

Questo articolo è la traduzione di un lavoro realizzato dall'Istituto Federale di Ricerca svizzero Wald Schnee Landschaft (WSL) e pubblicato in lingua tedesca. Il testo è stato pensato per offrire informazioni ai forestali svizzeri, ma, leggendolo, ci si può facilmente accorgere che, a parte qualche informazione territoriale, le notizie che contiene rivestono un interesse non marginale anche per i forestali italiani. Ciò conferma ancora una volta quanto può rivelarsi prezioso collaborare, scambiarsi informazioni e comprendere a fondo le scelte tecniche e il modo di operare dei colleghi negli altri Stati.

Paolo Mori

IL BOMBICE DISPARI (*LYMANTRIA DISPAR* L.)



di Dagmar Nierhaus-Wunde rw ald e Beat Werm elinge r

LA *LYMANTRIA DISPAR* (BOMBICE DISPARI) E' UNA FARFALLA AMPIAMENTE DIFFUSA DALL'EUROPA FINO AL GIAPPONE E, DA PIU' DI 100 ANNI, ANCHE NEGLI USA. NONOSTANTE ABBIA UN GRANDE NUMERO DI ANTAGONISTI, QUESTA FARFALLA NOTTURNA TERMOFILO TENDE A PULLULARE IN ESTATI CALDO-SECCHIE OPPURE IN SEGUITO A STRESS DA SICCA' PER CAUSE ARTIFICIALI (ES. ABBASSAMENTO DELLA FALDA FREATICA). L'INTENSA ATTIVITA' DI ALIMENTAZIONE DELLE LARVE (DETTE ANCHE BRUCHI) PORTA A NOTEVOLI DEFOGLIAZIONI SIA IN POPOLAMENTI DI LATIFOGIE, COME PURE NEI FRUTTETI, INDIPENDENTEMENTE DAL LORO STADIO DI SVILUPPO.

La *Lymantria dispar* (Foto 1) è stata introdotta dalla Francia nel nord est degli USA nel 1869 (Box 1), dove a causa della mancanza di nemici naturali, si è liberamente diffusa negli Stati Uniti orientali. Dal 1889 in queste zone si hanno periodiche pullulazioni, per il cui contenimento vengono impiegate enormi risorse finanziarie.

Mentre in Germania la prima segnalazione di una pullulazione di *Lymantria dispar* risale all'anno 1838; in Svizzera una simile infestazione (= fase di più elevata densità di popolazione) è stata descritta per la prima volta nel 1888 nei dintorni di Bienne.

DIFFUSIONE E PRESENZA

L'areale di diffusione della *Lymantria dispar* si estende dal Nordafrica (Stati Mediterranei) all'Europa occidentale, centrale e meridionale e verso est attraverso la Russia fino al Giappone. A nord l'areale raggiunge la Svezia centrale e la Finlandia meridionale. I paesi mediterranei e balcanici costituiscono il baricentro della sua diffusione: in queste regioni, ogni 7-8 anni, si verificano infatti pullula-



Foto 1 - Larva di *Lymantria dispar*.



Foto 2 - Defogliazione totale su castagni in una vasta area in Ticino (Monte Carasso 1992).

zioni gravi anche dal punto di vista economico. Solo di rado le popolazioni di limantria hanno simili esplosioni nelle regioni europee temperate. Nel Land tedesco della Bassa Sassonia la limantria è così rara tanto da essere stata inserita nella lista rossa come "molto minacciata". Viceversa all'inizio degli anni novanta questa farfalla si è massicciamente moltiplicata nei Länder tedeschi meridionali: nel 1994 sono stati colpiti 77.000 ha di piantagioni di quercia, specie tra le preferite da questo lepidottero. Nello stesso periodo anche altri paesi vicini come Francia, Austria e Svizzera hanno segnalato infestazioni di *Lymantria dispar*.

In Europa centrale la limantria è legata a stazioni calde e asciutte dove predilige boschi chiari e soleggiati oppure margini boschivi, così come parchi e frutteti. Lo sviluppo della popolazione viene favorito da estati calde e da un periodo secco prolungato.

Finora in Svizzera si sono verificate 6 pullulazioni di *Lymantria dispar*:

- 1888 a Roches d'Orvin presso Bienne, con defogliazione soprat-

tutto su faggio;

- 1907-1909 nel Basso Vallese su larice;
- 1924 in Ticino su castagno;
- 1929/30 in Ticino su castagno, alberi da frutto ed altre latifoglie;
- 1984/85 in Ticino, Grigioni (Mesolcina) così come Basso Vallese su diverse latifoglie;
- 1992/93 in Ticino con locali defogliazioni totali di popolamenti di castagno e querce.

