



ANNALI

DELLA FACOLTA' DI AGRARIA DELL' UNIVERSITA'
SASSARI

studi sassaresi

Sezione III

1982

Volume XXIX

ANNALI

DELLA FACOLTA' DI AGRARIA DELL' UNIVERSITA'

SASSARI

DIRETTORE: G. RIVOIRA

*COMITATO DI REDAZIONE: M. DATILO - S. DE MONTIS - F. FATICHENTI
C. GESSA - L. IDDA - F. MARRAS - A. MILELLA - P. PICCAROLO - A. PIETRACAPRINA
R. PROTA - G. TORRE - A. VODRET*

studi sassaresi

ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI



Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Sassari

(Direttore: Prof. *Romolo Prota*)

P. LUCIANO, G. DELRIO, R. PROTA

I DEFOGLIATORI DELLE FORESTE A *QUERCUS SUBER* L.

RIASSUNTO

Lymantria dispar L., *Malacosoma neustria* L., *Tortrix viridana* L. ed *Euproctis chrysorrhoea* L. sono le principali specie di Lepidotteri che provocano i maggiori danni ai boschi di *Quercus suber* L. Nel presente lavoro sono contenute notizie sulla loro biologia nonché sui fattori di mortalità e sulla dinamica di popolazione. Infine è riportata una revisione dei metodi di lotta (chimica, microbiologica, biologica, biotecnica e genetica) applicati per il controllo di queste specie nelle loro diverse aree di diffusione.

SUMMARY

Cork-oak defoliators.

Data are given on the biology, mortality factors and population dynamics of *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L., *Tortrix viridana* L. and *Euproctis chrysorrhoea* L. the most harmful lepidopters to *Quercus suber* L. A revision of chemical, microbiological, biological, biotechnical and genetic control methods applied in the relevant diffusion areas is also reported.

PREFAZIONE

Il patrimonio boschivo sardo è periodicamente danneggiato dall'azione di alcuni Lepidotteri defogliatori. Fra le latifoglie l'essenza maggiormente attaccata è la Quercia da sughero, la cui produttività, fonte primaria di reddito per diverse comunità dell'Isola, viene notevolmente limitata.

I fitofagi presi in esame non costituiscono un problema solamente locale, ma risultano dannosi in tutte le foreste mediterranee a Quercus spp., e qualcuno è particolarmente nocivo anche in aree diverse da quelle di origine.

L'Istituto di Entomologia agraria di Sassari, che da diversi anni conduce studi specifici nel settore, ha recentemente presentato al C.N.R., nell'ambito del programma di ricerche finalizzate «IPRA» (Incremento Produttività Risorse Agricole),

una ricerca sui defogliatori forestali di primaria importanza che ha avuto come presupposto la disponibilità di conoscenze fondamentali indispensabili per sviluppare lo studio.

Quanto è stato riunito in questo lavoro risponde a tale esigenza ed alla opportunità di non disperdere il copioso materiale bibliografico che è servito da supporto. La materia, ordinata secondo l'incidenza dei danni prodotti in Sardegna dai fitofagi considerati, è stata integrata e talvolta completata da una gamma di osservazioni condotte in precedenza per meglio comprendere certi fenomeni studiati e seguiti in ambienti diversi dal nostro.

Attraverso il programma suddetto si intendono definire le metodologie per prevedere lo sviluppo di future infestazioni e determinare i tempi ottimali di eventuali interventi a difesa del patrimonio boschivo.

INTRODUZIONE

Tra le foreste mediterranee un posto importante occupano quelle a *Quercus suber* L., sia per l'estensione, sia per l'interesse delle loro produzioni.

In natura non esistono boschi puri di tale essenza, ma bensì boschi misti con *Q. ilex* L. o *Q. pubescens* Willd. o cenosi miste con *Olea oleaster* Hoffmg. et Link. Data però la rilevanza economica di questi impianti, essi vengono condotti in popolamenti puri ed in moltissimi casi completamente decespugliati e degradati così a bosco-pascolo.

Indubbiamente la pesante azione antropica, con la semplificazione dell'ecosistema, ha notevolmente perturbato gli equilibri naturali esistenti nella biocenosi di queste foreste.

Fra i fitofagi, un ruolo di primaria importanza è svolto dai Lepidotteri *Lymantria dispar* L. e *Malacosoma neustria* L., che periodicamente provocano estese defoliazioni totali. Non trascurabili risultano anche i danni prodotti da *Tortrix viridana* L. ed *Euproctis chrysorrhoea* L.

Nel presente lavoro viene compiuta una revisione delle numerose informazioni finora acquisite sulla biologia, i nemici naturali, la dinamica di popolazione e i metodi di controllo di queste specie.

Diffusione e importanza economica della Quercus suber

L'areale di *Q. suber*, pur estendendosi verso occidente fino alle coste dell'Oceano Atlantico, gravita prevalentemente sul bacino del Mediterraneo.

In Europa questa essenza è presente in Italia, Francia, Spagna e Portogallo; mentre in Africa si trova in Marocco, Algeria e Tunisia (Fig. 1).



Fig. 1 - Areale di *Quercus suber* L.

La consistenza dei boschi a *Q. suber* nelle nazioni indicate è in ordine decrescente la seguente: Portogallo 750.000 ettari; Spagna oltre 500.000; Algeria 430.000; Marocco 350.000; Francia, Italia e Tunisia circa 100.000 ettari ciascuna.

In Italia circa il 90% della superficie occupata da tale essenza si trova in Sardegna, la rimanente è distribuita fra Sicilia, Calabria, Puglia, Campania, Lazio e Toscana.

La produzione italiana di sughero nell'ultimo decennio è stata in media di oltre 150.000 q annui, ma essa è largamente deficitaria per il fabbisogno nazionale.

La dipendenza dall'estero pone pertanto il problema non solo di ampliare l'area investita a *Q. suber*, ma soprattutto di difendere il patrimonio esistente e di aumentarne la produttività limitando anche i danni causati dagli artropodi fitofagi. Una adeguata protezione dei boschi dagli attacchi entomatici non può, però, prescindere dalla conoscenza della complessa biocenosi che caratterizza tale ambiente. Pertanto, ogni operazione di difesa deve essere condotta tenendo conto di molti elementi importanti ivi presenti, soprattutto degli innumerevoli ausiliari utili per il mantenimento dell'ecosistema.

Effetti della defogliazione

La defogliazione altera le condizioni fisiologiche della pianta, diminuendo la biomassa fotosintetica, influenzando l'attività cambiale e la formazione degli organi riproduttivi, e interferendo anche sulla traspirazione e sulla distribuzione degli elaborati necessari per l'accrescimento (29).

La pianta reagisce alla defogliazione con una nuova emissione di foglie ridotte sia nel peso che nella superficie, tanto che la massa fogliare originaria viene ricostituita solo gradualmente. Infatti, l'effetto della defogliazione, in misura decrescente, si manifesta anche durante i 2-3 anni successivi (29).

La totale mancanza di foglie provoca la riduzione dell'accrescimento in altezza del 63% e dell'ampiezza degli anelli del legno del 45% (119, 120), similmente a quanto si verifica in altre specie di quercia (4,71, 137).

Le perdite di produzione del sughero sembrano valutabili attorno al 60% nell'anno di defogliazione totale e al 32% nell'anno successivo, ma sempre rilevanti risultano le perdite (42%) in un anno di defogliazione parziale del 50% (29).

Assieme a tale danno va considerata la mancata produzione di ghiande che costituiscono un'importante fonte alimentare per gli allevamenti bradi.

La defogliazione totale e ripetuta, in coincidenza con altri fattori ecologici sfavorevoli (clima, condizioni di umidità del suolo, funghi patogeni) può portare ad un deperimento massiccio dei boschi (4), con conseguenze negative sull'equilibrio delle foreste. Oltre alla riduzione della produzione primaria si ha infatti un cambiamento nella catena trofica dell'ecosistema e modificazioni nella composizione floristica, faunistica e microbiologica del suolo (163).

LYMANTRIA DISPAR L.

a) Biologia e comportamento

La *Lymantria dispar* L., Lepidottero della famiglia *Lymantriidae*, è specie largamente diffusa nell'Europa centrale e meridionale, nei Paesi del Nord Africa, nonché in Siberia ed in Cina fino al Pacifico. È stata inoltre introdotta accidentalmente nel 1869 negli Stati Uniti d'America.

Come indica il suo nome, è una specie caratterizzata da un notevole dimorfismo sessuale.

Lo sfarfallamento degli adulti nell'areale di *Q. suber* può iniziare, in dipendenza dell'andamento climatico stagionale, già nella terza decade di giugno, raggiungere il massimo intorno a metà luglio ed esaurirsi, nelle zone più elevate, verso la fine di agosto. Le femmine non volano e richiamano i maschi, che sono, invece, dei buoni volatori, con l'emissione del feromone sessuale.

Le uova sono deposte, subito dopo l'accoppiamento, in una singola ovatura, ricoperte e frammiste con i peli addominali della femmina. Le ovature, di colore paglierino e di forma ovoidale, hanno una taglia variabile (media cm 3 x 2) e possono contenere da 100 ad oltre 1200 uova, in dipendenza della densità di popolazione dell'insetto. Oltre che sul tronco e sui rami delle quercie e di altre specie arboree ed arbustive, esse sono deposte anche su muretti a secco, sotto grondaie, su ogni sorta di materiali esistenti nel bosco, nonché sotto pietre e anfrattuosità di rocce e piante (107).

Subito dopo l'ovideposizione, inizia l'embriogenesi che è completata entro sei settimane. La larva passa l'inverno in diapausa obbligatoria entro il corion.

La schiusura delle uova inizia quando le temperature medie settimanali superano i 10°C e si protrae per un periodo di due-tre settimane. Nell'areale di *Quercus suber* queste condizioni generalmente si verificano in aprile, in coincidenza con l'inizio della germogliazione delle piante.

Può accadere, però, che temperature elevate in marzo provochino una schiusura precoce, senza però mettere in difficoltà le larve neonate, le quali possono sopravvivere senza alimentarsi anche per una settimana (158). In questi casi, comunque, le giovani larve, specie nei boschi misti di *Q. suber* e *Q. pubescens*, possono spostarsi sulla seconda essenza, a spese della quale superano i primi giorni di vita. Le larve di I età sono fototropicamente sensibili e si orientano verso la parte alta delle piante. Normalmente esse hanno l'abitudine di lasciarsi cadere dal fogliame appese ad un filo di seta che può rompersi facilmente e così favorire la loro dispersione passiva per mezzo del vento entro qualche chilometro (33). La dispersione può durare anche due settimane e di solito cessa quando le larve si stabiliscono su fogliame adatto.

L'insetto è caratterizzato da una elevata polifagia. Oltre che su tutte le specie di quercia, le larve possono nutrirsi a spese di oltre quattrocento specie vegetali arboree (comprese alcune conifere), arbustive ed erbacee (69).

In Sardegna sono segnalati attacchi su moltissime piante anche coltivate (pero, melo, ciliegio, pesco, albicocco, mandorlo, vite, etc.), ma l'essenza preferita rimane sempre la *Q. suber*.

Le giovani larve rimangono generalmente sul fogliame fino alla seconda muta, mentre a partire dalla terza età si spostano frequentemente sui rami e sui tronchi. Nello stesso momento e nel medesimo ambiente si possono trovare larve di tre o quattro età differenti, che daranno luogo, in seguito, alla presenza contemporanea in campo di più stadi di sviluppo.

Le larve a maturità possono raggiungere anche i 70 mm di lunghezza e si incrisalidano normalmente a partire da metà giugno sino a fine luglio, generalmente sulla pianta ospite.

Il periodo pupale varia da 10 a 15 giorni.

b) *Fattori di mortalità rilevati nei diversi stadi**Uovo*

Il principale parassita dell'uovo è l'Imenottero Encirtide *Ooencyrtus kuwanai* (How.). Questo parassita ha diverse generazioni per anno e determina i tassi di parassitismo più elevati sulle ovature piccole o con feltro lacerato da agenti esterni. Il tasso di parassitizzazione si aggira comunemente fra il 10 e il 50% (186), in Sardegna nel 1965-66 la percentuale media è stata del 22% (154).

Il secondo parassita in ordine di importanza è l'Imenottero Eupelmide *Anastatus disparis* Ruschka, di norma monovoltino, con tassi di parassitizzazione variabili ma non superiori al 40% (186).

In Sardegna la mortalità delle uova causata dai due parassiti è variata, in otto anni di osservazioni, dal 10% al 23% (107).

Le uova vengono predate da alcune specie di Coleotteri Dermestidi e Cantaridi. In Sardegna i predatori (*Dermestes lardarius* L. e *Haplocnemus jejunos* Kiesenw.) distruggono dall'1 all'8% circa delle uova (107).

Anche alcune specie di uccelli predano le ovature, soprattutto quelle esposte nelle parti alte delle piante; in Giappone essi sono considerati un fattore di limitazione molto importante potendo raggiungere tassi di predazione dell'84% (87).

Larva giovane

I più importanti parassiti delle prime età larvali (II-IV) sono Imenotteri Braconidi del genere *Apanteles*, che determinano mortalità variabili sino al 22% (186).

In Sardegna finora sono stati riscontrati *A. melanoscelus* (Ratz.) (bivoltino) e *A. porthetriae* Muesebeck (polivoltino), che in anni di alta densità di *Lymantria* hanno determinato mortalità attorno al 2%.

La presenza di queste specie in campo è facilmente individuabile dai bozzoletti biancastri che le larve tessono sulla corteccia delle piante e sotto le foglie, spesso in vicinanza della vittima.

Larva delle ultime età

I parassiti di maggiore rilievo che attaccano le larve delle ultime età sono Ditteri Tachinidi.

Le specie più importanti presenti nell'areale di *Q. suber* sono *Blepharipa pratensis* (Meig.), *Compsilura concinnata* (Meig.), *Exorista larvarum* L., *Exorista segregata* Rond., *Parasetigena silvestris* (R.D.) (108, 167, 170).

L'incidenza di ogni specie è variabile a seconda della zona di studio, della densità di popolazione dell'ospite e dipende inoltre dal particolare modo di proliferare. Infatti la parassitizzazione dell'ospite avviene o deponendo numerose uova microtipiche sulle foglie delle piante sulle quali si nutrono le vittime (*B. pratensis*), oppure deponendo uova macrotipiche sull'ospite (*E. larvarum*, *E. segregata*, *P. silvestris*), o ancora deponendo le larve all'interno del corpo dell'ospite (*C. concinnata*). Il numero di generazioni varia da 1 (*B. pratensis*, *P. silvestris*) a 3-4 all'anno (*E. larvarum*, *E. segregata*, *C. concinnata*) e lo svernamento avviene allo stadio di pupa nel terreno (*B. pratensis*, *P. silvestris*) o come larva immatura all'interno di altri ospiti (le rimanenti tre specie) (171).

In Sardegna *B. pratensis*, specie oligofaga, è stata quella più incisiva soprattutto ad alte densità dell'ospite causando mortalità superiori al 70%, mentre *E. segregata* ed *E. larvarum*, specie polifaghe, si riscontrano più frequentemente su popolazioni poco dense del fitofago determinando però basse percentuali di parassitizzazione (al massimo 2%) (108).

Rarissimi, invece, sono stati i rilevamenti di *P. silvestris*, mentre mancano segnalazioni di *C. concinnata*.

Queste specie di Tachinidi possono essere distinte facilmente fra loro anche dal pupario per le differenze presenti nelle placche spiracolari. Questi caratteri consentono tra l'altro l'immediata distinzione fra Tachinidi e Sarcofagidi, spesso contemporaneamente presenti nella stessa vittima. Questi ultimi, infatti, mostrano le placche spiracolari inserite in una cavità profonda ed arrotondata della parte caudale del pupario (171), anziché in superficie.

Un altro gruppo di nemici naturali delle larve di *Lymantria* è costituito dai predatori. Fra essi un ruolo di grande importanza è svolto dal Coleottero Carabide *Calosoma sycophanta* L., che nei suoi stadi attivi preda larve e pupe del Limantride. Il *C. sycophanta*, specie polifaga, può causare a volte delle notevoli mortalità in popolazioni di *Lymantria* ad alta densità (46), ma normalmente, come anche osservato in Sardegna, le popolazioni del Lepidottero si riducono ad opera di altri nemici naturali (36). Lo sviluppo larvale del *Calosoma* si completa in circa un mese, mentre gli adulti vivono per qualche anno svernando negli strati superficiali del terreno (64).

Gli uccelli ed i piccoli mammiferi sono ricordati come predatori molto importanti particolarmente in popolazioni di *Lymantria* a bassa densità in ambienti giapponesi ed americani (40, 72).

Per l'Europa non esistono, invece, molte segnalazioni sulla predazione di questo tipo, tranne quelle di Rotschild (169) che ha trovato i resti di *L. dispar* nello stomaco di piccoli mammiferi quali *Apodemus flavicollis* Melchior, *A. sylvaticus* L. e *Dromomys nitedula* Nehring e di Dobrivojevic (61) che cita fra gli uccelli in particolare l'*Oriolus galbura* L..

In Sardegna sono segnalati roditori dei generi *Suncus* e *Crocidura*, insieme con la specie *Apodemus sylvaticus*, conosciuti come predatori di larve e pupe di Lepidotteri (Santini, *in litteris*), e in primavera ed estate il *Cuculus canorus* L. abile e specifico divoratore di bruchi (Mocci Demartis, *in litteris*).

Un ulteriore gruppo di nemici naturali di *Lymantria* è costituito dagli agenti patogeni: virus poliedrici nucleari e citoplasmatici, batteri dei generi *Bacillus*, *Streptococcus*, *Serratia* e diversi Protozoi (26, 102).

L'azione di questi patogeni si manifesta sulle larve delle ultime età (128) e, quando la popolazione del Limantride è particolarmente alta, essi determinano mortalità prossime al 60% (37, 109).

Certamente un ruolo importante è svolto dai virus, trasmessi da una generazione all'altra attraverso le uova, e la cui azione si manifesta anche in relazione all'aumento della temperatura e della umidità relativa (109, 199, 205) nonostante la suscettibilità delle larve alle infezioni decresca nelle popolazioni meno dense (206). Le larve morte per infezioni virali pendono dalle piante con il corpo flaccido sostenuto dalle pseudozampe.

