U.R. (intorno all'11%) e che aumenta l'attività di locomozione e di volo in coincidenza con i rialzi termici e l'aumento della intensità luminosa (MINOT e LEONARD, 1976; BARBOSA e FRONGILLO, 1977; WESELOH, 1979).

⁶ Rilievi compiuti da LEONARD (1967 e 1971) nel 1970 in Maine (U.S.A.) in aree defogliate hanno posto in evidenza una certa preferenza di *B. intermedia* per le crisalidi maschili, mentre nel 1966 in Connecticut su popolazioni di *L. dispar* in fase di retrogradazione non è emersa alcuna incidenza differenziata sui due sessi dell'ospite.

⁷ GREENBLATT e BARBOSA (1980) in prove di laboratorio condotte per verificare quale influenza avesse la densità della popolazione ospite sullo sviluppo e la nutrizione di *B. intermedia* hanno esposto al parassita pupe di *L. dispar* provenienti da aree a bassa, moderata ed alta densità, rilevando che la percentuale di emergenza del parassita è stata maggiore sulle pupe maschili dell'alta densità e che le stesse, indipendentemente dalla popolazione di provenienza, sono state convertite a biomassa dei parassitoidi più efficacemente che le pupe femminili.

⁸ GODWIN ed ODELL (1979) in indagini condotte in laboratorio con pupe di *L. dispar* parassitizzate e non parassitizzate da *B. pratensis* hanno rilevato che esponendole a femmine di *B. intermedia* venivano ugualmente attaccate. Il Tachinide sopravvisse nel 78% delle pupe da esso parassitizzate, nei casi in cui si sviluppò il Calcidide pare che in effetti le crisalidi non contenessero larve di *B. pratensis*. Gli autori concludono che *B. intermedia* non è un significativo agente di mortalità per *B. pratensis*, mentre la presenza del Tachinide in una pupa preclude lo sviluppo della *B. intermedia*.

al 90% e molto probabilmente è risultato difficile per le femmine del Calcidide individuare crisalidi integre.

Gli Imenotteri Icnemonidi *Theronia atalantae* Poda e *Pimpla instigator* F. in tutte le aree di studio hanno manifestato una scarsissima incidenza, confermando che su popolazioni numerose di *L. dispar* non sono molto efficaci (VASIC, 1958b; VASIC e SISOJEVIC, 1958; ROMANYK, 1966; MARCU e TUDOR, 1978; HEDLUND e MIHALACHE, 1980). Anche attribuendo all'azione degli Icnemonidi la morte delle crisalidi da cui sono fuoriusciti Ditteri Sarcofagidi la loro incidenza risulta in una sola area di poco superiore al 10% (Tab. 4).

Relativamente ai Sarcofagidi, che si instaurano su pupe precedentemente attaccate dagli Icnemonidi (CAMPBELL, 1963) è da dire che anch'essi sono fuoriusciti dalle pupe femminili generalmente in più di un individuo e fino a sei (Tab. 4). Il superparassitismo, considerando tale anche la fuoriuscita di più di un Sarcofagide⁹, è stato di circa il 22,9% a Tempio e intorno al 6 e 7% rispettivamente a Ploaghe e Villanova, sull'insieme degli individui parassitizzati ad Abbasanta non ne è stata registrata alcuna manifestazione (Tab. 5).

Le osservazioni hanno posto in evidenza anche la presenza di alcuni casi di multiparassitismo, che escluso uno si sono manifestati tutti su crisalidi di sesso femminile (Tab. 5). Su sedici casi osservati, dodici hanno rivelato, insieme ai parassiti primari, la presenza di Ditteri Sarcofagidi¹⁰, ciò può essere giustificato dal fatto che le manifestazioni di multiparassitismo sono state riscontrate quasi esclusivamente nei siti dove maggiore è stata l'incidenza degli Imenotteri Icnemonidi (Tempio e Ploaghe) (Tab. 4).

Comunque per *L. dispar* sono noti casi di multiparassitismo molto più rilevanti di quelli da noi osservati¹¹.