L'ultima pullulazione è stata la più forte, con una superficie totale colpita pari a 2.400 ha (Foto 2). Esplosioni locali terminano a seconda dei casi dopo 1 o 2 anni. Le infestazioni possono verificarsi fino ad una quota di 1.000 m s.l.m.

I punti di diffusione in Svizzera si trovano nelle zone calde del Ticino, Vallese, nei dintorni di Ginevra e del lago di Biene. Nell'Altopiano la specie è stata ritrovata solo sporadicamente, principalmente nella Svizzera orientale.

PIANTE OSPITI

Le larve della *Lymantria dispar* sono estremamente polifaghe e prosperando su un elevato numero di specie molto diverse: in totale circa 400, soprattutto latifoglie. Come la maggior parte degli insetti polifagi, anche la limantria ha specie preferenziali, sulle quali si sviluppa meglio e più velocemente, e dove le femmine manifestano fecondità più elevata. La specie arborea più frequentemente colpita è la quercia, seguita da carpino, faggio, castagno, pomoidee e drupacee (Tabella 1). In Svizzera è interessato dagli attacchi massivi soprattutto il castagno, in Germania le querce.

Lymantria dispar ripiega sulle conifere solo in caso di carenza di cibo, in quanto su queste non riesce a prosperare. Un'eccezione è costituita dai larici, sui quali la Limantria si sviluppa estremamente bene (Tabella 1). Saltuariamente le larve vengono osservate su abete rosso, duglasia e pini. Talvolta nei boschi di conifere, ma anche nei castagneti del Ticino, la *Lymantria dispar* si presenta assieme alla limantria monaca (*Lymantria monacha*), specie affine.

CICLO BIOLOGICO

La limantria dispari sverna nelle ooteche sotto forma di piccole

Box 1

LA "GYPSY MOTH" NEGLI USA

Nel 1869 Léopold Trouvelot, artista, matematico, astronomo e naturalista, portò la limantria dispari (inglese *gypsy moth*) dalla Francia nelle vicinanze di Boston, Massachusetts, per eseguire ricerche su incroci con il baco da seta. Mentre era distratto un colpo di vento avrebbe rovesciato il barile di allevamento e le larve si sarebbero liberate. Conscio del proprio dovere Trouvelot comunicò immediatamente questo incidente alle autorità, che però non fecero nulla. Già 20 anni dopo (1889) si verificò una prima pullulazione, che un corrispondente di allora descrisse nel seguente modo: "l'area semplicemente pullulava di bruchi, e io mi spaventai veramente a scendere la strada fino alla stazione. ... Mi ricordo di una certa mattina, quando ero completamente coperto dai bruchi dentro e fuori il mantello. Gli alberi lungo la strada erano nudi fino alla corteccia. ... Le facciate delle case erano nere di bruchi e i marciapiedi offrivano una visione ripugnante dovuta agli insetti schiacciati. ... Molti entrarono nelle case, ... io stesso ne potei trovare alcuni sotto le coperte del letto" (da MONTGOMERY e WALLNER 1988).

La limantria dispari nel corso del 20° secolo si diffuse in tutto il nord est degli USA fino alla Florida ed anche alle coste occidentali, così come al Canada sud orientale. Queste aree sono sempre state interessate da ondate di pullulazioni, in massima parte su popolamenti di quercia, ma anche su altre specie di latifoglie. Particolarmente intensive sono state anche le misure di lotta: nel 1957 furono trattati dall'aria con DDT più di 1,2 milioni di ha! Nel 1971 le larve defogliarono 800 000 ha di foresta, ciò causò un aumento drammatico di morie nelle querce. Questo ebbe come conseguenza la costituzione di un sistema di monitoraggio e di lotta, in grado di accertare con regolarità la densità di questi insetti e di prognosticarne le conseguenze. Al superamento di una determinata soglia, i popolamenti vengono trattati soprattutto con un preparato a base di *Bacillus* oppure di virus, così come con inibitori della muta. Nel corso degli anni '90 l'areale colpito si è marcatamente ridotto, non tanto grazie alla lotta, ma piuttosto a causa di una malattia provocata dal fungo *Entomophaga maimaiga* (Zigomicete), che, dal 1989, si è diffuso altrettanto velocemente come a suo tempo la limantria. Oggi questo fungo si è stabilito in tutto il nord est degli USA e mantiene la *gypsy moth* sotto controllo. Sono attualmente in corso discussioni sull'origine del fungo (ceppo introdotto negli USA dal Giappone nel 1910 per la lotta senza successo alla limantria?) e sulla perdurata nel tempo della sua azione. I dati più recenti indicano tuttavia un leggero aumento degli attacchi di limantria.

larve completamente sviluppate (L1; Foto 3). Le giovani larvette di colore scuro, lunghe solo pochi millimetri, fuoriescono in primavera (aprile/maggio) contemporaneamente all'emissione delle foglie. Esse rimangono gregarie da 2 a 3 giorni sulla ovatura vuota ("fase a specchio"; Foto 4) e successivamente migrano sulla chioma