In Sardegna sono presenti il virus poliedrico nucleare *Baculovirus* (sottogruppo A) (= *Borrelinavirus reprimens*) ed il protozoo *Nosema lymantriae* Weiser (Triggiani, *in litteris*; 161).

Crisalide

Fra i nemici naturali di questo stadio rientrano numerose specie di Imenotteri Icnemonidi (170, 186).

Le più comuni sono *Theronia atalantae* (Poda) e *Pimpla instigator* F., che determinano una parassitizzazione raramente superiore al 5% (108, 167). Questi Icnemonidi (endoparassiti, polifagi e polivoltini) però, spesso, pungono le crisalidi solamente per nutrirsi (34) predisponendo in tal modo gli ospiti ad essere attaccati da diverse specie di Ditteri Sarcofagidi (100).

Altro Imenottero di importanza rilevante è il Calcidide *Brachymeria intermedia* (Nees). La maggior incidenza di questo parassita (polivoltino e polifago) si realizza generalmente su popolazioni di *L. dispar* molto alte e spesso in coincidenza con la defogliazione totale dei boschi. In queste condizioni si sono registrati tassi di parassitizzazione variabili dal 20% ad oltre il 60% (110, 167), mentre su popolazioni poco dense l'incidenza difficilmente è stata superiore al 5% (108).

Sulle crisalidi, infine, agiscono i patogeni precedentemente citati per lo stadio di larva, ai quali si aggiungono diversi funghi (in particolare dei generi *Beauveria* e *Aspergillus*), che complessivamente determinano mortalità fino ad un massimo del 20-25% (109, 110).

Adulto

Alcune specie di Vertebrati ed Invertebrati possono predare gli adulti di *Lymantria* provocando però mortalità abbastanza contenute.

Osservazioni condotte al di fuori dell'areale di *Q. suber* hanno evidenziato che in media meno del 5% delle femmine è soggetto alla predazione (36).

MALACOSOMA NEUSTRIA L.

a) *Biologia e comportamento*

Malacosoma neustria L., Lepidottero della famiglia *Lasiocampidae*, è specie ampiamente diffusa in tutta la regione Palearctica.

Lo sfarfallamento degli adulti nell'areale di *Q. suber* può iniziare, in dipendenza dell'andamento climatico stagionale, già nella seconda decade di giugno, raggiunge il massimo in luglio e, nelle zone più elevate, può proseguire sino alla prima decade di agosto.

Femmine e maschi, pur non essendo buoni volatori, possono facilmente diffondere le infestazioni in aree limitrofe.

La femmina, subito dopo l'accoppiamento, depone le uova in modo caratteristico su rametti delle piante ospiti dell'anno o al massimo dell'anno precedente, incolandole a spirale serrata in modo da formare un manicotto avvolgente il supporto. Le ovature contengono un numero di uova variabile da 50 fino a circa 400.

L'embrionogenesi inizia subito dopo l'ovideposizione e termina dopo una quindicina di giorni, ma la larva passa l'inverno entro il corion, in diapausa obbligatoria.

La schiusura delle uova nelle nostre regioni meridionali si verifica a partire dalla fine di marzo, in coincidenza con l'inizio della germogliazione delle quercie, e prosegue di norma per tutto aprile.

Le larve neonate sono dotate di istinto gregario e vivono in gruppo legando con dei fili di seta i giovani germogli. Una volta consumate le foglioline inglobate, si portano in gruppi a nutrirsi sui rametti vicini, costruendo un nido setoso che ingrandiranno man mano col progredire dell'età.

Le larve rimangono in riposo, la notte o nei periodi freddi, sopra le tele del nido. L'effetto di gruppo risulta importante sia nell'accelerare lo sviluppo che nell'aumentare la nutrizione delle larve e ridurre il tasso di mortalità (178).

Le larve di *Malacosoma* si nutrono delle foglie di numerose piante appartenenti a diverse famiglie (Juglandacee, Rosacee) ma principalmente Fagacee.

In Sardegna, oltre che sulle quercie, che risultano le piante preferite, l'insetto è stato ripetutamente segnalato su mandorlo, pero e melo.

Le ultime età dello stadio larvale perdono l'istinto gregario.

Le larve raggiungono la maturità ai primi di giugno e tessono un bozzolo unendo con fili di seta due o più foglie vicine; possono però impuparsi anche fra i rami defogliati, nelle screpolature della corteccia e fra le erbe secche alla base delle piante. La durata dello sviluppo pupale varia tra i 10-15 giorni in dipendenza delle condizioni ambientali.

b) Fattori di mortalità rilevati nei diversi stadi

Uovo

I principali parassiti dell'uovo sono alcune specie di Imenotteri Scelionidi del genere *Telenomus*.

Nell'Europa orientale è molto importante il *Telenomus laeviusculus* (Ratz.), che provoca tassi di parassitismo fino all'80% (1, 196).

In Jugoslavia, ma anche in Puglia (93) è presente il *T. terebrans* Ratz. con tassi di parassitismo attorno al 20-30% (194), mentre in Sardegna è stato segnalato il *T. bombycis* Mayr (123).

Altri parassiti oofagi, presenti anche nell'Europa orientale (166), ma diffusi soprattutto nell'area della *Q. suber* (9, 123, 164), sono alcune specie di Imenotteri Encirtidi (*Ooencyrtus neustriae* Mercet (= *Schedius vinulae* Masi), *O. masii* Mercet., *O. tardus* (Ratz.)) e l'Eupelmide *Anastatus bifasciatus* (B.d.F).

In Sardegna i parassiti oofagi, in anni di alta densità di *Malacosoma*, non hanno mai superato il 10% di parassitizzazione.

Larva

I principali parassiti delle larve giovani sono alcune specie di Imenotteri Braconidi appartenenti ai generi *Apanteles* e *Meteorus*. I tassi di parassitismo riscontrati non sono però mai significativi, aggirandosi sull'1-8% (56, 83, 150).

Anche Imenotteri Icneumonidi attaccano occasionalmente le larve di *Malacosoma* (6, 94, 123, 198).

Le ultime età larvali vengono attaccate inoltre da alcune specie di Tachinidi: *Carcellia gnava* Meig., *Exorista larvarum* L., *Pales pavidata* Meig., *Masicera cuculliae* R.D., *Zenillia libatrix* Panz., *Blondelia nigripes* Fall., *Echinomya praeceps* Meig., *Goniocera versicolor* Fall., ed occasionalmente da altre (86).

La composizione delle specie di Tachinidi che attaccano la *Malacosoma* e l'importanza della parassitizzazione è variabile a seconda dell'ambiente. Infatti, sono se-

gnalati tassi di parassitizzazione varianti dal 10 al 60% per il complesso dei Tachinidi (45, 56, 83).

Osservazioni condotte in Sardegna per un periodo di circa 10 anni hanno posto in evidenza che i Tachinidi hanno causato un tasso di parassitizzazione media delle larve delle ultime età del 28%, con punte attorno al 60% negli anni di alta densità di *Malacosoma* (54). *Pales pavidus*, specie polifaga e polivoltina che depone uova microtipiche sulle foglie, è risultata la specie più importante con un tasso medio di parassitizzazione del 18,4%. Altre due specie, *Exorista larvarum* e *Masicera cuculliae*, hanno determinato una mortalità del 9,4%.

Le larve di *Malacosoma* vengono predate dal Carabide *Calosoma sycophanta* L., da ragni e uccelli, che svolgono però un ruolo di importanza inferiore rispetto ai Tachinidi.

Alcuni agenti patogeni causano mortalità sulle larve di *Malacosoma*: virus nucleari (118) e citoplasmatici (191); batteri; funghi (in particolare *Beauveria bassiana* Vuill.) (123); protozoi come *Plistophora neustriae* Gun. (79) e *Thelohania hyphantriae* Weiser (213). Questi patogeni possono talvolta apparire contemporaneamente decimando le popolazioni dell'insetto (79, 143).

I virus poliedrici nucleari e citoplasmatici sono un elemento patogeno tra i più costanti nelle popolazioni di *Malacosoma*. L'azione delle malattie virali si manifesta su larve di ultima età e pupe, a fine maggio - primi di giugno, in corrispondenza dell'aumento delle temperature (143) e di norma in corrispondenza di alte densità larvali (118).

In Sardegna le malattie virali sono apparse solamente negli anni di alta densità larvale ed hanno determinato una mortalità nettamente inferiore a quella causata dai parassiti, svolgendo così un ruolo complementare nel deprimere le popolazioni di *Malacosoma*.

Crisalide

Alcune specie di Icneumonidi attaccano l'eopupa di *Malacosoma* entro il bozzolo. Fra queste *Gregopimpla malacosomae* Seyrig, ectoparassita gregario, è in Sardegna un elemento costante della biocenosi di *Malacosoma*, con tassi di parassitizzazione variabili dall'1 al 15%.

Le crisalidi vengono parassitizzate dalle medesime specie di Icneumonidi e di Calcididi che attaccano quelle di *Lymantria*. I tassi di parassitizzazione variano a seconda della densità di popolazione dell'ospite. Negli anni di defogliazione totale si sono registrati infatti tassi massimi del 40-45% determinati prevalentemente da *Brachymeria intermedia* (Nees); mentre *Pimpla instigator* F. e *Theronia atalantae* (Poda) paiono più efficaci sulle popolazioni a bassa densità.

*TORTRIX VIRIDANA L.*a) *Biologia e comportamento*

La *Tortrix viridana* L., Lepidottero della famiglia *Tortricidae*, è specie diffusa in tutta l'Europa, Asia Minore e Marocco. Gli adulti nell'areale di *Q. suber* sfarfallano dalla fine di maggio e, nelle zone più elevate, fino alla metà di luglio (156, 183). Le farfalle volano specialmente nelle ore pomeridiane e possono accoppiarsi lo stesso giorno della loro comparsa. Le uova vengono deposte a coppie sulla parte alta della chioma, nelle screpolature o in depressioni dei rametti, e coperte da un sottile strato colloidale al quale sono appiccicati detriti vegetali e squame, in modo da risultare protette e poco visibili (183).

La prolificità della specie raramente supera le 60 uova per femmina (77).

T. viridana sverna allo stadio di uovo e lo sviluppo embrionale si completa all'inizio della primavera. Le larve fuoriescono dall'uovo generalmente in aprile al principio della germogliazione delle quercie.

Le larve neonate vanno tra i germogli in sviluppo, riuniscono con fili sericei i lembi di alcune foglioline costituendosi un riparo dall'interno del quale rodono il parenchima delle foglie e, più o meno estesamente, anche la nervatura mediana.

Se le foglie dei germogli sono già distese, si portano sulla pagina inferiore delle stesse ed ogni individuo si costruisce, ripiegando con fili di seta il margine fogliare verso la nervatura centrale, una sorta di tubo nel quale si ripara e rode il parenchima, rispettando in parte l'epidermide superiore.

La larva matura si trasforma in crisalide dentro un bozzolo bianco a pareti sottili, tessuto tra la foglia accartocciata del suo ultimo riparo.

Nelle regioni più calde della Spagna e del Portogallo, le crisalidi sono state osservate già a fine aprile (11), mentre in Italia questo periodo si sposta fra la metà e la fine di maggio. Lo stadio di crisalide dura circa due settimane.

b) *Fattori di mortalità rilevati nei diversi stadi**Uovo*

Dalle uova di *T. viridana* sono stati ottenuti, in Cecoslovacchia, alcuni Calcidoidei dei generi *Centrobria*, *Ufens*, *Trichogramma* (in particolare *T. cacoeciae* Marchal) e *Erythmelus* e uno Scellionide del genere *Telenomus* (124).

Larva e crisalide

Larve e pupe del Tortricide vengono parassitizzate da un centinaio di specie di Tachinidi, Braconidi, Icneumonidi, Calcididi e Proctotrupidi (22, 44).

Il complesso parassitario, formato per lo più da specie polifaghe, manifesta una diversa composizione a seconda dell'ambiente geografico ed ecologico (22) e varia, inoltre, a seconda della densità dell'ospite (17).

Solamente alcuni parassiti risultano presenti un po' dappertutto e danno luogo ad una elevata mortalità.

Fra i Tachinidi che attaccano la larva sono più comuni *Actia pilipennis* Fall., polivoltino e ovoviviparo ed *Elodia tragica* Meig., bivoltino e deponente uova microtipiche (86, 183).

Nell'areale di *Q. suber* sembrano tuttavia più diffusi *Nemorilla floralis* Fall. (180), polivoltino e deponente uova macrotipiche sulla larva e *Pales pavida* Meig., già ricordato a proposito di *Malacosoma neustria*.

I più attivi parassiti larvali sono però il Braconide *Macrocentrus thoracicus* Nees (57) e l'Ichneumonide *Phytodietus segmentator* Grav., polivoltino (89, 218).

I principali parassiti delle pupe di *T. viridana* sono gli Ichneumonidi: *Phaeogenes invisor* (Thnb.) (= *P. stimulator* Grav.), *Itopectis maculator* F., *I. alternans* (Grav.), *Apechthis rufata* (Gmel.) e *A. quadridentata* (Thoms.) (= *A. resinator* Roman nec Thunberg).

P. invisor, monovoltino e probabilmente monofago, è il più abbondante ed efficace parassita del Tortricide nell'Europa centrale e orientale (130, 183). *I. maculator*, polifago, ha una o più generazioni all'anno e sembra essere il più importante parassita delle pupe nell'areale di *Q. suber* (168, 180).

I parassiti monovoltini (*P. invisor*; *I. maculator*), le cui popolazioni aumentano col crescere della densità dell'ospite, danno un buon controllo della *T. viridana* anche ad alte densità, mentre quelli polivoltini (*P. segmentator*, *A. quadridentata* e *A. rufata*), che dipendono da ospiti alternativi, non si accrescono proporzionalmente con il Tortricide e diventano relativamente efficaci solo quando le popolazioni di esso sono ridotte (88).

Le pupe di *T. viridana* sono inoltre parassitizzate da Calcididi fra cui *Brachymeria intermedia* (Nees), comune nelle aree sughericole dove attacca, come detto, anche *Lymantria* e *Malacosoma* (180, 183).

Larve, pupe e adulti di *T. viridana* vengono predati da *Formica gagates* Latr. (183) e *F. polyctena* Först.; quest'ultima specie riesce a rafforzare notevolmente l'azione dei parassiti (89).

Oltre ad altri insetti predatori, anche certi uccelli attaccano il Tortricide, ma non risulta ancora chiaro il loro effetto sulla dinamica di popolazione dell'insetto (173). Alcuni agenti patogeni possono causare mortalità alle larve di *Tortrix*: virus poliedrici, microsporidi, batteri e funghi.

In particolare, le microsporidiosi causate da *Nosema tortricis* Weiser, *Octosporea viridianae* Weiser, *Thelohania weiseri* Gunther, possono indurre elevate mortalità

(65%) e, assieme ad altri fattori, possono causare il collasso di alte popolazioni di *Tortrix viridana* (106).

EUPROCTIS CHRYSORRHOEA L.

a) *Biologia e comportamento*

Euproctis chrysorrhoea L., Lepidottero della famiglia *Lymantriidae*, è specie diffusa in tutta Europa, Asia Minore, Siria, Iran, Marocco, Algeria, Tunisia.

Alla fine del secolo scorso è stata introdotta accidentalmente in America del Nord.

Nell'areale di *Q. suber* gli adulti sfarfallano all'inizio di giugno e, nelle zone più elevate, possono trovarsi per tutto luglio (11, 156).

La femmina non è una buona volatrice, al contrario del maschio.

Le uova, rotondeggianti, di colore giallo oro, sono deposte in numero variabile da 100 a circa 500 (7) in un'ovatura allungata (mm 13-30 x mm 4-7) (7, 172) la quale aderisce generalmente alla pagina inferiore delle foglie, ma può trovarsi anche in quella superiore o sui rametti. La schiusura avviene dopo 15-20 giorni d'incubazione, in luglio in Portogallo e Sardegna.

Le larvette dotate di fortissimo istinto gregario, rodono l'epidermide superiore ed il mesofillo della foglia, procedendo affiancate. La foglia scheletrizzata si dissecca ed accartocchia, e le larve, riunendo con fili di seta alcune di queste foglie costruiscono un nido dove si riparano alla sera o durante il cattivo tempo.

La specie è assai polifaga e può svilupparsi a spese di numerose essenze arboree e non di rado erbacee. Risultano attaccati alcuni fruttiferi (pero, melo, ciliegio, susino e nocciolo), il biancospino, la rosa, il prugnolo ed altre Rosacee e varie piante forestali come frassino, faggio, olmo, acero, pioppo, salice, tiglio e quercie.

Il biancospino sembra essere la pianta preferita nel Centro Europa (203), mentre nelle aree mediterranee (13) e in Sardegna l'*Euproctis* si trova frequentemente sul corbezzolo. In Portogallo la specie è per importanza il secondo defogliatore della *Q. suber* (11).

Le larve che possono svernare a diverse età (I-IV) (68, 74, 172), all'inizio dell'autunno costruiscono un nuovo nido invernale oppure trasformano a questo scopo il primitivo rifugio.

Il nido invernale, di grandezza e forma variabili, è costruito all'apice di un ramo ed è formato da foglie secche riunite assieme ed avvolte con un tessuto sericeo bianco-grigiastro. All'interno esso risulta diviso in celle da setti sericei forati, contenenti ciascuna da 5 a 20 larve (ma anche solo una negli inverni molto freddi) (177). Il nido ospita, in media, 200-500 individui, fino ad un massimo di 3000 (7).

Il numero delle larve nei nidi invernali cresce con l'aumentare della densità dell'insetto e può essere preso come parametro di previsione dell'intensità di popolazione (58, 201).

In primavera, alla schiusura delle gemme, le larve riprendono a nutrirsi, ritornando a sera nel loro rifugio che progressivamente ingrandiscono.

Le larve dell'ultima età perdono l'istinto gregario e possono passare da una pianta all'altra; la maturità viene raggiunta ai primi di giugno. È opportuno ricordare che in tutte le età dello stadio larvale esse sono fornite di setole urticanti capaci di provocare fenomeni irritativi anche gravi negli animali a sangue caldo.