⁹ Poiché sono ancora in fase di studio gli esemplari di Sarcofagidi ottenuti dalle raccolte di crisalidi del 1981, nel presente lavoro si considerano superparassitizzati gli ospiti da cui sono fuoriusciti 2 o più di questi Ditteri anche se di specie diversa. Infatti per i Sarcofagidi, al contrario dei Tachinidi per i quali sono stati posti in evidenza caratteri specifici per la larva matura ed il pupario (SABROSKY e REARDON, 1976), non si può risalire alla specie se non attraverso l'esame degli organi genitali maschili (LEHRER e LUCIANO, 1981). Pertanto in questo caso si è estesa la accezione di superparassitismo (strettamente legata alla presenza di più parassiti della stessa specie su un medesimo individuo ospite) alla presenza di più individui della medesima famiglia sullo stesso ospite.

¹⁰ A Tempio sono stati registrati nove casi di multiparassitismo, in sei di essi è stata osservata la presenza di 1 o 2 individui di *B. pratensis* con un numero variabile da 1 a 3 Sarcofagidi fino ad un massimo di 4 larve per ospite; nei rimanenti tre casi è stata rilevata la presenza di *B. pratensis* assieme a *B. intermedia*, *B. pratensis* con *E. larvarum* ed infine *B. intermedia* è emersa insieme a 3 Sarcofagidi. A Ploaghe invece ne sono stati registrati sei casi, tre dei quali hanno rivelato la presenza di una larva di *B. pratensis* con 1 o 3 Sarcofagidi, mentre in due casi si aveva la presenza di 1 e 2 individui di questo Tachinide con una *B. intermedia*, infine una *B. intermedia* era accompagnata da 2 Sarcofagidi. Anche a Villanova si registrava in un caso la presenza di *B. intermedia* con un Sarcofagide.

¹¹ MARCU e TUDOR (1978) hanno rilevato in popolazioni dense di *L. dispar* che il 2,1% delle pupe

Tab. 5 - Tipi di parassitismo osservati su crisalidi di *L. dispar* L. raccolte nel 1981 in tre aree forestali della Sardegna *.
Types of parasitism of gypsy moth pupae observed in Sardinian cork oak regions in 1981*.

Località	Stato della gradazione	Individui parassitizzati:							
		totale		super- **		multi-		iper- ***	
		(n.)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	(n.)	(%)	
Tempio	Il anno di progradazione	♂ ♂	318	6	1,9			1	0,3
		♀ ♀	541	191	35,3	9	1,7		
		tot.	859	197	22,9	9	1,0	1	0,1
Ploaghe	Il anno di culmine	♂ ♂	544	6	1,1			18	3,3
		♀ ♀	531	59	11,1	6	1,1		
		tot.	1075	65	6,0	6	0,6	18	1,7
Villanova	Il anno di culmine	♂ ♂	161	1	0,6	1	0,6	1	0,6
		♀ ♀	62	15	24,2				
		tot.	223	16	7,2	1	0,4	1	0,4

* Nelle raccolte presso Abbasanta non sono stati rilevati super-, multi- ed iperparassitismo. No super-, multi- or hyperparasitism was observed in the Abbasanta region.

** Fra gli individui superparassitizzati sono compresi anche quelli da cui sono fuoriusciti Sarcofagidi. The figures for superparasitized host include pupae from which *Sarcophagidae* emerged.

*** Individui da cui sono sfarfallati iperparassiti di Ditteri Tachinidi. Pupae from which hyperparasites of *Diptera Tachinidae* emerged.

Da segnalare infine la presenza di iperparassiti e precisamente di *Brachymeria minuta* L. e *Dibrachys cavus* (Walk.) (VASIC e SALATIC, 1959; GANCHEV, 1975), provenienti da crisalidi attaccate da Tachinidi.