PERIODO DI FUORIUSCITA DELLE LARVE	PERIODO DI SFARFALLAMENTO	ALBERI OSPITI (RIPORTATI IN ORDINE DECRESCENTE DI GRADIMENTO DA PARTE DELLA LIMANTRIA)	SVERNAMENTO
Aprile/Maggio	Tra l'inizio di luglio e la fine di settembre	<p>quercia (<i>Quercus</i> spp.), carpino (<i>Carpinus</i> spp.), faggio (<i>Fagus sylvatica</i> L.), castagno (<i>Castanea sativa</i> Mill.), piante da frutto (<i>Pyrus</i> spp., <i>Malus</i> spp., <i>Prunus</i> spp.)</p> <p><u>Inoltre:</u> betulla (<i>Betula</i> spp.), pioppo (<i>Populus</i> spp.), salice (<i>Salix</i> spp.), acero (<i>Acer</i> spp.), tiglio (<i>Tilia</i> spp.), olmo (<i>Ulmus</i> spp.), ontano (<i>Alnus</i> spp.), larice (<i>Larix decidua</i> Mill.)</p> <p>In caso di pullulazione lo spettro degli ospiti può notevolmente ampliarsi a causa della carenza di cibo. Le larve possono quindi trasferirsi su altre conifere (pini, abete rosso, duglasia) oppure addirittura su specie erbacee al suolo.</p> <p><u>Completamente evitate sono:</u> robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.), ippocastano (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.), frassino (<i>Fraxinus</i> spp.), vite (<i>Vitis vinifera</i> L.), diversi arbusti.</p>	Allo stadio di uovo nelle ooteche come larvette (formate)

Tabella 1 - Biologia della *Lymantria dispar* (limantria dispari, bombice dispari; ted. *Schwammspinner*; franc. *Bombyx disparate*, la spongieuse; ingl. *gypsy moth*) (WELLENSTEIN e SCHWENKE 1978; BENOIT e LACHANCE 1990; MAIER e BOGENSCHÜTZ 1990).

dell'albero dove iniziano a cibarsi delle foglie. Nel 1° stadio le larvette vengono trasportate grazie al vento in altre zone spesso a chilometri di distanza con l'aiuto di peli sospensori e lunghi filamenti sericei. In questo modo possono essere ritrovate in tutti gli strati della foresta, sul suolo e nelle aree vicino al bosco. Questa è la fase di propagazione su ampie superfici, mentre le femmine, poco inclini al volo, concorrono poco alla diffusione (Box 2). Tuttavia, nel trasporto eolico molti individui periscono nel caso in cui non atterrino su una pianta ospite. I primi tre stadi larvali rimangono tutto il giorno sulle foglie dove si nutrono. Gli stadi più vecchi, attivi durante la notte (da L3 o L4), durante il giorno cercano dei nascondigli, di norma nelle screpolature della corteccia oppure alla base del fusto sotto la lettiera. Durante la muta queste larve rimangono nei pressi del suolo anche durante la notte. Al sopraggiungere dell'oscurità migrano sulle chiome degli alberi per nutrirsi. Nel caso di elevate densità di popolazione le larve più mature modificano il loro comportamento e si nutrono anche durante il giorno. L'attività di alimentazione più intensa e con sprechi (porzioni di foglie morsicate che cadono al suolo; Foto 5) inizia dal 4° stadio larvale e nell'ultimo stadio raggiunge l'apice. Durante il suo sviluppo ogni larva mangia circa un



Foto 5 - Resti di defogliazione (cosiddetta "alimentazione di abbondanza").



Foto 6 - Farfalla femmina in ovideposizione (ovatura spugnosa).



Foto 3 - Dopo un breve sviluppo embrionale le larvette completamente sviluppate svernano nelle ooteche, immerse nella lanuggine pelosa.



Foto 4 - Le larvette appena fuoriuscite trascorrono ancora alcuni giorni sulla ovatura.

Box 2 DESCRIZIONE DELLA LYMANTRIA DISPAR

La limantria dispari appartiene alla famiglia dei Limantridi (*Lymantriidae*). Le farfalle presentano come tutti i limantridi un marcato dimorfismo sessuale ("dispar": diverso) in dimensioni, aspetto e colorazione; le larve e le pupe presentano differenze nelle dimensioni. Le farfalle non si nutrono.

Farfalla femmina: ali bianco-giallastre con disegni scuri (Foto 6); apertura alare 5–8 cm; antenne dentellate; la parte posteriore dell'addome è fittamente pelosa. Le femmine indigene della "razza europa" hanno scarsa attitudine al volo, mentre le femmine della "razza asiatica orientale", rinvenute in Germania nell'ultimo decennio, sono normalmente attive nel volo: nell'ambiente asiatico orientale (Giappone, Russia così come Cina) sono state osservate tratte di volo di 4–100 km. In Svizzera questa razza abile nel volo non è ancora stata osservata. Le ali a riposo hanno una forma a doppio spiovente.