Le larve mature costruiscono in mezzo ai cespugli o alle erbe, ma anche sulle piante, un bozzolo rado con inframmezzati peli e setole larvali. Talora i bozzoli sono riuniti in gran numero a formare delle masse avvolte da foglie rosicchiate.

Gli adulti sfarfallano dopo 2-3 settimane dall'impupamento.

b) Fattori di mortalità rilevati nei diversi stadi

Uovo

Lo Scelionide *Telenomus phalenarum* Nees e due Calcidoidei, una specie di *Trichogramma* ed una di *Anagrus*, parassitizzano l'uovo in estate (7).

Larva

Le larve giovani vengono parassitizzate da numerose specie di Imenotteri Icnemonidi, Braconidi e Calcidoidei (7).

Solo poche specie sono però comuni e quantitativamente importanti: *Apanteles lacteicolor* Vier. e *Meteorus versicolor* Wesm. (Braconidi), *Eupteromalus nidulans* Thoms. (Pteromalide).

A. lacteicolor ovidepone su larve di I e II età in agosto ed ogni femmina può parassitizzare fino a 300 larve. Il tasso di parassitizzazione può arrivare fino al 25% (133).

M. versicolor attacca le giovani larve in agosto-settembre e risulta il più importante parassita dell'*Euproctis* in alcune aree del Centro Europa (66). Entrambe queste specie sono polivoltine e necessitano di altre convittime (*Lymantria*) per mantenere un'alta popolazione (133).

E. nidulans è un parassita polifago di Lepidotteri, ma anche iperparassita di Braconidi, Icnemonidi e Tachinidi. Esso attacca le larve e le crisalidi di *Euproctis*

nei nidi, ma la sua accentuata tendenza all'iperparassitismo (spesso vive su parassiti primari di *Euproctis*) lo rende un fattore di controllo trascurabile (73).

In primavera ed estate le larve di *Euproctis* possono venire parassitizzate da numerose specie di Braconidi dei generi *Habrobracon*, *Rhogas*, *Apanteles*, *Microplitis*, *Meteorus* (7).

Le larve di *Euproctis* sono parassitizzate, inoltre, da alcune specie di Tachinidi, il piú importante dei quali risulta *Alsomyia nidicola* T.T., monovoltino e ovoviviparo, di cui l'*Euproctis* è il solo ospite conosciuto (134). Il tasso di parassitismo riscontrato in America, dove questo Dittero è stato introdotto, è risultato del 20-30% (25).

Altre specie di Tachinidi, particolarmente importanti in talune zone sono: *Carcelia laxifrons* Vill. (25), *Echinomyia magnicornis* Zett. (5), *Masicera sphingivora* (R.D.) e *Palesisa medioculata* Vill. (188).

A questi Tachinidi bisogna aggiungere altre specie polifaghe alcune delle quali già citate per gli altri defogliatori: *Exorista larvarum* L., *E. segregata* Rond., *Zenilia libatrix* Panz., *Pales pavidata* Meig., *Blondelia nigripes* Fall., *Compsilura concinnata* Meig. (86) conosciute anche per l'Italia (170).

La mortalità causata dai Tachinidi è molto variabile (5, 140, 141, 188) e in qualche zona ha raggiunto il 64% (195).

Le larve mature e le pupe vengono predate da *Calosoma sycophanta* L.

Le larve libere e quelle svernanti nei nidi vengono predate da uccelli quali *Passer domesticus* L., *Sturnus sturnus* L., *Turdus merula* L., *Dryobates major pinetorum* Brehm., *Parus major* L. (7). La predazione da parte degli uccelli può risultare in qualche caso particolarmente importante: in Russia sono stati riscontrati danni ai nidi invernali per il 70-80% (67) e in Germania, in qualche località, si è potuta rilevare una predazione sui nidi fino al 90% (7).

Le larve di *Euproctis* possono essere uccise da alcuni patogeni: funghi, batteri, protozoi e virus. Fra i funghi, specie dei generi *Beauveria*, *Metarhizium* e *Scopulariopsis* (160, 195), ma soprattutto *Entomophthora aulicae* Reichardt, in qualche caso possono determinare fino al 100% di mortalità (80, 184).

Altrettanto letali risultano le microsporidiosi causate da *Thelohania hyphantriae* Weiser, *T. similis* Weiser, *Pleistophora schubergi* Zwolfer e *Nosema kovacevici* Purrini et Weiser (159, 212).

Anche virus citoplasmatici (50) e nucleari (*Borrelinavirus euproctis*) (49) possono infettare le larve.

Le mortalità causate dal virus poliedrico nucleare sono molto variabili, soprattutto a seconda delle condizioni climatiche della foresta (143, 195).

Crisalide

Le pupe sono parassitizzate da alcuni Inceumonidi estremamente polifagi: *Itopectis alternans* Grav., *Apechthis compunctor* L., *Pimpla instigator* F., *P. turionellae* L. e *Theronia atalantae* (Poda) (7, 52) e da alcuni Calcidoidei fra cui risulta comune il *Monodontomerus aereus* Walk., che però vive anche da iperparassita ed è un serio nemico dei Tachinidi (135).

FLUTTUAZIONI DELLE POPOLAZIONI

Le popolazioni entomatiche presentano, com'è noto, variazioni di densità sia nell'ambito di un ciclo biologico sia nel corso delle generazioni.

Nel primo caso l'entità numerica della specie va progressivamente riducendosi dallo stadio di uovo a quello di adulto per l'azione di un insieme di fattori biotici ed abiotici che ne limitano la densità; questo fenomeno prende il nome di oscillazione o di variazione intraciclica (24).

Poiché in natura nessuna specie si mantiene in equilibrio perfetto, alla fine di una generazione la popolazione generalmente si ritrova ad un livello di densità differente da quello iniziale. Queste variazioni di densità tra generazioni prendono il nome di fluttuazioni o variazioni transcicliche e si mettono in evidenza con campionamenti effettuati in ciascuna generazione allo stesso stadio di sviluppo.

Lo studio della dinamica di popolazione di insetti fitofagi ha posto in evidenza quattro tipi di fluttuazioni (Fig. 2):

1. tipo latente, con fluttuazioni più o meno irregolari, ma con densità sempre contenute e tali da non superare la soglia di tolleranza della pianta ospite;
2. tipo permanente, con fluttuazioni che si mantengono sempre al di sopra della soglia economica di danno;
3. tipo temporaneo, con fluttuazioni che occasionalmente superano la soglia economica di danno;
4. tipo periodico, con fluttuazioni cicliche che più o meno regolarmente consentono alla specie di raggiungere densità tali da causare danni (24, 176).

All'interno degli ultimi due tipi di fluttuazione descritti, il periodo di tempo intercorrente fra un minimo di popolazione e l'altro viene indicato col termine di gradazione. Vi si distinguono tre fasi: *progradazione*, quando la popolazione è per più generazioni (anni, per le specie univoltine) in crescita costante; *culmine*, quando la popolazione per la fluttuazione considerata raggiunge la densità massima; *retrogradazione*, quando la popolazione in un numero più o meno ampio di generazioni ritorna al livello più basso.

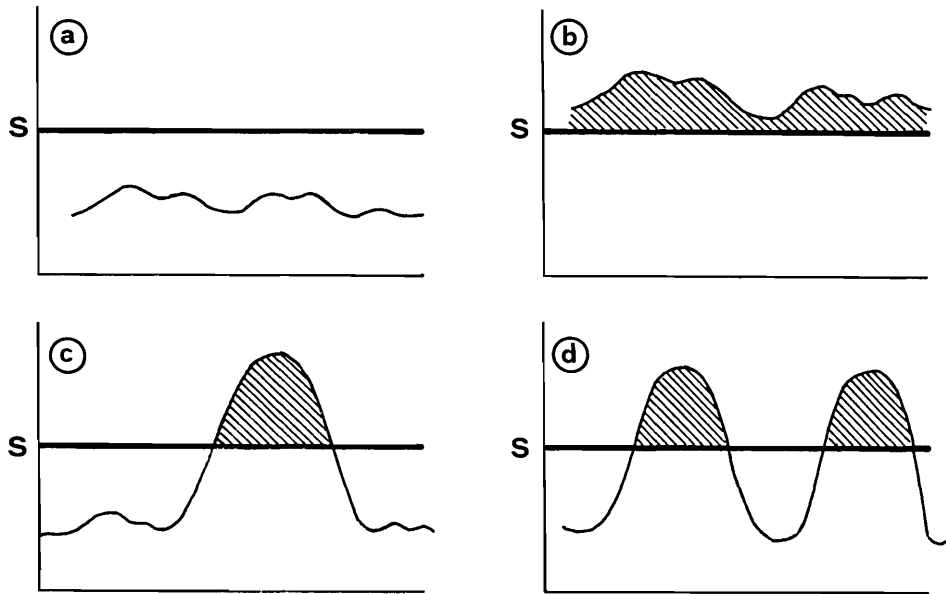


Fig. 2 - Rappresentazione schematica dei quattro tipi di fluttuazioni delle popolazioni d'insetti fitofagi (a. tipo latente; b. tipo permanente; c. tipo temporaneo; d. tipo periodico; in ordinate: densità di popolazione; in ascisse: tempo; s. soglia di tolleranza; a tratteggio i periodi di danno) (da Bovey, 1971).

Il periodo di tempo intercorrente fra due gradazioni è indicato come *latenza*. In questa fase la densità di popolazione, pur variando irregolarmente, si mantiene entro densità molto basse.

Un largo insieme di fattori regolano l'andamento delle fluttuazioni; essi possono essere suddivisi in due grandi gruppi: quelli indipendenti e quelli dipendenti dalla densità di popolazione. Nel primo gruppo rientrano il clima, i fattori edafici, le relazioni fitofago-pianta ospite, le disponibilità alimentari; mentre fra i fattori densità-dipendenti possono annoverarsi la competizione intra- ed interspecifica, i predatori ed i parassiti, le malattie, la fecondità della specie, ecc..

Difficilmente accertabile risulta quale o quali fattori agiscono in maniera preponderante nel determinare fluttuazioni e gradazioni; così sono nate diverse teorie che hanno dato importanza al ruolo dei fattori densità-dipendenti (Teoria di Volterra, Smith e Nicholson) o a quello dei fattori densità-indipendenti (Teoria di Andrewartha e Birch e quella di Thompson) e teorie in qualche modo intermedie (Teorie di Milne); altri autori hanno invece posto in evidenza il ruolo dei meccanismi genetici (Chitty e Pimentel) (51).

Indubbiamente per poter formulare giudizi complessivi sulla dinamica delle popolazioni animali in natura sono necessari lunghi anni di indagini.

Per le specie di defogliatori considerate in questo lavoro, sono state registrate, in un'area forestale a *Q. suber* della Sardegna nord-orientale, le variazioni di densità per circa 20 anni, campionando gli adulti con una lampada-trappola (153) (Fig. 3). L'*Euproctis chrysorrhoea* nell'ambiente considerato ha presentato variazioni di tipo latente e il massimo delle catture è stato di 29 individui. Osservazioni condotte anche in altre aree forestali dell'Isola hanno confermato come la specie presenti livelli di popolazione sempre limitati.

In Sardegna la specie appare, inoltre, piuttosto che alla quercia, particolarmente legata al corbezzolo, su cui ha determinato un'ampia defogliazione nel 1982.

In altre zone dell'areale di *Q. suber* questo Lepidottero raggiunge invece densità di popolazione tali da provocare defogliazioni totali anche su ampie aree (8, 11). Questo Limantride, comunque, in Europa può presentare gradazioni temporanee intervallate da lunghi periodi di latenza (15-20 anni) che ne fanno un importante defogliatore di piante forestali ed alberi da frutta (in particolare pero e melo) (78, 172).

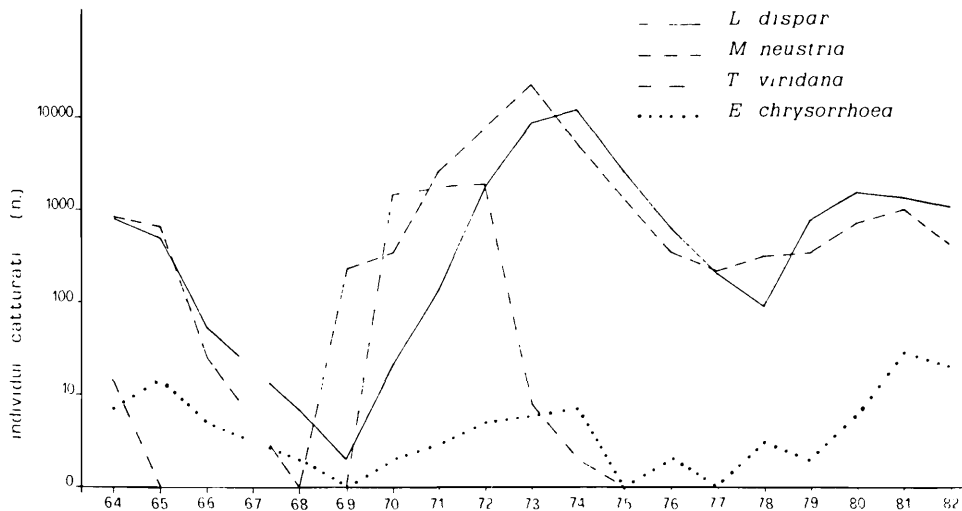


Fig. 3 - Catture alla lampada-trappola di adulti di *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L., *Tortrix viridana* L. e *Euproctis chrysorrhoea* L. nel periodo 1964-1982 in un biotopo della Sardegna nord-orientale (Tempio Pausania).

Per la *Tortrix viridana* l'andamento delle catture fa presumere che essa abbia fluttuazioni di tipo temporaneo con gradazioni di 2-3 anni intervallate da lunghi periodi di latenza. Infatti nei 19 anni di osservazione, solamente in tre di questi si sono catturati più di 1000 individui (1970-72), mentre in tutti gli altri le catture sono state bassissime o nulle (Fig. 3).

Il Tortricide in areali diversi da quello di *Q. suber* ha presentato invece densità di popolazione molto elevate per lunghi periodi di tempo ed in alcune zone provoca permanentemente danni (131, 210).

Nell'Europa settentrionale i fattori principali di limitazione della crescita di popolazione sono la non coincidenza fra la schiusura delle larve e la germogliazione delle piante ospiti o i freddi tardivi che possono provocare fino al 90% di mortalità delle larve (148, 173, 175, 192).

Negli ambienti mediterranei i fattori di limitazione delle popolazioni del Tortricide devono invece essere ricercati fra i fattori biotici ed in particolare fra i parassiti (Tab. 1) e la competizione alimentare con le altre specie di defogliatori.

Infatti, la densità di *T. viridana* si riduce drasticamente in coincidenza con la crescita delle popolazioni di *M. neustria* e *L. dispar* che si sviluppano anch'esse su giovani germogli di *Q. suber*. (Fig. 3).

M. neustria e *L. dispar* hanno mostrato fluttuazioni di tipo periodico. Entrambe le specie dopo un iniziale periodo di retrogradazione e latenza (1964-1968) sono entrate in fase di progradazione (1969-1972) ed hanno raggiunto il massimo di densità rispettivamente nel 1973 e nel 1974 provocando la defogliazione totale dell'area in esame (53). Sono ritornate poi in retrogradazione e latenza dal 1975 al 1978. Dal 1979 ha avuto inizio una nuova progradazione (Fig. 3).

Per queste specie la periodicità delle loro fluttuazioni di popolazione è nota anche in areali diversi da quello di *Q. suber*.

In particolare un insieme di ricerche, condotte con il conteggio del numero di ovature presenti su superfici predeterminate di bosco (107), l'uso di trappole innescate con attrattivo sessuale per la cattura dei maschi (121) e la determinazione delle superficie defogliate (185), ha mostrato come la densità di popolazione di *Lymantria* abbia variazioni cicliche con gradazioni di circa sette-nove anni all'interno delle quali per almeno 1-2 anni consecutivi provoca ampie defogliazioni.

Queste conclusioni sono state confermate anche in Sardegna, nel medesimo ambiente in cui si è operato con la lampada-trappola, dal conteggio delle ovature presenti su un ettaro di bosco. Le informazioni ottenute nell'arco di una gradazione (1972-1979) sulle variazioni di densità della specie hanno coinciso con quelle ricavabili dalle catture dei maschi alla lampada-trappola. Le due curve, infatti, hanno un andamento praticamente parallelo, nel senso che ad un aumento di densità delle ovature ha corrisposto un aumento nel numero delle catture di adulti e viceversa (Fig. 4).