I casi di iperparassitismo osservati sono stati 20 (Tab. 5) di cui 1 a Tempio e a

femmine e l'11,5% di quelle maschili parassitizzate da *B. intermedia* presentavano al loro interno anche pupari di Ditteri. Estremo esempio di multiparassitismo è quello registrato in Pennsylvania da TICEHURST *et al.* (1978), infatti da una larva di *L. dispar* emersero ben 15 larve di Tachinidi: 6 di *Compsilura concinnata* (Meigen), 6 di *Parasetigena silvestris* (R.-D.) e 3 di *Blepharipa pratensis* Meigen.

Villanova e 18 a Ploaghe (con dodici sfarfallamenti di *D. cavus*). L'emergere in quest'ultimo sito di un iperparassitismo non trascurabile potrebbe essere in relazione con la tendenza della popolazione di *L. dispar* alla retrogradazione.

CONCLUSIONI

L'insieme delle osservazioni condotte pone in evidenza innanzi tutto come nelle quattro aree ad alta densità di *L. dispar* è stata registrata generalmente la presenza delle medesime specie di parassiti del Lepidottero.

Fra esse quelle che hanno agito con maggiore incidenza e lo confermano anche i fenomeni di super- e multiparassitismo osservati, sono state il Tachinide *Blepharipa pratensis* Meigen e il Calcidide *Brachymeria intermedia* (Nees) con un ciclo biologico sincronizzato con quello dell'ospite e un elevato potenziale biotico, che le pone in condizione di moltiplicarsi con ritmi pari a quello del Lepidottero anche se sfalsati di qualche anno.

Infatti, nelle diverse aree forestali esaminate questi parassiti hanno posto in essere tassi di parassitizzazione globali variabili a seconda della fase di gradazione di *L. dispar*, incidendo maggiormente sulle popolazioni al II anno di culmine e più limitamente su quella al I anno di culmine e sull'altra al II anno di progradazione.

Queste indagini pongono in evidenza, tra l'altro, come giudizi globali sull'efficacia degli ausiliari non possono prescindere da una buona conoscenza della fase di gradazione della popolazione ospite. Infatti, nonostante si sia sempre operato in condizioni di densità estremamente elevate e tali da determinare la defogliazione totale delle aree indagate, emerge come i tassi di parassitizzazione siano stati ben correlati con la fase di gradazione di *L. dispar* e come possano essere considerati anche nel nostro ambiente indicatori abbastanza attendibili di essa.

Anche la limitata incidenza dei Tachinidi *Exorista larvarum* L. ed *Exorista segregata* Rond. e degli Icnemonidi *Theronia atalantae* Poda e *Pimpla instigator* L. è egualmente un indicatore valido della condizione di elevata densità delle popolazioni di *L. dispar*, in quanto essi agiscono con più efficacia negli anni di retrogradazione e di latenza dell'ospite.

Nel loro complesso le osservazioni pongono in risalto come l'insieme dei fattori biotici (parassiti e patogeni) hanno provocato su larve e pupe di *L. dispar* mortalità notevolissime già nell'area in cui la popolazione del Lepidottero era in fase di progradazione e hanno inciso ancor più nelle aree di culmine dimostrandosi chiaramente fattori densità-dipendenti.

In conclusione è opportuno ribadire come la presenza degli ausiliari debba essere adeguatamente salvaguardata da eventuali interventi di controllo chimico delle popolazioni di *L. dispar*, particolarmente negli anni in cui essi esercitano la loro maggiore incidenza e costringono l'ospite in retrogradazione.

Si ritengono, quindi ammissibili, su ampie superfici forestali, solamente interventi di lotta biologica o bio-tecnica che insieme alla sanità e produttività delle foreste rispettino gli equilibri naturali in esse presenti.

RIASSUNTO

Nell'estate del 1981, in quattro aree forestali di *Quercus suber* L. della Sardegna, sono stati raccolti campioni di larve mature e di crisalidi di *Lymantria dispar* L. per determinare su di essi l'incidenza dei diversi fattori di mortalità.

Nelle quattro località la popolazione di *L. dispar* era nella seguente fase della gradazione: Tempio: II anno di progradazione; Abbasanta: I anno di culmine; Ploaghe e Villanova: II anno di culmine. Le raccolte di materiale biologico sono state comunque effettuate tutte in siti dove era stata registrata una presenza di oltre 1000 ovature su 40 piante.