Tab. 1 - Quadro riassuntivo dei principali parassiti di *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L., *Tortrix viridana* L. ed *Euproctis chrysosrhoa* L., (le specie precedute da un * sono presenti in Sardegna)

Parassiti di:	Ospiti:	Lymantria	Malacosoma	Tortrix	Euproctis
Parassiti di:	Ospiti:	tria	trix	trix	c/s
UOVA					
* <i>Ooencyrtus kuwanai</i> (How.)		+			
* <i>Ooencyrtus neustriæ</i> Mercet			+		+
* <i>Anastatus disparis</i> Ruschka		+			+
* <i>Anastatus bifasciatus</i> (B.d.F.)			+		
<i>Trichogramma cacoeciae</i> Marchal				+	
<i>Telenomus laeviusculus</i> (Ratz.)			+		
<i>Telenomus terebrans</i> (Ratz.)			+		
* <i>Telenomus bombicis</i> Mayr					+
<i>Telenomus phalaenarum</i> Nees					
LARVE					
<i>Actia pilipennis</i> Fall.				+	
<i>Alsomyia nidicola</i> T.T.					+
* <i>Blepharipa pratensis</i> (Meig.)		+			
<i>Blondelia nigripes</i> Fall.			+		+
<i>Carcellia gnava</i> Meig.			+		
<i>Carcellia laxifrons</i> Will.					+
<i>Compsilura concinnata</i> (Meig.)		+			+
<i>Echinomyia magnicornis</i> Zett.					+
<i>Echinomyia praeceps</i> Meig.			+		+
<i>Elodia tragica</i> Meig.				+	
* <i>Exorista larvarum</i> L.		+			+
<i>Gonicocera versicolor</i> Fall.			+		+
* <i>Masicera cuculliae</i> (R.D.)			+		+
<i>Masicera sphingivora</i> (R.D.)					+
Parassiti di:					
Ospiti:					
Lymantria					
Malacosoma					
Tortrix					
Euproctis					
LARVE					
<i>Nemorilla floralis</i> Fall.					
* <i>Pales pavidata</i> Meig.					
<i>Palesia mediculata</i> Vill.					
* <i>Parasetigena silvestris</i> (R.D.)					
<i>Zenillia libatrix</i> Panz.					
<i>Phytodietus segmentator</i> Grav.					
<i>Apanteles lacticolor</i> Vier.					
* <i>Apanteles melanoscelus</i> (Ratz.)					
* <i>Apanteles portheiræ</i> Muesebeck					
<i>Macrocentrus thoracicus</i> Nees					
<i>Meteorus versicolor</i> Wesm.					
<i>Eupteromalus nidulans</i> Thoms.					
CRISALIDI					
<i>Apechthis compactor</i> L.					
<i>Apechthis quadridentata</i> (Thoms.)					
<i>Apechthis rufata</i> (Gmel.)					
* <i>Gregopimpla malacosomæ</i> Seyrig.					
<i>Itopectis alternans</i> Grav.					
<i>Itopectis maculata</i> F.					
<i>Phaenogenes invisor</i> (Thnb.)					
* <i>Pimpla instigator</i> F.					
<i>Pimpla turionellæ</i> L.					
* <i>Theronia atalantæ</i> (Poda)					
* <i>Bachymyia intermedia</i> (Nees)					

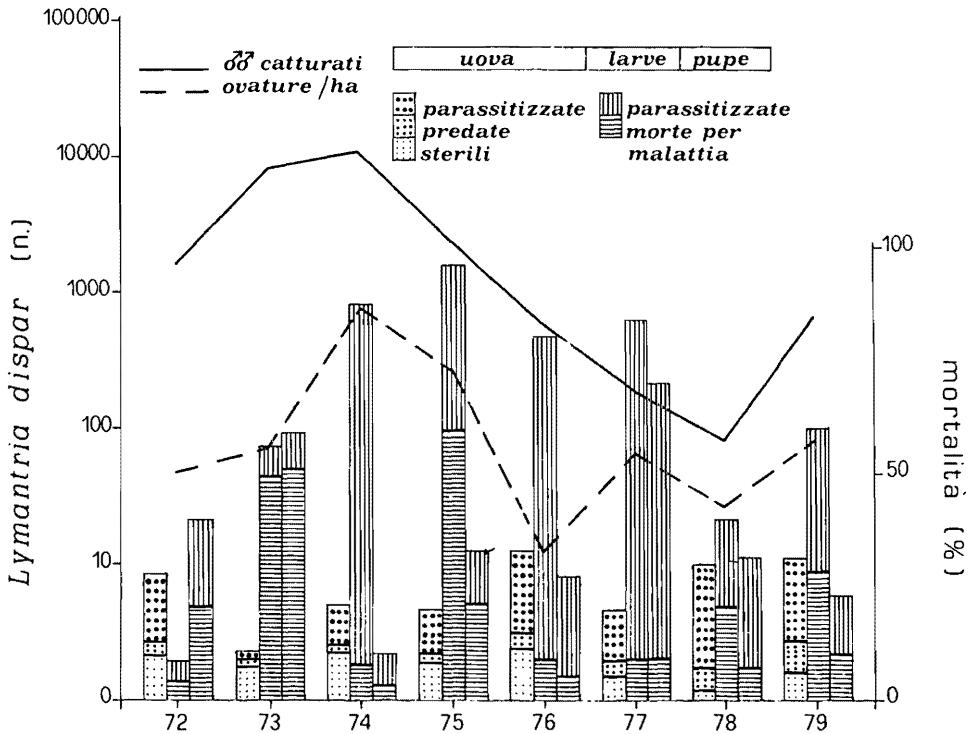


Fig. 4 - Incidenza dei fattori biotici sulla dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. nel periodo 1972-1979 in un biotopo della Sardegna nord-orientale (Tempio Pausania).

Inoltre, indicatori della gradazione sono stati ottenuti dall'altezza di ovideposizione che aumenta con l'accrescersi della popolazione e dalla grandezza delle ovature che diminuisce subito dopo il culmine di densità del fitofago (107).

Ampi studi sono attualmente condotti per verificare quali fattori regolano le gradazioni periodiche di queste specie di defogliatori.

Osservazioni compiute in diverse fasi di gradazione delle popolazioni di *L. dispar* fanno ritenere che in Sardegna il fattore chiave sia rappresentato dai parassiti (Fig. 4 e Tab. 1).

Sullo stadio di uovo l'azione dei fattori biotici non è strettamente legata alle variazioni di densità del fitofago. Al contrario, sullo stadio di larva, la parassitizzazione si accresce progressivamente con l'aumentare della densità del defogliatore e si mantiene su livelli molto elevati per i tre anni successivi a quello di culmine.

Tra i parassiti, un ruolo predominante viene svolto dal Dittero Tachinide *Blephari-*

pa pratensis, con tassi di parassitizzazione di circa il 70% negli anni di culmine e retrogradazione (108).

Anche la mortalità causata da agenti patogeni si manifesta con una buona incidenza nell'anno immediatamente successivo a quello di massima densità del fitofago, contribuendo così a realizzare un tasso di mortalità totale sullo stadio di larva di oltre il 95%.

Negli altri anni di osservazione gli agenti patogeni hanno invece provocato mortalità ridotte e rappresentano quindi in Sardegna (109), come anche in Corsica (78), un fattore occasionale di limitazione delle popolazioni; negli U.S.A. sono considerati invece il principale fattore di mortalità ad alte densità del fitofago (35).

La parassitizzazione sullo stadio di crisalide provocata dagli Imenotteri Icneumonidi è importante solamente a basse densità, mentre quella di *Brachymeria intermedia* diventa rilevante negli anni di defogliazione (110).

Tutte le altre specie di parassiti, polivoltini e polifagi, rilevate in Sardegna paiono efficaci solo a basse densità del fitofago. La loro incidenza dipende però anche dal livello di densità delle numerose convittime presenti nell'ambiente forestale (157).

Nel loro insieme, comunque, i fattori biotici indagati hanno mostrato di avere la capacità di riportare a livelli di non dannosità la popolazione di *L. dispar*, ma di non essere in grado di mantenerla permanentemente al di sotto della soglia di danno. Infatti, la rarefazione dell'ospite in fase di latenza, fa diminuire notevolmente l'incidenza dei parassiti oligofagi e consente una immediata ripresa della crescita del fitofago (Fig. 4).

Anche per *Malacosoma neustria*, si è verificata l'esistenza dei medesimi meccanismi di controllo delle gradazioni illustrati per *L. dispar*. In questo caso però, i parassiti che hanno riportato le popolazioni in fase di latenza sono stati il Tachinide *Pales pavidus* e l'Icneumonide *Gregopimpla malacosomae*; nelle aree più pesantemente defogliate ha inciso particolarmente la *Brachymeria intermedia* (Tab. 1). La parassitizzazione sugli ultimi stadi larvali e sulle pupe deve essere pertanto considerata il fattore-chiave di regolazione delle gradazioni del Lasiocampide.

Queste conclusioni confermano i risultati di indagini sviluppate sull'incidenza dei parassiti in ambienti diversi da quello sardo sia per *L. dispar* che per *M. neustria* (182, 204).

Per entrambe le specie inoltre è da sottolineare che si ha una diminuzione della prolificità con l'aumentare della densità larvale (107, 181), dovuta alla competizione intraspecifica ed interspecifica per l'alimento. Inoltre ad alte densità di *Lymantria* possono aversi forti mortalità delle larve per inedia e normalmente si ha un crollo nelle popolazioni degli altri Lepidotteri che si nutrono su foglie di quercia (41, 111).

Su ampie superfici forestali i fenomeni illustrati non si verificano, però, in maniera uniforme e contemporanea. In estesi comprensori forestali, infatti, le gradazioni prendono origine solamente in alcuni siti e solo a distanza di qualche anno si ha un generale innalzamento del livello di popolazione (Fig. 5) (129).

Si ritiene, infatti, che i primi focolai di infestazione abbiano origine in quelle aree in cui la popolazione del fitofago sfugge, per cause diverse, al controllo dei propri nemici naturali (39). Da queste località per diffusione passiva o attiva della specie si verificano ingenti spostamenti di individui verso le aree forestali circostanti causando l'alterazione degli equilibri ospite-predatori ospite-parassiti che si erano ivi stabiliti. Per *Lymantria* la diffusione della specie avviene con due modalità: o per diffusione passiva delle giovani larve esercitata dal vento (33) o per migrazione attiva di quelle prossime alla maturità che si allontanano dai focolai completamente defogliati alla ricerca di nuove fonti alimentari (109, 129, 162).

Questi fenomeni fanno aumentare, nel volgere di una sola generazione, anche di oltre 100 volte la densità del fitofago nelle aree prossime ai focolai di infestazione, determinando ampie defogliazioni (111) (Fig. 6).

La popolazione entrerà in retrogradazione quando si avrà una variabilità minima fra le alte densità delle sub-popolazioni (*sensu* Campbell) presenti in tutto il comprensorio forestale (38).

In *Malacosoma* la diffusione della specie dalle aree più densamente popolate verso quelle circostanti avviene allo stadio di adulto. È accertato che le femmine delle popolazioni più dense hanno un peso corporeo inferiore a quello delle femmine che vivono in aree a bassa densità di popolazione (181). Questo fatto consente alle prime di avere una maggiore capacità di volo e pertanto di allontanarsi dalle aree defogliate per ovideporre.

Sulla dinamica di popolazione di questi due defogliatori, oltre ai fenomeni sopra descritti, paiono agire anche fattori intrinseci che si manifestano con variazioni qualitative della popolazione. In particolare per *Lymantria* sono state avanzate due teorie contrastanti relativamente alla capacità di dispersione delle larve neonate. La prima teoria sostiene che ad alte densità di popolazione le femmine depongono uova più piccole da cui schiudono larve che rimangono un lungo periodo di tempo senza nutrirsi e quindi vengono più facilmente disperse dal vento (101). L'altra teoria indica nelle larve che nascono dalle uova più grandi quelle che hanno una maggiore capacità di dispersione perchè più attive. Quindi, ovature con una maggiore proporzione di uova grandi costituiscono una potenziale fonte d'infestazione per le aree circostanti (14, 42).

Anche in *Malacosoma neustria* sono state notate alcune differenze individuali fra le larve provenienti dalla stessa ovatura soprattutto per quanto riguarda la reazione alla luce (larve di tipo I e II). Quelle di tipo I sono più facilmente attratte dalla

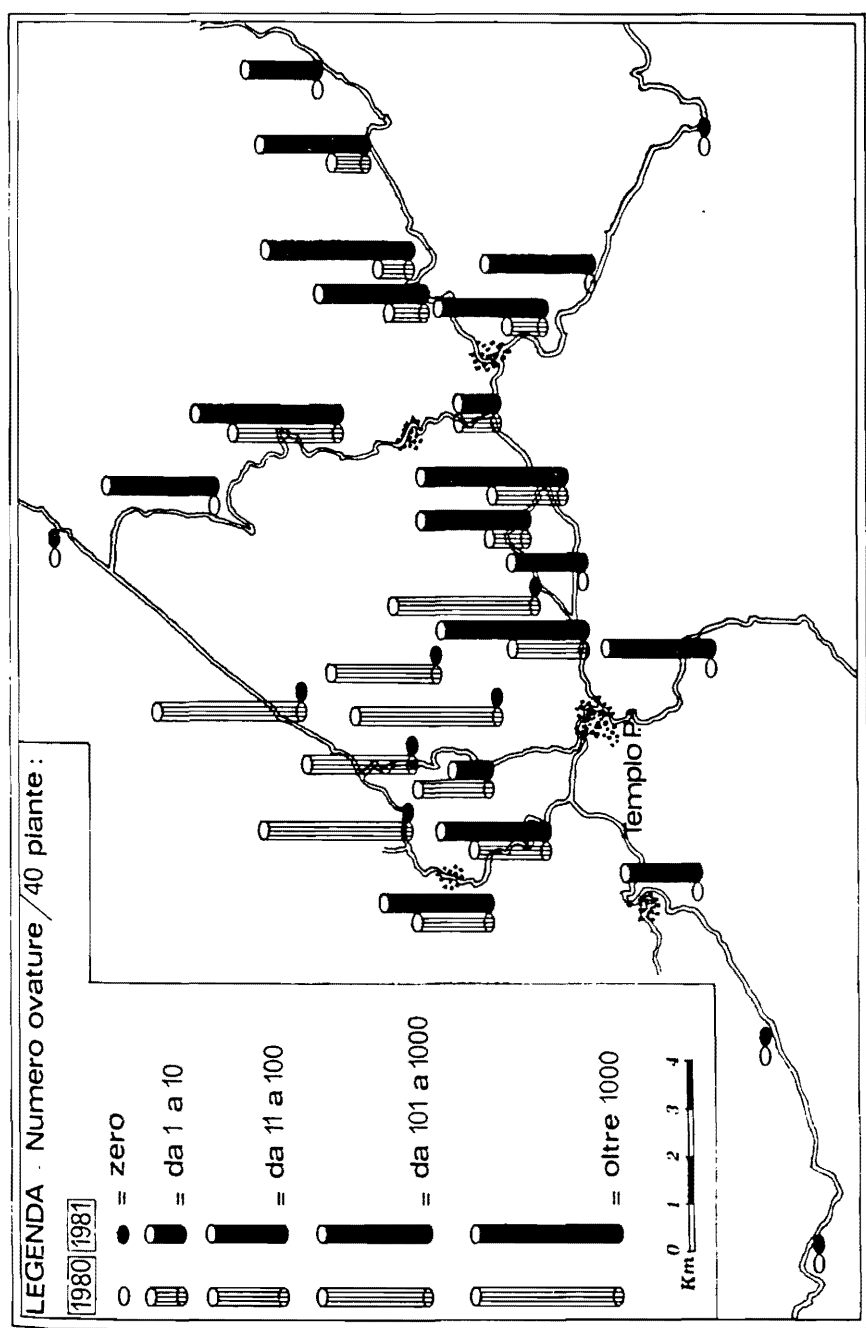


Fig. 5 - Variazioni nella densità di popolazione di *Lymantria dispar* L. rilevate allo stadio di uovo in un comprensorio forestale della Sardegna nord-orientale nel biennio 1980-81, anni di progredizione della popolazione del fitofago (da Luciano e Prota, 1982 b).

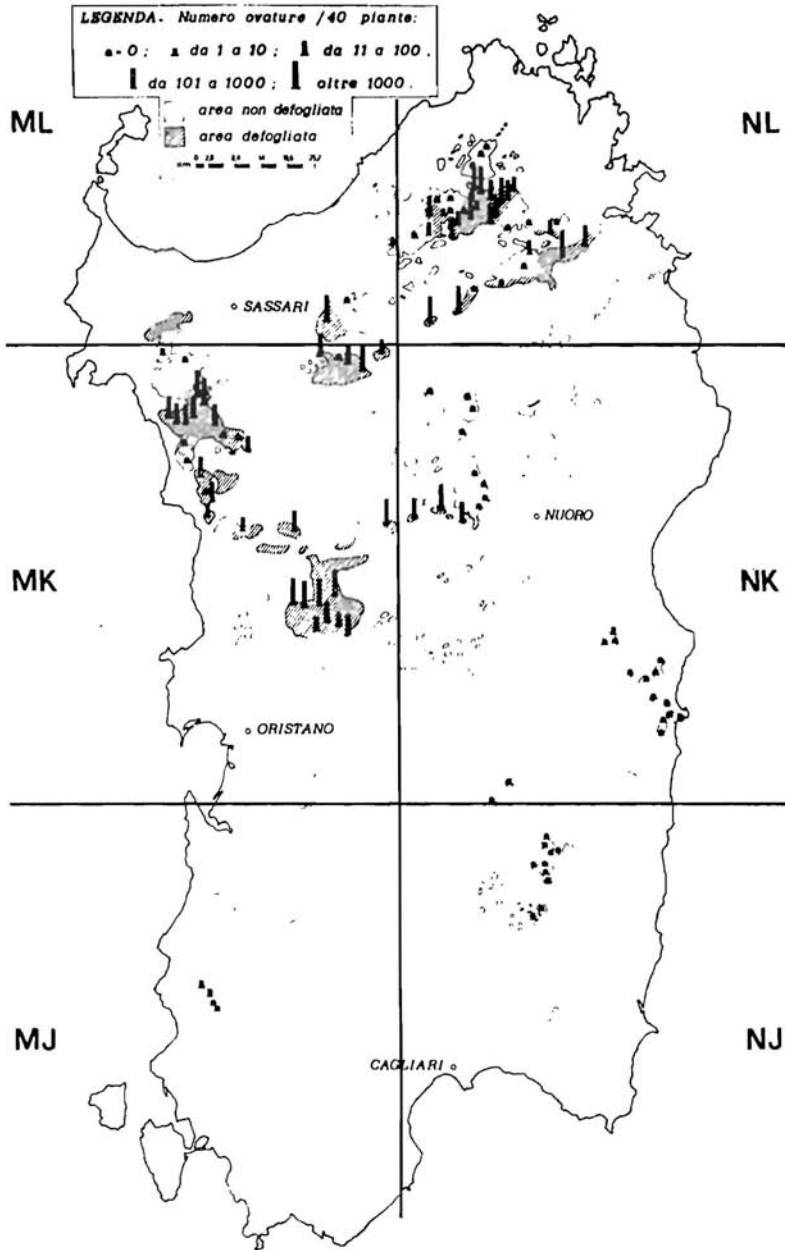


Fig. 6 - Densità di popolazione di *Lymantria dispar* L. rilevata allo stadio di uovo ed estensione delle aree a *Quercus suber* defogliate nel 1981 (da Luciano e Prota, 1982 b).

luce, piú attive nella ricerca del cibo e nella costruzione del nido, piú resistenti al digiuno ed alle malattie (98, 99).

La proporzione fra i due tipi di larve può determinare una piú o meno elevata possibilità di ampliamento dell'area infestata, in analogia a quanto si conosce per *M. pluviale* (Dyar) in cui i cambiamenti qualitativi della popolazione risultano il fattore determinante delle gradazioni (214, 215). Infatti, gli adulti che derivano dalle larve di tipo I mostrano una piú alta capacità di volo e quindi una maggiore tendenza alla dispersione (70).

La qualità della popolazione sembra determinata dalla competizione alimentare fra le larve (42), ma altrettanto importante potrebbe essere l'effetto della qualità del cibo. Infatti, oltre alle differenze nello sviluppo, nella mortalità e nella fecondità determinate dalla specie di pianta ospite (91, 151, 202) risulta importante il cambiamento qualitativo del fogliame sulle stesse piante che si manifesta nell'anno successivo a quello di defogliazione. Questo fenomeno determina un rallentamento dello sviluppo larvale, una maggiore mortalità ed una riduzione del peso pupale (136, 211).

Tutti gli elementi esposti portano un notevole contributo alla comprensione dei meccanismi che regolano le gradazioni, ma qualche volta si rimane impressionati dalla concomitanza delle defogliazioni in aree geografiche molto distanti fra loro, come accaduto anche recentemente nel nostro Paese dove la *Lymantria* ha causato ingenti danni in Emilia Romagna, Toscana, Abruzzi, Marche, Umbria, Molise, Calabria, Sicilia e Sardegna.

Già qualcuno ha ipotizzato l'esistenza di un fattore unico che fa uscire le popolazioni dalla latenza ed ha chiamato in causa le macchie solari (16); indubbiamente un impegno maggiore andrebbe profuso nella ricerca dei fattori che stanno alla base delle pullulazioni degli insetti in questione.

ANALISI DEI METODI DI LOTTA

Diversi metodi di lotta sono stati utilizzati contro le popolazioni dei defogliatori considerati. Ne viene qui proposta una analisi allo scopo di evidenziare i piú idonei ad una applicazione su larga scala.

Lotta chimica

Il controllo chimico dei defogliatori forestali è stato tentato fino alla seconda guerra mondiale con irrorazioni di arseniato di piombo o, nel caso della *Lymantria*, con applicazioni di creosoto sulle ovature.

In seguito fu sperimentato ed impiegato con successo in ampie aree forestali il DDT. In Sardegna nel 1962 e 1963 sono stati trattati con mezzo aereo oltre 10.000 ettari di boschi di *Q. suber* infestati da *Lymantria* e *Malacosoma* (217).

I problemi e le discussioni nate dalla ubiquitaria presenza di residui del DDT in seguito al suo impiego massiccio sono stati superati dal divieto del suo uso (in Italia G.U. 9/2/1970, n. 34). Attualmente, in sua sostituzione, vengono usati insetticidi a piú breve persistenza come Carbaryl, Trichlorfon e Tetraclorvinphos. Queste sostanze, se usate su larve giovani alla dose di 0,5-1 kg/ha, danno buoni risultati, ma non sono esenti da effetti collaterali sull'entomofauna utile e piú in generale sul complesso della fauna. Il Carbaryl è stato segnalato tossico per *Calosoma sycophanta*, *Brachymeria intermedia* e per i pronubi in genere (60, 197) mentre Trichlorfon e Tetraclorvinphos risultano letali tanto per i Tachinidi che per i Sarcofagidi (60).

È da dire, inoltre, che le larve sopravvissute ai trattamenti con insetticidi a breve persistenza, per la ridotta competizione intraspecifica, possono dar luogo a popolazioni ridotte ma con piú elevata prolificità (60) e pertanto esistono seri rischi di ridurre il periodo intercorrente fra due gradazioni.

La scoperta del Diflubenzuron, che agisce come inibitore della muta perturbando la sintesi della chitina, e la sua provata efficacia contro i defogliatori forestali oltre che la bassissima tossicità verso i pesci e gli uccelli, ha aperto una buona prospettiva di impiego di questo insetticida nei boschi. Anche il Diflubenzuron, però, risulta tossico per *Apanteles melanoscelus* (76) e può avere una variabile azione letale, a seconda del periodo del trattamento, sui Ditteri Tachinidi (55, 113). Ulteriori perplessità sorgono se tale sostanza dovesse essere utilizzata su grandi superfici per gli effetti negativi che potrebbero manifestarsi sui pronubi e particolarmente su *Apis mellifera* L.

Un altro gruppo di insetticidi, i piretroidi di sintesi come Permethrin e Decamethrin pur rivelandosi (dosi attorno a 60g/ha) molto efficaci anche nei confronti della *Lymantria* risultano particolarmente nocivi all'entomofauna utile. Prove effettuate in Sardegna hanno dato mortalità attorno al 100% su adulti di Sarcofagidi e Tachinidi anche a distanza di un mese dalla irrorazione. Promettenti risultati si sono avuti invece con l'uso degli juvenoidi (hydroprene ed altri derivati alla dose di 0,5 kg/ha) su larve mature di *Tortrix*, *Lymantria* ed *Euproctis* (138, 139, 179, 189).

Lotta microbiologica

Numerosi sono, come detto, i microrganismi entomopatogeni che giocano un ruolo importante nel regolare le popolazioni dei defogliatori in natura. Una utilizzazio-

ne pratica ed estesa si è avuta però solamente con il *Bacillus thuringiensis* e con i virus della poliedrosi nucleare. Il *B. thuringiensis* può essere considerato un componente naturale degli ecosistemi e, pertanto, non è tossico per i vertebrati. Esso trova condizioni ottimali per la moltiplicazione solamente nell'intestino di certe larve, specialmente di Lepidotteri. Altri insetti e invertebrati non vengono infettati dal batterio (82, 127, 132).

Il *B. thuringiensis* è stato utilizzato contro i defogliatori forestali in numerose esperienze di campo che hanno portato alle seguenti conclusioni:

- a) la patogenicità varia a seconda dell'origine e dipende inoltre dai processi tecnologici di moltiplicazione e di produzione dei preparati;
- b) la persistenza sul fogliame è molto breve: i raggi ultravioletti distruggono rapidamente le endospore e le piogge le dilavano facilmente nel suolo; per alcuni preparati si stima a 10-12 gg la persistenza sul fogliame di *Q. suber* (46);
- c) l'efficacia dei preparati diminuisce con l'accrescersi dell'età delle larve ospiti. Poiché, almeno per *Lymantria* il periodo di schiusura delle uova è molto lungo, è opportuno intervenire contro le larve quando esse si trovano alla II - III età (207) oppure ricorrere a due trattamenti scalari (81);
- d) la distribuzione può essere eseguita o all'apparire di focolai d'infestazione con trattamenti localizzati e ripetuti per qualche anno o nel corso delle infestazioni sulla totalità dell'area interessata. Nel secondo caso oltre a limitare i danni alla vegetazione si abbassa la densità di popolazione del fitofago e si consente un più rapido controllo della stessa da parte degli entomofagi (46).

La gran parte delle esperienze ha portato ad un controllo sufficiente delle popolazioni dei fitofagi in esame, ma esistono anche prove con risultati non positivi sia a causa di fattori climatici (104) sia probabilmente a causa di fattori dipendenti dal substrato vegetale (27, 28).

In Italia, al contrario di altri Paesi, l'impiego del patogeno è avvenuto solo su scala sperimentale con buoni risultati (116, 200). Esiste, comunque, la possibilità di integrare il trattamento con *B. thuringiensis* con dosi sub-letali di altri insetticidi per aumentarne l'efficacia (193).

Virus entomopatogeni sono presenti normalmente nelle popolazioni naturali dei defogliatori forestali. Questi virus presentano un corpo d'inclusione, di forma poliedrica, che si può sviluppare nel nucleo delle cellule adipose ed epidermiche nonché negli emociti (poliedri nucleari) o nel citoplasma (poliedri citoplasmatici) delle cellule dell'intestino. I virus citoplasmatici sono più infettivi, mentre quelli nucleari risultano più letali (117).

Anche in Sardegna, come in diversi Paesi europei, sono state eseguite prove di lotta contro i defogliatori forestali utilizzando soprattutto virus nucleari (114, 118).

Il grado di patogenicità dei virus varia a seconda della provenienza geografica dell'ospite (115) e, inoltre, non risulta stabile nel tempo (208). I virus hanno un'efficacia che varia in ragione inversa dell'età dell'ospite e la loro patogenicità dipende oltre che dalla recettività dell'ospite, dal suo stato fisiologico e dall'interazione sinergica o antagonista con altri agenti patogeni (batteri, protozoi) (117). L'efficacia dei virus è anche determinata dalle modalità di preparazione. La loro produzione è condizionata dalla necessità di moltiplicazione nelle cellule dell'ospite.

In attesa della messa a punto della produzione massale su cellule coltivate in vitro, attualmente essi possono essere riprodotti su larve allevate in laboratorio oppure possono essere ottenuti con la raccolta delle larve malate in campo (103).

I preparati devono essere esenti da contaminazioni di funghi e batteri che potrebbero essere nocivi per gli animali a sangue caldo. Le norme dell'Environmental Protection Agency degli U.S.A. impongono l'assenza di patogeni quali *Salmonella*, *Schigella* e *Vibrio* (65).

Negli Stati Uniti esiste già un prodotto virale (Gypchek) che risponde a questi requisiti ed è impiegato contro *Lymantria* (105).

La persistenza dei preparati virali in campo è molto breve; dopo 48 ore di esposizione ai raggi solari la metà circa viene inattivata. È però possibile aumentarne la persistenza a 6-7 giorni con l'aggiunta di additivi (209).

Le poliedrosi si manifestano in natura nelle larve prossime alla maturità e, normalmente, quando la loro densità è alta. La lotta con i virus va quindi applicata in fase di progradazione, quando la densità è bassa, in modo da aumentare artificialmente l'incidenza delle infezioni e frenare le pullulazioni degli insetti.

Di norma i trattamenti vengono eseguiti sullo stadio di larva, ma esiste la possibilità, almeno per *Lymantria*, di infettare le ovature, così da creare focolai di virosi nelle popolazioni a bassa densità (142).

Le malattie virali possono anche essere determinate con l'introduzione, nelle aree a bassa densità di popolazione, di ovature provenienti da zone al massimo della gradazione (207). L'efficacia del trattamento con virus non va giudicata solamente dalla mortalità immediata dell'insetto, ma anche dall'effetto indotto sulle popolazioni a causa della propagazione dei virus nelle generazioni successive. Inoltre la virosi si diffonde nelle zone vicine a quelle trattate sia con gli spostamenti degli individui malati, sia per mezzo del vento, dei predatori e dei parassiti (97). I virus entomopatogeni sono selettivi in quanto non contagiano i parassiti ed i predatori (12) e risultano innocui per gli omeotermi, uomo compreso (84).

Infine bisogna ricordare che in alcuni Paesi dell'Europa Orientale vanno approntandosi allevamenti massali di funghi entomoparassiti, in particolare *Beauveria bassiana*, che si è rivelato efficace in prove di campo contro *Malacosoma* (112).

Lotta biologica

Le piú interessanti esperienze di lotta biologica contro *Lymantria* e *Euproctis* sono state condotte nelle aree forestali americane in cui questi fitofagi sono stati introdotti accidentalmente. In U.S.A. furono importati dall'Europa e dal Giappone 36 specie di Tachinidi ed Imenotteri e 10 specie di Coleotteri predatori (48) ed i programmi di introduzione di ausiliari continuano tutt'oggi. Tuttavia solo 11-12 specie si sono acclimatate e 8-9 sono comunemente diffuse (15).

Almeno per *Lymantria* la lotta biologica basata sull'introduzione di nuovi parassiti ha in Europa delle notevoli limitazioni in quanto il complesso parassitario è ovviamente abbastanza uniforme nelle diverse aree forestali (63).

Qualche applicazione potrebbe essere possibile in Sardegna, dove, probabilmente a causa della sua insularità, non è stata registrata finora la presenza di alcuni dei parassiti diffusi in altre aree quali i Ditteri Tachinidi *Compsilura concinnata*, *Carcelia separata* (Rond.) e *Palearista incospicua* (Meig.).

Altre applicazioni di lotta biologica sono state condotte o attraverso liberazioni massive di entomofagi già acclimatati o con interventi sulla densità dell'ospite allo scopo di mantenere ad un buon livello le popolazioni dei parassiti. Esempi di applicazione del primo metodo si hanno per *Lymantria* e *Malacosoma*.

Contro il Limantride sono stati compiuti rilasci di *Apanteles melanoscelus*, *Compsilura concinnata* e *Brachymeria intermedia*. Mentre con la prima specie è stato possibile registrare un aumento di incidenza nelle aree piú densamente popolate dall'ospite (216), il tentativo di introdurre stabilmente le altre due specie, in popolazioni del fitofago a livello di non infestazione, può dirsi non riuscito (21). Per *Malacosoma* buoni risultati sono stati ottenuti in Russia attraverso la liberazione massiva dell'oofago *Telenomus laeviusculus* nelle aree in cui la popolazione si trovava all'inizio della progradazione (165).

Il secondo metodo è stato utilizzato in Jugoslavia, aumentando la densità dei nemici naturali di *Lymantria* con interventi sulla popolazione del fitofago, portando nelle aree a bassa densità ovature prelevate dalle zone piú popolate. Con questo procedimento è stato possibile conservare un'incidenza molto elevata dei parassiti e mantenere così in fase di latenza per diversi anni consecutivi la popolazione del defogliatore. Il quantitativo di uova del Lepidottero sufficiente per ottenere questi risultati è stato stimato in 200 g/ha (122).

Altri tentativi di lotta biologica sono stati effettuati con l'introduzione di predatori o l'innalzamento del loro livello di popolazione; fra questi possono essere ricordati quelli condotti con specie di *Formica* del gruppo *rufa* e gli sforzi compiuti per incrementare l'incidenza dell'avifauna insettivora.

Alcune specie predatrici di *Formica* (*F. lugubris* Zett., *F. rufa* L., *F. aquilonia* Yar-

row e *F. polyctena* Först.) risultano legate alla foresta e rappresentano un importante fattore di equilibrio biologico in questi ecosistemi (149).

Queste formiche, ove presenti, esercitano un notevole controllo sulla *Tortrix* nelle foreste di quercie del Nord-Europa (190). Alcune esperienze di lotta contro il Tortricide con introduzione di nidi di formiche sono state condotte in Germania (18), in Russia (187) e in Romania (147). Il numero di larve, pupe ed adulti di *Tortrix* predati è stato in tutti i casi molto elevato e buoni risultati nella limitazione delle defogliazioni si sono avuti soprattutto negli alberi prossimi ai nidi.

Le formiche però non mostrano una risposta né numerica né funzionale al cambiamento di densità della preda e quindi la quantità di *Tortrix* catturata rimane costante negli anni. Esse piuttosto collaborano con i parassiti densità-dipendenti nel prevenire le forti infestazioni e quindi funzionano da fattore stabilizzante dell'ecosistema forestale (90).

I tentativi di introduzione di colonie del gruppo *F. rufa* effettuati in Sardegna non hanno dato alcun risultato di importanza pratica nelle foreste a *Q. suber* (146).

L'importanza degli uccelli insettivori nei diversi tipi di foresta è ben conosciuta (149). Poiché come già detto, anche i defogliatori delle quercie risultano in parte predati da diverse specie di uccelli, si è pensato da tempo a migliorare il controllo biologico aumentando con nidi artificiali la densità di certi insettivori (10).

Questi programmi sono stati eseguiti in Spagna con la messa in opera in diversi biotopi, compresi querceti, di oltre un milione e mezzo di nidi artificiali (144, 149).

I nidi artificiali vengono di norma occupati e si nota un aumento dell'avifauna insettivora nel bosco (144), mentre risulta più difficile stimare l'effetto di questo aumento sulle popolazioni dei defogliatori. In Germania è stato possibile proteggere dagli attacchi di *Tortrix*, con nidi artificiali, piccole aree di quercia entro una foresta di pini (85), mentre in altri casi non sono stati notati effetti significativi sulla densità di popolazione di questo fitofago (2,3). Anche gli uccelli risultano generalmente predatori densità-indipendenti (174). In Sardegna sono stati condotti tentativi di incremento dell'avifauna insettivora mediante diversi tipi di nidi artificiali in foreste di *Quercus* (145), ma non si hanno ancora dati della loro incidenza sulle popolazioni dei defogliatori.

Indipendentemente dai risultati ottenuti con i nidi artificiali, gli uccelli rappresentano, com'è noto, un considerevole fattore di limitazione naturale dei fitofagi, soprattutto quando questi ultimi si trovano a bassi livelli di densità; risulta quindi importante attuare serie norme di protezione per questi utili abitanti degli ecosistemi forestali.

Lotta biotecnica

Fra i metodi biotecnici di controllo delle popolazioni dei defogliatori, si è particolarmente sviluppato, almeno per *Lymantria*, l'uso dei feromoni sessuali. Questi attrattivi sono attualmente disponibili, come prodotti di sintesi, oltre che per il Limantride (20), anche per *Tortrix* (95); mentre quello di *Malacosoma* recentemente segnalato (126) non è risultato efficace nell'ambiente sardo.

Del feromone di *Lymantria*, noto come disparlure (cis-7,8-epoxy-12-methylotadecane) (19), non sono ancora conosciute le proprietà ottiche della sostanza naturale. Recentemente è stata identificata l'importanza della struttura ottica dell'attrattivo (92); il (+) - disparlure è infatti risultato 5-10 volte più attrattivo del prodotto racemico (43).

Le trappole innescate con feromone possono avere diverse applicazioni: 1) in programmi di sorveglianza e scoperta di nuove infestazioni; 2) per delimitare l'estensione delle aree infestate; 3) per valutare la densità delle popolazioni e per predire l'evolversi delle gradazioni; 4) per ridurre le popolazioni (catture massali).

Quest'ultimo scopo può essere raggiunto anche distribuendo il feromone in particolari formulati per disturbare la comunicazione chimica fra i sessi (tecnica di confusione).