Gli agenti patogeni, in particolare virus nucleari poliedrici, hanno determinato sulle larve delle tre popolazioni in fase di culmine una mortalità fra il 60 ed il 70%, mentre su quella in progradazione la loro incidenza è stata attorno al 40%. I Tachinidi *Exorista larvarum* L. e *Blepharipa pratensis* Meigen hanno manifestato una parassitizzazione decrescente dal 30 al 2% all'aumentare della mortalità da patogeni.

Sulle crisalidi la mortalità da agenti patogeni non ha in nessun caso raggiunto il 10% mentre la parassitizzazione ha inciso fino al 90%. In particolare, sulle due popolazioni al II anno di culmine i parassiti hanno provocato tassi di mortalità fra il 73 e l'88%, invece sulle altre due popolazioni hanno determinato tassi prossimi al 50%. Le specie di parassiti che hanno agito con maggiore rilevanza sono state *B. pratensis* e *Brachymeria intermedia* (Nees) confermandosi quelle più importanti nel ridurre le popolazioni dense di *L. dispar*. Anche la scarsa incidenza dei Tachinidi polifagi (*Exorista larvarum* L. ed *E. segregata* Rond.) e degli Imenotteri Icnemonidi (*Theronia atalantae* Poda e *Pimpla instigator* F.) è risultata essere un indicatore valido della fase di gradazione del defogliatore.

Inoltre sono discussi la presenza di superparassitismo ed i casi di multiparassitismo osservati, nonché la diversa incidenza che i parassiti primari hanno su ospiti di sesso diverso (*B. pratensis* pare produrre tassi di parassitizzazione maggiori sulle crisalidi femminili mentre *B. intermedia* pare preferire ospiti di sesso maschile).

SUMMARY

Parasites in Gypsy Moth Populations at High Density.

Gypsy moth larvae and pupae were collected in 4 cork oak forest areas in the summer of 1981. Collection was made only in stations where more than 1000 egg clusters per 40 trees had been registered. In one area (Tempio), the gypsy moth population was in the 2nd year of progradation; in another (Abbasanta), in the 1st year of culmination; and in two others (Ploaghe and Villanova), in the 2nd year of culmination. Pathogenic agents, particularly polyhedral nuclear viruses, caused 60% to 70% mortality among the larvae of the three culmination phase populations but only 40% in the case of that in progradation. The tachinids *Exorista larvarum* L. and *Blepharipa pratensis* Meigen

were responsible for a 30% parasitism, decreasing to 2% as pathogenic mortality increased. Among pupae, pathogenic mortality did not reach 10% in any of the areas, whereas parasitism rates reached nearly 90%. Mortality due to parasitism was between 73% and 88% among the two 2nd year culmination populations, and about 50% among the remaining two. *B. pratensis* and *Brachymeria intermedia* (Nees) were the most frequently recovered, confirming their importance in reducing gypsy moth populations. The tachinids (*Exorista larvarum* L. and *E. segregata* Rond.) and ichneumonids (*Theronia atalantae* Poda and *Pimpla instigator* F.), although more rarely observed, proved a useful indicator of gypsy moth gradation phases. As hosts, *B. pratensis* appeared to prefer female pupae, and *B. intermedia* males. The cases of multiparasitism and superparasitism observed are discussed.