In U.S.A. per la sorveglianza delle aree in cui non è presente la *Lymantria* viene usata 1 trappola (Delta trap) per ogni 7,8 km² e nel caso vengano catturati dei maschi, la densità delle trappole viene aumentata a 6/km² allo scopo di delimitare le aree di nuova diffusione della specie (32). Queste trappole possiedono però un raggio di attrazione limitato (100 metri) e una efficienza (% di cattura dei maschi attratti) non elevata (20%) (125). La valutazione della densità di popolazione e la possibilità di prevederne l'evoluzione sono molto importanti per qualsiasi programma di lotta contro *Lymantria*. Finora l'uso di trappole a feromoni per questo tipo di indagini non hanno dato risultati operativi soprattutto per la mancanza di conoscenze sulla efficienza di ogni particolare tipo di trappola alle diverse densità di popolazione del Lepidottero (59).

Il feromone è stato utilizzato anche in prove di limitazione delle popolazioni di *Lymantria*. È stata tentata la difesa di 22 km² di bosco lanciando con gli aerei trappole cilindriche di cartone (7,5 cm di lunghezza x 2,5 cm di diametro), invischiare all'interno e innescate con disparlure racemico, alla densità di 610 ogni km². La prova è stata allargata l'anno successivo a 35 km² aumentando a 2800 per km² la densità delle trappole. Nonostante le numerose catture di maschi, la riduzione della popolazione non è stata raggiunta, infatti è stato riscontrato un alto numero di ovature per ettaro. Anche con trappole appese a mano i risultati sono stati negativi (30).

Maggiori sforzi sono stati compiuti usando il disparlure nel tentativo di limitare le possibilità di accoppiamento della specie. Il feromone sintetico in questo caso è stato distribuito in campo in formulati microincapsulati o in dispensatori di laminato plastico. Esso agisce o producendo nell'aria una concentrazione di attrattivo inadatta ai recettori dei maschi o attraendo gli stessi verso una grande quantità di falsi bersagli (es.: microcapsule) e quindi esaurendoli nello sforzo.

Le esperienze sono state condotte in superfici boscate di estensione variabile da 1 ha a 60 km² sia su popolazioni naturali a bassa densità sia in situazioni simulate di infestazione. I risultati sono stati discordanti e frequentemente la riduzione degli accoppiamenti è stata elevata all'inizio degli sfarfallamenti, bassa al culmine della presenza di maschi e di nuovo alta alla fine della stagione di volo (32). Inoltre, poiché la concentrazione di feromone nell'aria a partire dal livello del suolo è risultata progressivamente meno elevata (152), le femmine rimaste nelle parti più alte della chioma potrebbero avere avuto una maggiore possibilità di accoppiamento. In altre prove condotte appendendo dispensatori sia ad altezza d'uomo sia nelle parti più alte delle chiome si è avuta una riduzione di circa il 60% degli accoppiamenti di femmine vergini fissate sui rami (31).

Analizzando la vasta serie di prove condotte in U.S.A., Cameron (32) conclude dicendo che sia il metodo delle catture massali dei maschi che quello della confusione non consentono un efficace controllo delle popolazioni del defogliatore. Probabilmente quando sarà resa più economica la sintesi del (+) - disparlure si avranno possibilità maggiori di controllo della *Lymantria* con questi metodi.

Lotta genetica

Anche il controllo genetico, sia con la tecnica del maschio sterile (96, 155), sia con l'uso di chemiosterilizzanti (23, 47), non è ancora praticamente utilizzabile a causa delle difficoltà di produzione massale del materiale da irraggiare e dei rischi presentati dall'uso in campo di sostanze non selettive. Per *Lymantria* la sterilità esistente tra popolazioni di aree geografiche diverse (75) è stata presa in considerazione come possibilità di lotta (62), ma non ha avuto finora applicazioni concrete.

CONCLUSIONI

Lo studio delle popolazioni naturali dei Lepidotteri considerati ha mostrato che esse presentano notevoli variazioni di densità nel tempo e nello spazio e che solo

periodicamente o occasionalmente raggiungono livelli tali da causare estese defogliazioni dei boschi. Infatti per lunghi periodi di tempo esse permangono al di sotto della soglia economica di danno ad opera di un considerevole numero di nemici naturali spesso comuni a più specie di fitofagi.

Negli interventi di lotta in foresta, pertanto, non si può prescindere dal rispetto degli equilibri naturali, anche perché le alterazioni della complessa biocenosi esistente potrebbero originare situazioni di danno permanente dovute a specie oggi solo periodicamente dannose o ad altre attualmente indifferenti.

Prima di applicare qualsiasi metodo di controllo delle popolazioni dei defogliatori è indispensabile conoscere la loro fase di gradazione. I metodi disponibili per rilevarla sono i seguenti:

- catture con trappole luminose o a feromoni per lo stadio di adulto;
- conteggio delle ovature per *Lymantria*;
- conteggio dei nidi in primavera per *Malacosoma* ed in inverno per *Euproctis*;
- rilevamento della densità delle larve con prelievo di porzioni di chioma, scuotimento delle piante o abbattimento mediante insetticida.

Risulta, inoltre, di fondamentale importanza conoscere l'incidenza dei nemici naturali; essa può essere valutata con prelievi adeguati di campioni di individui dei diversi stadi di vita del fitofago.

Come detto precedentemente, queste metodologie devono essere applicate per più anni di seguito onde ottenere elementi utili ad esprimere giudizi sull'evoluzione delle popolazioni. Presupposto perché queste indagini abbiano un valore previsionale su ampie superfici forestali è l'esistenza di una adeguata struttura tecnico-organizzativa, che capillarmente raccolga i dati ed eventualmente programmi e realizzi i necessari interventi fitosanitari.

Relativamente a questi ultimi, pur fra le limitate alternative oggi possibili, è necessario operare delle scelte in funzione dell'estensione dell'area forestale da difendere, della specie del fitofago e della fase di gradazione della popolazione di quest'ultimo.

Su ampie superfici forestali ed in presenza di densità di popolazione dei defogliatori tali da determinare estese defogliazioni è da escludersi l'impiego massiccio di qualunque insetticida. Ciò infatti, oltre ai danni generalizzati sull'ambiente, limiterebbe notevolmente il naturale incremento di densità dei parassiti e dei predatori, col rischio di ritardarne per anni il successo nel controllo delle popolazioni dei fitofagi. Onde limitare i danni alla vegetazione in queste situazioni potrebbe essere impiegato il *B. thuringiensis*.

La lotta ai defogliatori forestali, invece, dovrebbe tendere più che a combattere le alte densità ad impedirne le pullulazioni. In una strategia di questo tipo gli inter-

venti verrebbero eseguiti solo in quelle aree in cui la popolazione, sfuggendo al controllo dei nemici naturali, entra in fase di progradazione originando così focolai d'infestazione.

Ciò consentirebbe allora l'utilizzazione di quei metodi selettivi di controllo che non paiono attualmente applicabili su vasta scala e darebbe luogo ad interessanti esperienze di lotta integrata. L'uso del *B. thuringiensis* potrebbe essere accompagnato da lanci inondativi di parassiti e dalla applicazione, almeno per *Lymantria*, del feromone con la tecnica di confusione. Inoltre, potrebbero essere viste con favore, purché eseguite su superfici limitate, anche le applicazioni di preparati virali finora non consentite, l'utilizzazione di insetticidi a breve persistenza e la distribuzione dei prodotti maggiormente selettivi, quali gli inibitori della muta. Inoltre per *Lymantria*, certamente il più dannoso dei defogliatori ricordati, sarebbe opportuno sperimentare nelle foreste a *Q. suber* il metodo d'incremento delle popolazioni a bassa densità con la finalità di mantenere elevata l'incidenza dei parassiti.

In aree forestali particolari, quali parchi urbani, o in quelle di preminente interesse paesaggistico e in zone limitrofe a colture agrarie, che potrebbero essere danneggiate dalle infestazioni dei defogliatori, è possibile impiegare insetticidi, data l'importanza socio-economica che esse rivestono.

Comunque, insieme al problema di limitare i danni provocati dai defogliatori forestali, rimane quello più generale di ristabilire nel bosco a *Q. suber* gli equilibri floristici e faunistici che l'uomo ha notevolmente perturbato. Il mantenimento del bosco allo stato naturale purtroppo contrasta con non trascurabili interessi economici legati alle condizioni di accesso per le operazioni di scorzatura e alla richiesta di sempre maggiori superfici da destinare a pascolo. Certamente un ecosistema meno semplificato, più ricco di specie arboree ed arbustive, offrirebbe un insieme più ampio di ospiti alternativi ai parassiti ed ai predatori che in larga parte sono polifagi.

BIBLIOGRAFIA

- 1) AKSYUTOVA L.N., GUL'DYAEVA T.I., 1977 - Insect enemies of orchard pests in the Amur region. *Zashch. Rast.*, 5: 26 (in russo).
- 2) ALTENKIRCH W., 1965 - Vogelschutz und Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.); synökologische Untersuchungen der Kronenfauna eines Eichen-Hainbuchen-Waldes. Teil I. *Z. angew. Ent.*, 55: 326-347.
- 3) ALTENKIRCH W., 1968 - Vogelschutz und Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.); synökologische Untersuchungen der Kronenfauna eines Eichen-Hainbuchen-Waldes. Teil II. *Z. angew. Zool.*, 55: 1-69.
- 4) ANDROIC M., 1978 - Effets économiques et écologiques de la défoliation causée par le Bombyx disparate (*Porthetria dispar* L.) dans les écosystèmes forestiers. *Zast. Bilja*, 143/144: 155-161.
- 5) APOSTOLOV L.G., 1964 - Aerosol against oak Tortricids. *Zashch. Rast.*, 1964 (2): 23-24 (in russo).
- 6) AUBERT J.F., 1969 - Les Ichneumonides ouest-paléarctiques et leurs hôtes. 1. *Pimplinae, Xoridinae, Acaenitinae*. Quatre Feuilles Ed., Paris, 302 pp.

- 7) AUERSCH O., 1955 - Zur Kenntnis des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.). *Beitr. Ent.*, 5: 96-126.
- 8) AULLO' COSTILLA M., 1929 - Principales enemigos y enfermedades de las repoblaciones en Espana. *Rev. Biol. for. Limnol.*, 1(2): 77-82.
- 9) AZEVEDO E SILVA F., SERRAO NOGUEIRA C.D., 1965 - Notas sobre a entomofauna florestal portuguesa. *Arch. Mus. Bocage.*, 1: 57-66.
- 10) BAER W., 1913 - Die Bedeutung der Insektenfressen Vögel für die Forstwirtschaft. *Aus der Natur, Leipzig*, IX: 659-671.
- 11) BAETA NEVES C.M., 1950 - Introdução à entomologia florestal portuguesa. *A Terra e o Homem*, 18: 225 pp., Livr. Sá Da Costa, Lisboa 1950.
- 12) BAILEY L., 1971 - The safety of pest insect pathogens for beneficial insects. In: Microbial control of insects and mites. Academic Press, New York: 491-505.
- 13) BALACHOWSKY A., MESNIL L., 1935 - Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris, Vol. I: pp. 1-1137.
- 14) BARBOSA P., CAPINERA J.L., 1978 - Population quality, dispersal and numerical change in the gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.). *Oecologia*, 36: 203-209.
- 15) BARBOSA P., CAPINERA J.L., HARRINGTON E.A., 1975 - The gypsy moth parasitoid complex in Western Massachusetts: a study of parasitoids in areas of high and low host density. *Environ. Entomol.*, 4(5): 842-846.
- 16) BENKEVICH V.I., 1972 - Gypsy moth outbreaks in the European part of the USSR as related to solar activity fluctuations, atmospheric circulation, climatic and weather conditions. *Proc. XIII Int. Congr. Ent.*, Moscow, 1968, Vol. III: 14-15.
- 17) BETZ E., SCHWERDTFEGER F., 1971 - Vergleichende Untersuchungen an der Kronenfauna der Eichen in Latenz- und Gradationsgebieten des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). 2. Die Parasiten der Lepidopteren. *Z. angew. Ent.*, 67: 149-170.
- 18) BEYER K., 1967 - Bericht über den Ansiedlungsversuch der Kleinen Roten Waldameise im Forstamt Diepholz. *Waldhygiene*, 7(3/4): 99-105.
- 19) BIERL B.A., BEROZA M., COLLIER C.W., 1970 - Potent sex attractant of Gypsy moth, *Porthetria dispar* (L.): its isolation, identification and synthesis. *Science*, 170: 87-89.
- 20) BIERL B.A., BEROZA M., COLLIER C.W., 1972 - Isolation, identification and synthesis of the gypsy moth sex attractant. *J. Econ. Entomol.*, 65: 659-665.
- 21) BLUMENTAL E.M., FUSCO R.A., REARDON R.C., 1979 - Augmentative release of two established parasite species to suppress populations of the gypsy moth. *J. Econ. Entomol.*, 72(2): 281-288.
- 22) BOGENSCHÜTZ H., 1964 - Untersuchungen über Parasiten des Eichenwicklers *Tortrix viridana* L. I. Artenspektrum, Präsenz und Dominanz (eine Auswertung der Literatur). *Entomophaga*, 9: 281-292.
- 23) BORKEVEC A.B., 1962 - Sexual sterilization of insects by chemicals. *Science*, 137: 1034-1037.
- 24) BOVEY P., 1971 - L'impact de l'insecte prédateur sur la forêt. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, n. hors-série: 11-29.
- 25) BURGESS A.F., CROSSMAN S.S., 1929 - Imported insect enemies of the Gypsy Moth and the Brown-Tail Moth. *Techn. Bull. U.S. Dep. Agric.*, 86: 1-147.
- 26) CABRAL M.T.E.C., 1977a - Papel das doenças na limitação natural das populações de *Lymantria dispar* L. (*Lepidoptera Lymantriidae*). *An. Inst. Sup. Agr.*, Lisboa, XXXVII: 153-177.
- 27) CABRAL M.T.E.C., 1977b - Influência da alimentação da *Lymantria dispar* L. e da *Euproctis chrysorrhoea* L. na actuação do *Bacillus thuringiensis*. *Ann. Inst. Sup. Agr.*, Lisboa, XXXVII: 179-221.
- 28) CABRAL M.T.E.C., 1978 - Possibility of using microbiological control of *Lymantria dispar* L. and *Euproctis chrysorrhoea* L., two cork-oak pests by means of *Bacillus thuringiensis*. *Ciência Biológica*, 3: 20B.
- 29) CAMBINI A., 1971 - Valutazione dei danni causati dagli insetti defogliatori alla quercia da sughero. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero*, Tempio Pausania, 14-16 Ottobre 1971; 327-339.
- 30) CAMERON E.A., 1973 - Disparlure: a potential tool for gypsy moth population manipulation. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 19: 15-19.
- 31) CAMERON E.A., 1978 - Disruption in areas of established infestation. In: The gypsy moth: Research toward integrated pest management. *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.*, 1584: 757pp.

- 32) CAMERON E.A., 1979 - Disparlure and its role in gypsy moth population manipulation. *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, 52: 333-342.
- 33) CAMERON E.A., Mc. MANUS M.L., MASON C.J., 1979 - Dispersal and its impact on the population dynamics of the gypsy moth in the United States of America. *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, 52: 169-179.
- 34) CAMPBELL R.W., 1963a - Some Ichneumonid-sarcophagid interaction in the gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (*Lepidoptera: Lymantriidae*). *Can. Entomol.*, 95: 337-345.
- 35) CAMPBELL R.W., 1963b - The role of disease and dessication in the population dynamics of gypsy moth *Porthetria dispar* (L.) (*Lepidoptera: Lymantriidae*). *Can. Entomol.*, 95: 426-434.
- 36) CAMPBELL R.W., 1974 - The gypsy moth and its natural enemies. *U.S. Dep. Agric., Agric. Inf. Bull.*, 381: 27 pp.
- 37) CAMPBELL R.W., PODGWAITE J.D., 1971 - The disease complex of the gypsy moth. I. Major components. *J. Invertebr. Pathol.*, 18: 101-107.
- 38) CAMPBELL R.W., SLOAN R.J., 1978a - Natural maintenance and decline of gypsy moth outbreaks. *Environ. Entomol.*, 7(3): 389-395.
- 39) CAMPBELL R.W., SLOAN R.J., 1978b - Numerical bimodality among north american gypsy moth populations. *Environ. Entomol.*, 7(5): 641-646.
- 40) CAMPBELL R.W., SLOAN R.J., BIAZAK C.E., 1977 - Sources of mortality among late instar gypsy moth larvae in sparse populations. *Environ. Entomol.*, 6(6): 865-871.
- 41) CANTARELLI M., DI COLA G., DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1981 - Analysis of some lepidopter populations inhabiting Sardinian cork oaks. *Atti 4° Simposio di dinamica di popolazioni*, Parma, 22-24 ottobre 1981 (in corso di stampa).
- 42) CAPINERA J.L., BARBOSA P., 1976 - Dispersal of first-instar gypsy moth larvae in relation to population quality. *Oecologia*, 26: 53-64.
- 43) CARDE R.T., DOANE C.G., BAKER T.C., IWAKI S., MARUNO S., 1977 - Attractancy of optically active pheromone for male gypsy moths. *Environ. Entomol.*, 6(6): 768-772.
- 44) CEBALLOS G., 1963 - Los parásitos de *Tortrix viridana* L. *Bol. Serv. Plagas For.*, 12: 69-72.
- 45) CEPELAK J., 1955 - Príspevek k poznání kuklic bourovce prstěncivého (*Malacosoma neustrium* L.). *Zool. a. Ent. Listy*, 4(18): 167-174.
- 46) CERVERA R., HAM P., 1976 - La lutte en Corse contre le bombyx disparate. *Phytoma*, 281: 14-18.
- 47) COLLIER C.W., DOWNEY J.E., 1964 - Gypsy moth chemosterilant tests. *U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Serv. Methods Impr. Lab., Otis., Mass. Progr. Rep.*: 40pp.
- 48) CROSSMANN S.S., WEBBER R.T., 1924 - Recent European investigations of parasites of gypsy moth, *Porthetria dispar* (L.), and the brown-tail moth, *Euproctis chrysoorrhoea* L. *J. Econ. Entomol.*, 17: 67-76.
- 49) CUNNINGHAM J.C., 1968 - Serological and morphological identification of some nuclear-polyhedrosis and granulosis viruses. *J. Invertebr. Pathol.*, 11: 132-141.
- 50) CUNNINGHAM J.C., LONGSWORTH J.F., 1968 - The identification of some cytoplasmic-polyhedrosis viruses. *J. Invertebr. Pathol.*, 11: 196-202.
- 51) DAJOZ R., 1974 - Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Parigi: 301pp.
- 52) DE FLUITER H.J., 1934 - Over *Nygmia phaeorrhoea* Donovan, den bastaard-satijnvlinder, en de factoren, welke tijdens de winterrust de getalsterkte van dit insect decimeeren. *Tijdschr. Plziekt.*, 40(1): 1-35.
- 53) DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1978 - Dix ans d'observations sur l'entomofaune nuisible au chêne-îlège en Sardaigne, pour la protection de la forêt. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, XVIII: 71-97.
- 54) DELRIO G., LUCIANO P., PROTA R., 1979 - 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.
- 55) DEMOLIN G., 1978 - Action du Dimilin sur les chenilles de *Lymantria dispar* L. incidence sur les tachinaires endoparasites. *Ann. Sci. Forest.*, 35: 229-234.
- 56) DIAKONOFF A., 1938 - Voorlopige mededeeling over de bestrijding van de ringelrups en van de bastaardsatijnvlinder in de stad Amsterdam in 1938. *Tijdschr. Ent.*, 81: 131-134.
- 57) DIAZ B., 1923 - Parasitos de *Tortrix viridana* L. *Macrocentrus thoracicus* Nees. *Rev. Fitopatol.*, 1: 97-99.

- 58) DISSESCU G., 1964 - On a new method of forecast for the brown-tail moth. *Zool. Zh.*, 43: 1795-1799 (In russo).
- 59) DISSESCU G., 1978 - Utilisation des phéromones sexuels synthétiques dans les forêts des quercinées infectées par *Lymantria dispar* L. *Zast. Bilja*, 143/144: 105-109.
- 60) DOANE C.C., SCHAEFER P.W., 1971 - Aerial applications of insecticides for control of the gypsy moth with studies of effects on non-target insects and birds. *Conn. Agric. Exp. Stn. Bull.*, 724: 1-23.
- 61) DOBRIVOJEVIC K., 1963 - Neka zapazanja o masovnim pojavama gubara u Vabjevskom srezu u periodu 1947-1961 - Godine. *Zast. Bilja*, 76: 677-692.
- 62) DOWNES J.A., 1959 - The gypsy moth and some possibilities of control of insects by genetical means. *Can. Entomol.*, 91: 661-664.
- 63) DREA J.J., 1978 - A resume of recent studies made by the European Parasites Laboratory with *Lymantria dispar* and its natural enemies in Europe, Iran and Japan. *Zast. Bilja*, 143/144: 119-125.
- 64) DUSSAUSSOY G., 1963 - Observations sur le comportement de *Calosoma sycophanta* L. en élevage. *Rev. Pathol. vég. Ent. agr. Fr.*, 42(1): 53-65.
- 65) ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (U.S.A.), 1975 - Guidance for insect pest control. In: Baculoviruses for insect pest control - Safety considerations. M. Summers, R. Engler, L. Falcken and P. Vail, eds. *Am. Soc. Microbiol.*, Washington, D.C.: 170-184.
- 66) FANKHANEL H., 1958 - *Meteorus versicolor* Wesm. als Parasit von *Euproctis chrysorrhoea* L. und *Thaumetopoea processionea* L. und seine Einsatzmöglichkeiten. *Trans. First. Int. Conference of Insect Pathology and Biological Control*, Bratislava: 415-420.
- 67) FEDOTOVA K.M., 1930 - Schädliche Insekten in den Wäldern der Krim. *Rev. Russe Ent.*, 24: 225-229 (in russo).
- 68) FINTESCU I., 1938 - Evolutia larvei *Liparis chrysorrhoea* Dup. *Bul. Soc. Nat. Român.*, 12: 18-21.
- 69) FORBUSCH E.H., FERNALD C.H., 1896 - The Gypsy Moth: *Porthetria dispar* (Linn.). Wright e Potter Printing Co., Boston: 495 pp.
- 70) FRANZ J.M., LAUX W., 1965 - Individual differences in *Malacosoma neustria* (L.). *XII Int. Congr. Ent.*, London: 393-394.
- 71) FRATIAN A., 1978 - Influence des défoliations provoquées par *Lymantria dispar* sur l'accroissement et la viabilité des peuplements de quercinées. *Zast. Bilja*, 143/144: 163-168.
- 72) FURUTA K., 1976 - Studies on the dynamics of the low density populations of gypsy moth and todo-fir aphid: analysis of the environmental resistance factors by artificial increase method. *Gov. For. Exp. Stn. Bull.*, 279: 85 pp.
- 73) GOIDANICH A., 1931 - Gli insetti predatori e parassiti della *Pyrausta nubilalis* Hübn. *Boll. Lab. Ent. Bologna*, 4: 77-218.
- 74) GOIDANICH A., 1960 - Voce «Euprottilde». *Enciclopedia Agraria Italiana*, Roma, IV: 142-143.
- 75) GOLDSCHMIDT R., 1934 - *Lymantria*. *Bibliogr. Genet.*, 11: 1-186.
- 76) GRANETT J., WESELOH R.M., 1975 - Dimilin toxicity to the gypsy moth larval parasitoid, *Apanteles melanoscelus*. *J. Econ. Entomol.*, 68: 577-580.
- 77) GREGOR F., 1960 - Zur Eiproduktion des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). *Folia Zool.*, 9(1): 11-18.
- 78) GRISON P., 1962 - Réflexions sur l'épizootiologie. *Entomophaga*, Mém. hors-série n. 2: 483-506.
- 79) GÜNTHER S., 1958 - Eine bisher unbekannte Microsporidie aus dem Ringelspinner (*Malacosoma neustria* L.). *Z. Pflkrankh. Pflschut.*, 67: 475-478.
- 80) JAHN E., SINREICH A., 1957 - Beobachtungen zum Auftreten des Schwemmspinners (*Lymantria dispar* L.) des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) und de grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) in Niederösterreich und in Burgeland in den Jahren 1952 bis 1956. *Anz. Schädlingssk.*, 30: 139-146.
- 81) HAM P., CERVERA R., 1976 - La lutte contre le bombyx disparate en Corse (I partie). *Phytoma*, 280: 14-17.
- 82) HARPER J.D., 1974 - Forest insect control with *Bacillus thuringiensis*. Survey of current knowledge. Auburn Univ. Print. Serv., Auburn, Ala.: 64pp.
- 83) HAYASCHI I., 1933 - Ecological relation between parasitic insects and their hosts. *Bot. Zool.*, 1: 1289-1296 (in giapponese).

- 84) HEIMPEL A.M., 1971 - Safety of insect pathogens for man and vertebrates. In: Microbial control of insect and mites. Academic Press, New York: 469-489.
- 85) HERBERG M., 1965 - Vogelschutz gegen schädliche Insekten und seine Ergebnisse. *Anz. Schädlingsk.*, 38: 137-142.
- 86) HERTING B., 1960 - Biologie der Westpaläarktischen Raupenfliegen Dipt. Tachinidae. *Monogr. Z. angew. Ent.*, 16: 188pp.
- 87) HIGASHIURA Y., 1980 - Analysis of factors affecting bird predation on gypsy moth egg masses by using Holling's disc-equation. *Res. Popul. Ecol.*, 22: 147-162.
- 88) HORSTMANN K., 1970 - Untersuchungen über die Parasiten der an Eichen lebenden Tortriciden während einer Massenvermehrung des Grünen Eichenwicklers. *Waldhygiene*, 8: 226-242.
- 89) HORSTMANN K., 1971 - Parasiten des Grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) als Beute der Waldameisen (*Formica polyctena* Förster). *Waldhygiene*, 9(3): 80-87.
- 90) HORSTMANN K., 1977 - Waldameisen (*Formica polyctena* Förster) als Abundanzfaktoren über des Massenwechsel des Eichenwicklers *Tortrix viridana* L. *Z. angew. Ent.*, 82(4): 421-435.
- 91) HOUNG J.A., PIMENTEL D., 1978 - Influence of host foliage on development, survival and fecundity of the gypsy moth. *Environ. Entomol.*, 7(1): 97-102.
- 92) IWAKI S., MARUMO S., SAITO T., YAMADA M., KATAGIRI K., 1974 - Synthesis and activity of optically active disparlure. *J. Am. Chem. Soc.*, 96: 7842-7844.
- 93) JANNONE G., 1947 - La *Malacosoma neustria* L. o «Campa» del mandorlo. *Agric. pugliese*, 1: 33-38.
- 94) KASPARYAN D.R., 1966 - The Ichneumonid *Phobocampe* sp. - an effective parasite of *Malacosoma neustria*. *Sb. Trud. dal'nevost. nauchno-issled. Inst. les. Khoz.*, 8: 377-380 (in russo).
- 95) KNAUF W., BESTMANN H.J., KOSCHATZKY H.Z., SÜSS J., VOSTROWSKY O., 1979 - Untersuchungen über die Lockwirkung synthetischer Sex-Pheromone bei *Tortrix viridana* (Eichenwickler) und *Panolis flammea* (Keiferneule). *Z. angew. Ent.*, 88(3): 307-312.
- 96) KNIPLING E.F., 1970 - Suppression of pest *Lepidoptera* by releasing partially sterile male. A theoretical appraisal. *Biosciences*, 20: 465-470.
- 97) LAUTENSCHLAGER R.A., PODGWAITE J.D., 1979 - Passage of nucleopolyhedrosis virus by avian and mammalian predators of the gypsy moth, *Lymantria dispar*. *Environ. Entomol.*, 8(2): 210-214.
- 98) LAUX W., 1962 - Individuelle Unterschiede in Verhalten und Leistung des Ringelspinners, *Malacosoma neustria* L. *Z. angew. Zool.*, 49: 465-524.
- 99) LAUX W., 1964 - Abwehrreaktionen von *Malacosoma neustria* gegen Tachinenlarven bei gleichzeitigen Auftreten einer Kernpolyedrose. *Entomophaga*, 9: 293-298.
- 100) LEHRER A.Z., LUCIANO P., 1979 - 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*, XXVII: 161-173.
- 101) LEONARD D.E., 1970 - Intrinsic factors causing qualitative changes in populations of *Porthetria dispar* (*Lepidoptera: Lymantriidae*). *Can. Entomol.*, 102: 239-249.
- 102) LEONARD D.E., 1974 - Recent developments in ecology and control of the gypsy moth. *Ann. Rev. Entomol.*, 19: 197-229.
- 103) LEWIS F.B., 1970 - Mass propagation of insect viruses with specific reference to forest insects. *Proc. IV Int. Coll. Insect Pathol.*: 320-326.
- 104) LEWIS F.B., DUBOIS N.R., GRIMBLE D., METTERHOUSE W., QUIMBY J., 1974 - Gypsy moth: efficacy of aerially applied *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol.*, 67: 351-354.
- 105) LEWIS F.B., Mc MANUS M.L., SCHNEEBERGER N.F., 1979 - Guidelines for the use of Gypchek to control the gypsy moth. *Forest serv. Res. Paper USDA*, NE-441: 9 pp.
- 106) LIPA J., MADZIARA-BORUSIEWICZ K., 1976 - Microsporidians parasitizing the green tortrix (*Tortrix viridana* L.) in Poland and their role in the collapse of the tortrix outbreak in Puszcza Niepolomocka during 1970-1974. *Acta Protozoologica*, 15: 529-536.
- 107) LUCIANO P., PROTA R., 1979 - 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*, XXVII: 137-160.

- 108) LUCIANO P., PROTA R., 1981a - La dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. in Sardegna. II. Osservazioni sul parassitismo nel corso della gradazione. *Mem. Soc. Ent. It.*, 60: 227-234.
- 109) LUCIANO P., PROTA R., 1981b - Osservazioni su alcuni fattori che influenzano la dinamica di popolazione di *Lymantria dispar* L. - *Atti IV SImp. Dinamica Popolazioni*, Parma, 22-24 ottobre 1981 (in corso di stampa).
- 110) LUCIANO P., PROTA R., 1982a - Indagini sul parassitismo in aree forestali ad alta densità di *Lymantria dispar* L. *Studi Sass.*, sez. III, *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, XXVIII: 153-167.
- 111) LUCIANO P., PROTA R., 1982b - Osservazioni sulla densità di popolazione di *Lymantria dispar* L. nelle principali aree subericole della Sardegna. *Studi Sass.*, sez. III, *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, XXVIII: 168-179.
- 112) MACHOWITZ-STEFANIAK Z., 1978 - Pathogenicity of entomogenous hyphomycetes (Hyphomycetales, Mycophyta) in relation to the tent caterpillar moth *Malacosoma neustria* L. (*Lepidoptera*). *Roczniki Nauk Rolniczych*, E, 8(2): 107-122.
- 113) MADRID F.J., STEWART R.K., 1981 - Impact of diflubenzuron spray on gypsy moth parasitoids in the field. *J. Econ. Entomol.*, 74: 1-2.
- 114) MAGNOLER A., 1967 - L'applicazione di un virus poliedrico nucleare nella lotta contro le larve di *Lymantria dispar*. *Entomophaga*, 12: 199-207.
- 115) MAGNOLER A., 1970 - Susceptibility of gypsy moth larvae to *Lymantria* spp. nuclear - and cytoplasmatic-polyhedrosis viruses. *Entomophaga*, 15: 407-412.
- 116) MAGNOLER A., 1974 - Ground application of a *Bacillus thuringiensis* preparation for gypsy moth control. *Z. Pflkrankh. Pflschutz.*, 81: 575-583.
- 117) MAGNOLER A., 1975a - Nuove prospettive nella lotta contro gli insetti defogliatori della sughera per mezzo di virus. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero*, Tempio Pausania, 14-16 Ottobre 1971: 341-352.
- 118) MAGNOLER A., 1975b - Bioassay of nucleopolyhedrosis virus against larval instars of *Malacosoma neustria*. *J. Invertebr. Pathol.*, 25(3): 343-348.
- 119) MAGNOLER A., CAMBINI A., 1968 - Accrescimento radiale della quercia da sughero ed effetti delle defogliazioni causate dalle larve di *Lymantria dispar* L. e di *Malacosoma neustria* L. I. Indagini su piante non decorticate. *Mem. Staz. Sper. Sughero*, Tempio Pausania, 27: 1-16.
- 120) MAGNOLER A., CAMBINI A., 1969 - Accrescimento radiale della quercia da sughero ed effetti delle defogliazioni causate dalle larve di *Lymantria dispar* L. e di *Malacosoma neustria* L. II. Indagini su piante in produzione. *Mem. Staz. Sper. Sughero*, Tempio Pausania, 28: 1-16.
- 121) MAKSIMOVIC M., 1969 - Investigation of population dynamics of the gypsy moth by means of traps. *Insect ecology sterile-male technique*, Proc. Panel, IAEA/FAO, Vienna, STI/PUB 223: 9-19.
- 122) MAKSIMOVIC M., 1978 - Some research on the relation between the population densities of the gypsy moth and its natural enemies. *Zast. Bilja*, 143/144: 127-139.
- 123) MARTELLI M., ARRU G.M., 1958 - Ricerche preliminari sulla entomofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.) in Sardegna. *Boll. Zool. agr. Bachic. Sez. II*, 1: 5-47.
- 124) MARTINEK V., 1963 - Necteri vejecni cizopasnici lesnich skudcu a moznosti jejich pestovani. *Práce Výzkum. Ústavů lesn. CSSR*, 26: 5-48.
- 125) MASTRO V.C., 1978 - Evaluation of disparlure-baited traps. In: The gypsy moth: Research toward integrated pest management. *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.*, 1584: 757pp.
- 126) MELIKYAN G.G., KOVALEV B.G., KONYUKHOV V.P., AZARYAN G.K., BADANYAN S.O., 1980 - Isolation of the sex pheromone of *Malacosoma neustria* L. *Arm. Khim. Zh.*, 33(6): 519-523.
- 127) MIHALACHE G., 1969 - Cercetari asupra evolutiei entomofaunei folositoare din arboretele atacate de *Lymantria dispar* L. si tratate cu preparate bacteriene. *St. si Cerc. Biol. Seria Zoologie*, 21(5): 365-376.
- 128) MIHALACHE G., PIRVESCU D., CALOIANU M., POPESCU T., 1978 - Les épizooties virales dans les peuplements infestés par le ravager *Lymantria dispar* L. *Zast. Bilja*, 143/144: 15-27.
- 129) MILEWIC K., 1959 - Osvrt na suzbijanje gubara u N.R. Srbiji u gradaciji od 1952 do 1957 godine. *Zast. Bilja*, 52/53: 121-144.