BIBLIOGRAFIA

- BARBOSA P., CAPINERA J.L., HARRINGTON E.A., 1975 — The gypsy moth parasitoid complex in Western Massachusetts: a study of parasitoid in areas of high and low host density. *Environ. Entomol.*, 4(5): 842-846.
- BARBOSA P., FRONGILLO E.A., 1977 — Influence of light intensity and temperature on the locomotory and flight activity of *Brachymeria intermedia* (Hym.: Chalcididae) a pupal parasitoid of the gypsy moth. *Entomophaga*, 22(4): 405-411.
- BARBOSA P., FRONGILLO E.A., CRANSHAW W., 1978 — Orientation of field populations of *Brachymeria intermedia* (Hym.: Chalcididae) to host and host-habitat cues. *Entomophaga*, 23(1): 63-67.
- BLUMENTAL E.M., FUSCO R.A., REARDON R.C., 1979 — Augmentative release of two established parasite species to suppress population of the gypsy moth. *J. Econ. Entomol.*, 72: 281-288.
- CAMPBELL R.W., 1963 — Some ichneumonid-sarcophagid interaction in the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae). *Can. Entomol.*, 95: 337-345.
- CAMPBELL R.W., PODGWAITE J.D., 1971 — The disease complex of the gypsy moth. I. Major components. *J. Invertebr. Pathol.*, 18: 101-107.
- DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1979 a — Dix ans d'observation sur l'entomofaune nuisible au chêne-liège en Sardaigne, pour la protection de la forêt. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 18: 71-97.
- DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1979b — Proposition de lutte intégrée dans les forêts de *Quercus suber* L. en Sardaigne. *Proc. Int. Symp. IOBC/WPRS on Integrated Control in Agriculture and Forestry*, Wien 8-12 oct. 1979: 529-533.
- DOANE C.C., 1970 — Primary pathogens and their role in the development of an epizootic in the gypsy moth. *J. Invertebr. Pathol.*, 15: 21-33.
- DOANE C.C., 1971 — A high rate of parasitization by *Brachymeria intermedia* (Hymenoptera: Chalcididae) on the gypsy moth. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 64: 753-754.
- DREA J.J., FUESTER R.W., 1979 — Larval and pupal parasites of *Lymantria dispar* and notes on parasites of other *Lymantriidae* (Lep.) in Poland 1975. *Entomophaga*, 24(3): 319-327.
- FRAVAL A., HERARD F., JARRY M., 1978 — Méthodes d'échantillonnage des populations de pontes de *L. dispar* (Lep.: Lymantriidae) en Marmora (Maroc). *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 10: 267-279.
- GANCHEV G., 1975 — The species composition and distribution of tachinid parasites of *Lymantria dispar* and their hyperparasites. *Nauchni Trudove*, 20: 97-103.
- GEORGIJEVIC E., VACLAV V., 1958 — Stacionarna istrazivanja dinamike populacije gubara ba lokalitetima Hercegovine gdje se ne vrši borba (1957 godina). *Zast. Bilja*, 41/42: 107-122.
- GODWIN P.A., ODELL T.M., 1979 — A laboratory study of the interaction of two parasites of *Lymantria dispar* (Lep.: Lymantriidae): *Blepharipa pratensis* (Dipt.: Tachinidae) and *Brachymeria intermedia* (Hym.: Chalcididae). *Entomophaga*, 24(2): 185-190.
- GREENBLATT J.A., BARBOSA P., 1980 — Interpopulation quality in gypsy moth with implication for success of two pupal parasitoid: *Brachymeria intermedia* (Nees) and *Coccygominus turionellae* (L.). *Ecol. Entomol.*, 5: 31-38.

- HEDLUND R.C., MIHALACHE G., 1980 — Parasites recovered from pupae of *Lymantria dispar* (Lep. *Lymantriidae*) in Romania, 1978. *Entomophaga*, 25: 55-59.
- HERARD F., MERCADIER G. ABAI M., 1979 — Situation de *Lymantria dispar* L. (Lep.: *Lymantriidae*) et de son complexe parasitaire in Iran, en 1976. *Entomophaga*, 24: 371-384.
- JAHN E., 1979 — Über das auftreten einer cytoplasmatischen polyedrose beim zusammenbruch der gradation von *Lymantria dispar* (Lepidoptera: *Lymantriidae*) im Leithagebirge von Ostösterreich 1973. *Z. ang. Zool.*, 66: 9-14.
- LEHRER A.Z., LUCIANO P., 1981 — Sarcophagides (*Diptera*) parasites de *Porthetria dispar* (L.) en Sardaigne et leur cartographie dans le réseau U.T.M. *Studi Sass.*, sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 27: 161-173.
- LEONARD D.E., 1967 — Parasitism of gypsy moth in Connecticut by *Brachymeria intermedia*. *J. Econ. Entomol.*, 60: 600-601.
- LEONARD D.E., 1971 — *Brachymeria intermedia* (Hymenoptera: *Calcididae*) parasitizing gypsy moth in Maine. *Can. Entomol.*, 103: 654-656.
- LUCIANO P., PROTA R., 1981a — La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardegna. I. Indicatori della gradazione ricavati dalle ovideposizioni. *Studi Sass.*, sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 27: 137-160.
- LUCIANO P., PROTA R., 1981b — La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardegna. II. Osservazioni sul parassitismo nel corso della gradazione. *Mem. Soc. Ent. It.*, suppl. vol. 60 (in corso di stampa).
- MARCU O., TUDOR I., 1978 — Insectes parasites à rôle destructif sur les populations de *Lymantria dispar* L. dans le périmètre de la République socialiste Roumaine. *Zast. Bilja*, 143/144: 111-118.
- MIHALACHE G., PIRVESCU D., CALOIANU M., POPESCU T., 1978 — Les épizooties virales dans les peuplements infestés par le ravageur *Lymantria dispar* L. *Zast. Bilja*, 143/144: 15-27.
- MINOT M.C., LEONARD D.E., 1976 — Effect of temperature, humidity, light and gravity on the parasitoid *Brachymeria intermedia*. *Environ. Entomol.*, 5(3): 427-430.
- PROTA R., 1974 — Note sulla cenosi lepidotterica di *Quercus suber* L. e sulle fluttuazioni di alcune specie dannose fotosensibili. *Redia*, 55: 439-461.
- REARDON R.C., 1976 — Parasite incidence and ecological relationships in field populations of gypsy moth larvae and pupae. *Environ. Entomol.*, 5: 981-987.
- ROMANYK N., 1966 — Enemigos naturales de la *Lymantria dispar* L. en Espana. *Bol. Serv. Plagas For.*, 18: 157-163.
- SABROSKY C.W., REARDON R.C., 1976 — Tachinid parasites of the gypsy moth *Lymantria dispar* L., with keys to adult and puparia. *MPEAL*, 10(2): 1-80.
- SISOJEVIC P., 1975 — Population dynamics of Tachinid parasites of the gypsy moth during a gradation period. *Zast. Bilja*, 26: 97-170.
- TICEHURST M., FUSCO R.A., KLING R.P., UNGER J., 1978 — Observations on parasites of gypsy moth in first cycle infestations in Pennsylvania from 1974-1977. *Environ. Entomol.*, 7: 355-358.
- VASIC K., 1958a — Uperedna analiza toka gradacije gubara 1946-1950 i 1953-1957 godine. *Zast. Bilja*, 49/50: 8-22.
- VASIC K., 1958b — Parazitske hymenoptera gubara. *Zast. Bilja*, 41/42: 17-21.
- VASIC K., JANKOVIC L.J., 1958 — Prilog poznavanju indikatora za prognozu stanja gradacije gubara. *Zast. Bilja*, 41/42: 3-15.
- VASIC K., SISOJEVIC P., 1958 — Paraziti pronimfi i lutaka gubara u Jugoslaviji 1957 godine. *Zast. Bilja*, 41/42, 49-52.
- VASIC K., SALATIC S., 1959 — Novi prilog poznavanju parazitskin Hymenoptera gubara. *Zast. Bilja*, 52/53: 45-50.
- VASILJEVIC L.J., 1961 — Susceptibilité des chenilles du bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.) envers la polyedrie dans les diverses phases de gradations de leur développement dans la nature. *Entomophaga*, 6: 269-276.
- WESELOH R.M., 1972 — Spatial distribution of the gypsy moth (Lepidoptera: *Lymantriidae*) and some of its parasites within a forest environment. *Entomophaga*, 17: 339-351.
- WESELOH R.M., 1979 — Comparative behavioral responses of three *Brachymeria* species and other gypsy moth parasitoids to humidity and temperature. *Environ. Entomol.*, 8(4): 670-675.