- 130) MISHIN A., SEMEVSKII F.N., 1971 - The correlation between the mortality of *Tortrix viridana* caused by parasites and their species composition over wide areas. *Zool. Zh.*, 50: 1200-1204 (in russo).
- 131) MOELLER J., LOTZ G., 1968 - Vergleichende Untersuchungen an der Kronenfauna der Eichen in Latenz- und Gradationsgebieten des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). 1. Die Lepidopteren. *Z. angew. Ent.*, 61(3): 282-297.
- 132) MUCK O., HASSAN S., HUGER A.M., KRIEG A., 1981 - Zur Wirkung von *Bacillus thuringiensis* Berliner auf die parasitischen Hymenopteren *Apanteles glomeratus* L. (*Braconidae*) und *Pimpla turionellae* (L.) (*Ichneumonidae*). *Z. angew. Ent.*, 92: 303-314.
- 133) MUESEBECK C.F.W., 1918 - Two important introduced parasites of the brown-tail moth. *J. Agric. Res.*, XIV(5): 191-206.
- 134) MUESEBECK C.F.W., 1922 - *Zygothrips nidicola*, an important parasite of the brown-tail moth. *U.S. Dep. Agric. Bull.*, 1088: 9pp.
- 135) MUESEBECK C.F.W., 1931 - *Monodontomerus aereus* Walker, both a primary and secondary parasite of the brown-tail moth and the gypsy moth. *J. Agric. Res.*, XLIII: 445-460.
- 136) NAUMOV R.V., 1959 - On the causes of the cessation of mass outbreaks of *Euproctis chrysorrhoea*. *Zool. Zh.*, 38: 133-134.
- 137) NIZI G., PROSPERI G., 1973 - Rilevi sull'incremento legnoso di piante forestali del genere *Quercus*, defogliate da *Lymantria dispar* L. *Note ed appunti sperimentali di Entomologia agraria*, Perugia, XIV: 67-78.
- 138) NOVAK V., SEHNAL F., 1973a - Effects of a juvenoid applied under field conditions to the green oak leaf roller, *Tortrix viridana* L. (*Lep.: Tortricidae*). *Z. angew. Ent.*: 73(3): 312-318.
- 139) NOVAK K., SEHNAL F., 1973b - Action of juvenile hormone analogues in *Euproctis chrysorrhoea* and *Yponomeuta malinella* under field conditions. *Acta Ent. Bohem.*, 70: 20-29.
- 140) ONCUER C., YALCIN E., ERKIN E., 1977 - Ege bölgesinde meyve agaclarında zarar yapan *Euproctis chrysorrhoea* L. (*Lepidoptera: Lymantriidae*) larval arinin dogal dü smanlari ve bunların etkililik durumları. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 1: 39-47.
- 141) ONCUER C., YALCIN E., ERKIN E., 1978 - Ege bölgesinde meyve agaclarında zarar yapan *Euproctis chrysorrhoea* L. (*Lepidoptera: Lymantriidae*) pularinin dogal düsmanlari ve bunların etkililik durumları. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 2: 31-36.
- 142) ORLOVSKAJA E.V., 1963 - Vozmoznosti ispolzovanija virusov v borbe s vreditelami belskovo i lesno vo bozjajstva. *Izd. Akad. Nauk. SSSR*: 118-122.
- 143) ORLOVSKAYA E.V., 1968 - The geographical distribution and occurrence of viruses in injurious dendrophilous insects in the territory of the Soviet Union. *Ent. Obozr.*, 47: 741-756 (in russo).
- 144) ORTIZ DE LA TORRE F., 1970 - Resultados obtenidos en la aceptación de los nidos artificiales en un monte adehesado de la provincia de Sevilla. *Bol. Serv. Plagas. For.*, 25: 57-65.
- 145) PALMA P., 1975 - Stato attuale delle ricerche nel campo sughericolo e sugheriero in Italia. *Atti del 1° Convegno Regionale del Sughero*, Tempio Pausania, 14-16 Ottobre 1971: 33-45.
- 146) PALMA P., PAVAN M., 1964 - Sui trapianti di formiche del gruppo *Formica rufa* in Sardegna. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*, XL, 4ª Serie: 319-322.
- 147) PASCOVICI V.D., 1979 - Espèces du groupe *Formica rufa* L. de la Rep. Soc. de Roumanie et leur utilisation dans la lutte contre les ravageurs forestiers. *Bull. SROP*, 2(3): 11-134.
- 148) PATOCKA J., CAPEK M., 1971 - Population changes of certain oak defoliators (*Lepidoptera*) in Slovakia. *Acta Inst. For. Zvolenensis*, 2: 461-485.
- 149) PAVAN M., TOMASELLI R., 1979 - Lutte intégrée dans les forêts méditerranéennes: un exemple de protection forestière. *Proc. Int. Symp. IOBC/WPRS on Integrated Control in Agriculture and Forestry*, Wien 8-12 Oct. 1979: 305-312.
- 150) PAWLOWICZ J., 1936 - Beobachtungen über einige in *Porthetria dispar* L., *Malacosoma neustria* L. und *Stilpnotia salicis* L. (*Lep.*) schmarotzende Hymenopteren und Dipteren. *Zool. Polon.*, 1: 99-118.
- 151) PETKOFF P., 1939 - Der Einfluss des Frutters auf die Entwicklung des Goldafters *Nygmia phaeorrhoea* L. und des Ringelspinners *Malacosoma neustria* L. *VII Int. Kongr. Ent.*, Berlin 1938, Vol. IV: 2388-2395.

- 152) PLIMMER J.R., CARO J.H., FREEMAN H.P., 1978 - Distribution and dissipation of aerially-applied di-sparlure under a woodland canopy. *J. Econ. Entomol.*, 71: 155-157.
- 153) PROTA R., 1965 - Appunti su una trappola a luce miscelata per la cattura di insetti. *Studi Sass.*, sez. III, *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, XIII: 323-335.
- 154) PROTA R., 1966 - Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della Quercia da Sughero (*Quercus suber* L.). V. Osservazioni condotte in Sardegna su *Ooencyrtus kuwanai* (Howard) (*Hymenoptera Encyrtidae*) nuovo per la fauna italiana. *Mem. Staz. Sper. Sughero*, Tempio Pausania, 17: 1-26.
- 155) PROTA R., 1969 - Prove di sterilizzazione dei maschi di *Lymantria dispar* L. mediante l'impiego di raggi gamma. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1969: 305-312.
- 156) PROTA R., 1973 - Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.). VII. Indagini sulla composizione e consistenza della lepidotterofauna di una sughereta e sul dinamismo delle principali specie nocive. *Mem. Staz. Sper. Sughero*, Tempio Pausania, 35: 1-130.
- 157) PROTA R., 1974 - Note sulla cenosi lepidotterica di *Quercus suber* L. e sulle fluttuazioni di alcune specie dannose fotosensibili. Contributo alla conoscenza dell'entofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.). VIII. *Aedea*, LV: 439-461.
- 158) PROTA R., 1976 - Contributo alla conoscenza dell'entomofauna della Quercia da sughero (*Quercus suber* L.). XI. Effetti della ritardata alimentazione sulla prima età e sulla durata dello stadio larvale in *Porthetria dispar* L. *Studi Sass.*, sez. III, *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, XXIV: 9-13.
- 159) PURRINI K., 1975 - Über die Verbreitung von Krankheitserregern beim Goldafters, *Euproctis chrysorrhoea* L. (*Lep.: Lymantriidae*) im Gebiet von Kosova, Jugoslavien. *Anz. Schädlingssk.*, 48: 182-183.
- 160) PURRINI K., 1979 - Über die natürlichen Krankheiten des Goldafters, *Euproctis chrysorrhoea* L. (*Lep. Lymantriidae*) 1977 in Bayern. *Anz. Schädlingssk.*, 52: 56-58.
- 161) PURRINI K., SKATULLA U., 1978 - Über die natürlichen Krankheiten des Schwammspeinners, *Limantria dispar* L. (*Lep.: Lymantriidae*) in Sardinien, Italien. *Anz. Schädlingssk.*, 51: 9-11.
- 162) RABASSE J.M., BABAUT M., 1975 - Etude d'une pollulation de *Lymantria dispar* L. (*Lep.: Lymantriidae*) dans les conditions méditerranéennes. *Sciences Agronomiques Rennes* (1975): 143-160.
- 163) RAFES P.M., 1970 - Estimation of the effects of phytophagous insects on forest production. In: Analysis of temperate forest ecosystem. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: pp. 100-106.
- 164) RIESGO ORDONEZ A., 1929 - La fauna del Valle de los Pedroches. *Rev. Fitopatol.*, IV-VI: 53-58.
- 165) ROMANOVA Y.U.S., 1972 - Parasites of *Malacosoma neustria* and their importance in control in foci in the Moscow area in 1954-1970. *Zool. Zh.*, 51(8): 1188-1195 (in russo).
- 166) ROMANOVA Y.U.S., LOZINSKII V.A., 1958 - Experiments on the practical use of egg parasites of *Malacosoma neustria* in forest conditions. *Zool. Zh.*, 37: 542-547 (in russo).
- 167) ROMANYK N., 1966 - Enemigos naturales de la *Lymantria dispar* L., en Espana. *Bol. Serv. Plagas For.*, 18: 157-163.
- 168) ROMANYK N., RUPEREZ A., 1960 - Principales parasitos observados en los defoliadores de Espana con atencion particular de la *Lymantria dispar* L. *Entomophaga*, V: 229-236.
- 169) ROTSCCHILD E.V., 1958 - Extinction by rodents of the gypsy moth in the area of mass reproduction. *Byull. Mosk. O-Va. Ispyt. Priir. Otd. Biol.*, 63: 129-130 (in russo).
- 170) RUSSO G., 1959 - I principali parassiti dei lepidotteri defogliatori forestali in Italia. *Boll. Lab. Ent. agr. «Filippo Silvestri»*, Portici, XVII: 172-188.
- 171) SABROSKY C.W., REARDON R.C., 1976 - Tachinid parasites of the gypsy moth, *Lymantria dispar*, with keys to adults and puparia. *MPEAAL*, 10(2): 1-126.
- 172) SACCUMAN G., 1963 - Contributo alla conoscenza della *Euproctis chrysorrhoea* L. Cenni sulla morfologia, biologia e mezzi di lotta. *Boll. Lab. Ent. agr. «F. Silvestri»*, Portici, XXI: 271-322.
- 173) SCHÜTTE F., 1957 - Untersuchungen über die Populationsdynamik des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). Teil I e II. *Z. angew. Ent.*, 40: 1-36; 285-331.
- 174) SCHÜTTE F., 1960a - Vogelschutz und Eichenwicklers Zur Problematik. *Anz. Schädlingssk.*, 33: 33-41.
- 175) SCHÜTTE F., 1960b - Der Einfluss von Spätfrösten (1959) auf die Belaubung der Eichen und die Populationsdichte des Eichenwicklers. *Z. angew. Ent.*, 46(2): 217-220.
- 176) SCHWERDTFEGER F., 1957 - Die Waldkrankheiten. Berlin u. Hamburg, 158 pp.
- 177) SCHWITULLA H., 1963 - Zur Nestbildung des Goldafters. *Gesunde Pflanzen.*, 15: 96-98.

- 178) SEDIVY' J., 1978 - Group effect in the common lackey moth (*Malacosoma neustria* L.). *Sbornik Utiz - Ochrana Rostlin*, 14: 137-142. (In cecoslovacco).
- 179) SEHNAL F., SKUHRAVY V., ROCHMUT R., LANDA V., 1976 - Survival and fertility of *Lymantria dispar* and *Lymantria monacha* treated with juvenoids at the larval stage. *Acta Ent. Bohem.*, 73(6): 373-381.
- 180) SERRAO NOGUEIRA C.D., CARDOSO CABRAL M.T.E., 1966 - *Tortrix viridana* L. nos montados de sobro; diminuicao da populacao na fase de pupa. *Graellsia*, XXII: 197-207.
- 181) SHIGA M., 1977 - Population dynamics of *Malacosoma neustria testacea* (Lepidoptera: Lasiocampidae): stabilizing process in a field population. *Res. Popul. Ecol.*, 18: 284-301.
- 182) SHIGA M., 1979 - Population dynamic of *Malacosoma neustria testacea* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Bull. Fruit Tree Res. Stat.*, 6: 59-168 (in giapponese).
- 183) SILVESTRI F., 1923 - Contributi alla conoscenza dei Tortricidi delle Quercie. I. II. *Boll. Lab. Zool. gen. agr.*, Portici, XVII: 41-107.
- 184) SIMCHUK P.A., 1977 - Epizootics of entomophthorosis and microsporidiosis of the gold-tail moth. *Zashch. Rast.*, 6:32.
- 185) SIMIONESCU A., MIHALACHE G., PIRVESCU D., 1973 - Evolution des gradations de *Lymantria dispar* L. en Roumanie et mesures de lutte. *Zast. Bilja*, 124/125: 275-284.
- 186) SIMONS E.E., REARDON R.C., TICEHURST M., 1979 - Selected parasites and hyperparasites of the gypsy moth, with keys to adults and immatures. *U.S.D.A. Agriculture handbook*, 540: 1-59.
- 187) SINADSKII Y.V., KOVTUNENKO V.F., MALKEROV V.P., 1975 - An experiment on the protection of oaks from leafrollers. *Zashch. Rast.*, 1: 39-40.
- 188) SISOJEVIC P., SERAFIMOVSKI A., KUSEVSKA M., CEPELAK J., 1976 - Tahine (Dipt.: Tachinidae) - paraziti zutozrbe (*Euproctis chrysorrhoea* O.) u Makedoniji, 1972-1974. *Zast. Bilja*, 27(2): 167-179.
- 189) SKUHRAVY V., HOCHMUT R., 1975 - The control of *Tortrix viridana* (Lepidoptera, Tortricidae) with the juvenoid hydroprene in a field experiment. *Acta Ent. Bohem.*, 72(1): 24-29.
- 190) SMIRNOV B.A., 1962 - The importance of ants in forest protection. *Zashch. Rast.*, 9: 29 (in russo).
- 191) SMITH K.M., 1963 - The Cytoplasmic Virus Diseases. In: *Insect Pathology*. Academic Press, New York: 457-497.
- 192) STEGER O., 1960 - Spätfröste und Massenwechsel von *Tortrix viridana* L. (*Lep. Tortr.*). *Z. angew. Ent.*, 46(2): 213-216.
- 193) SVESTKA M., VANKOVA J., 1980 - Über die Wirkung von *Bacillus thuringiensis* in Kombination mit dem synthetischen Pyretroid Ambusch auf *Operophtera brumata*, *Tortrix viridana* und die Insektenfauna auf eines Eichenbestandes. *Anz. Schädlingssk.*, 53(1): 6-10.
- 194) TADIC M., 1965 - *Telenomus terebrans* Ratz. jajni parazit kukavicije suze (*Malacosoma neustria* L.) in Jugoslaviji. *Arh. Poljopr. Nauke*, 18: 82-99.
- 195) TEMPLIN E., 1957 - Der Einfluss von Bekämpfungsaktionen auf den Verlauf der letzten Gradation von *Euproctis chrysorrhoea* L. *Z. angew. Ent.*, 41(4): 425-437.
- 196) TEODORESCU I., 1980 - Contributia scelionidelor oofage (Proctotrupoidea - Scelionidae) la limitarea atacului unor lepidoptere defoliatoare. *Studii si Cercetari de Biologie, Biologie Animala*, 32: 117-180.
- 197) TOMLIN A.D., FORGASH A.J., 1972 - Toxicity of insecticides to gypsy moth larvae. *J. Econ. Entomol.*, 65: 953-954.
- 198) TOWNES H., MOMOI S., TOWNES M., 1965 - A catalogue and reclassification of the Eastern Palearctic Ichneumonidae. *Mem. Am. Ent. Inst.*, 5: 1-661.
- 199) TRIGGIANI O., 1974 - Fattori che influenzano la comparsa di malattie virali tra gli insetti. *Atti IV Simp. Naz. Conservazione Natura*, II: 83-91.
- 200) TRIGGIANI O., 1979 - Preliminari prove di lotta con il *Bacillus thuringiensis* Berl. e *Borrelinavirus reprimens* contro le larve della *Porthetria* (*Lymantria dispar* L.) (*Lep.*: Lymantriidae) sul Fragno (*Quercus trojana* Webb.) *Entomologica*, XV: 103-113.
- 201) TSEITGAMEL Y.S., 1974 - The population dynamics of *Euproctis chrysorrhoea* in the Central-Chernozem State Reservation. *Zool. Zh.*, 53: 292-296.
- 202) VAN DER LINDE R.J., 1967 - Populationsdynamische Untersuchungen auf Landschaftsökologischer Grundlage am Goldafters, Schwammspinners und Ringelspinners. *IUFRO-Kongress*, München 1967: 635-649.

- 203) VAN DER LINDE R.J., VOUTE A.D., 1967 - Das Auftreten des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) in den Niederlanden und der mögliche Einfluss der Nahrung auf die Schwankungen in der Populationsdichte. *Z. angew. Ent.*, 60: 85-96.
- 204) VASIC K., 1958 - Uopredna analiza toka gradacije gubara 1946-1950 i 1953-1957 godine. *Zast. Bilja*, 49/50: 9-22.
- 205) VASILJEVIC L.J., 1958 - Uticaj Temperaturnih kolebanja u prirodi na razvoj poliedrije kod gubara. *Zast. Bilja*, 41/42: 57-66.
- 206) VASILJEVIC L.J., 1961 - Susceptibilité des chenilles du bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.) envers la polyédrie dans les diverses phases de gradation de leur développement dans la nature. *Entomophaga*, 6: 269-276.
- 207) VASILJEVIC L.J., 1978 - Pathogènes et lutte microbiologique contre *Lymantria dispar* L. *Zast. Bilja*, 143/144: 5-14.
- 208) VASILJEVIC L.J., INJAC M., 1973 - A study of gypsy moth viruses originating from different geographical regions. *Zast. Bilja*, 124/125: 169-186.
- 209) VASILJEVIC L.J., INJAC M., 1975 - Investigation of protection of the nuclear polyhedrosis viruses of the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) against the ultraviolet radiation. *Zast. Bilja*, 134: 353-363.
- 210) VORONTSOV A.I., 1976 - Will the green oak tortrix prove injurious in the Moscow district. *Zashch. Rast.*, 5: 43 (in russo).
- 211) WALLNER W.L., WALTON G.S., 1979 - Host defoliation: a possible determinant of gypsy moth population quality. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 72: 62-67.
- 212) WEISER J., 1957 - Mikrosporidien des Schwammspinners und Goldafters. *Z. angew. Ent.*, 40: 509-521.
- 213) WEISER J., VEBER J., 1957 - Die Mikrosporidie *Thelohania hyphantriae* Weiser des weissen Bärenspinners und anderen Mitglieder seiner Biocönose. *Z. angew. Ent.*, 40: 55-70.
- 214) WELLINGTON W.G., 1957 - Individual differences as a factor in population dynamics: the development of a problem. *Canad. J. Zool.*, 35: 293-323.
- 215) WELLINGTON W.G., 1960 - Qualitative changes in natural populations during changes in abundance. *Canad. J. Zool.*, 38: 289-314.
- 216) WESELOH R.M., ANDERSON J.F., 1975 - Inundative release of *Apanteles melanoscelus* against the gypsy moth. *Environ. Entomol.*, 4(1): 33-36.
- 217) ZANARDI D., LOI T., 1973 - Nuove prospettive di lotta contro la *Lymantria* delle sugherete. *Tip. Valdes, Cagliari*: 68 pp.
- 218) ZWÖLFER H., KRAUS M., 1957 - Biocenotic studies on the parasites of two fir- and two oak-Tortricids. *Entomophaga*, 2: 173-196.