Farfalla maschio: ali grigio-brune con disegni scuri (Foto 7); apertura alare 3,5–5 cm; antenne lunghe e vistose doppiamente pettinate; attivo nel volo durante il giorno ("volo a zig-zag continuato").

Larve giovani (L1–L3; lunghezze 0,4–2 cm): giallo bruno con tubercoli pelosi neri, in seguito arancioni; attive durante il giorno.

Stadi larvali successivi (L4–L6(7); lunghezze 2,3–8 cm): scure, i primi 5 segmenti portano tubercoli blu, gli altri rossi (Foto 8); fortemente pelose (peli urticanti da L3); gli individui maturi che da adulti daranno origine a femmine sono di maggiori dimensioni (6–8 cm) rispetto ai maschi (4–5 cm). Le femmine attraversano 6–7 stadi larvali, i maschi 5–6 e hanno quindi un periodo di sviluppo leggermente più breve. Tutti gli stadi larvali possiedono ghiandole seripare; attive durante la notte.

Pupe: marroni-nere con ciuffetti di peli giallo-bruni (Foto 9); pupe femmine lunghe 1,5–3,5 cm, maschili 1,5–2 cm.

metro quadrato di foglie.

Nel caso in cui l'offerta di cibo si esaurisca, le larve cercano altri alberi oppure altre specie. Allorché questi insetti debbano ripiegare su specie arboree poco tollerate oppure addirittura su specie erbacee, si hanno conseguenze sulla fecondità (femmine più piccole, ovature più piccole), sui rapporti tra i sessi (quota più elevata di maschi), sul periodo di sviluppo (tempi più lunghi) e sulla mortalità (tasso più elevato). Lo sviluppo larvale dura da 6 a 12 settimane, da aprile fino alla fine di giugno. A maturità le larve si ancorano con una ragnatela, spesso in gruppi, nelle screpolature della corteccia del fusto, a livello della chioma, sui rametti e sulle foglie, oppure nelle porzioni basali a livello del suolo, per poi impuparsi. L'impupamento dura da 2 a 3 settimane, mentre lo sfarfallamento dura, a seconda delle condizioni meteorologiche, da luglio alla fine di settembre, con voli preferibilmente nelle ore pomeridiane. I maschi fuoriescono da uno a due giorni prima delle femmine. Queste ultime rimangono ferme nelle immediate vicinanze del punto di fuoriuscita, mentre i maschi si muovono con un veloce volo a zig-zag. Con le antenne, i maschi possono percepire il feromone sessuale femminile e rintracciare le femmine anche a una distanza superiore a 10 km. L'accoppiamento avviene di norma nello stesso



Foto 7 - Farfalla maschio in un raro momento di calma.



Foto 8 - Larva sviluppata con la tipica colorazione dei tubercoli.



Foto 9 - Pupa fissata al fusto.

Box 3

ANDAMENTO DI UNA INFESTAZIONE IN TICINO

Una infestazione è sempre il risultato di più processi: una popolazione di limantria aumenta fino a costituire dei gruppi gregari (progradazione) in conseguenza dell'andamento climatico, dello stato delle piante ospiti, della concomitanza della fogliazione con la fuoriuscita delle larve, della mancanza di antagonisti oppure in presenza di buone condizioni di rifugio per le larve. In questa fase agenti patogeni, parassiti e predatori faticano a stare al passo con lo sviluppo della popolazione ospite. L'offerta di cibo in relazione alle specie arboree preferite (qualità) ed alla massa fogliare (quantità) è ottimale e la concorrenza e la mortalità sono ancora ridotte. Pertanto vengono prodotte ovature ricche di uova e la quota di femmine della progenie è elevata. L'orda si espande ed arriva a defogliare completamente gli alberi ospiti (culminazione). Già durante la prima fase dell'infestazione la competizione inizia ad avere effetto.

Nel corso della gradazione le larve hanno a disposizione degli alimenti peggiori per quantità e qualità e sono costrette a cercare alberi ospiti meno adatti. In questo modo la produttività delle femmine diminuisce e il tasso di sopravvivenza di uova e larve precipita a causa della ridotta alimentazione, dell'aumento della sensibilità nei confronti delle malattie e dell'incremento del numero degli antagonisti. Quindi la popolazione crolla (retrogradazione). A questo crollo contribuiscono in modo rilevante le poliedrosi. Dopo questa fase evidente inizia nuovamente la latenza, cioè il periodo con densità ridotte tra due gradazioni. Durante questo periodo le densità delle larve vengono regolate principalmente da parassitoidi e predatori.

ORGANISMO	AGENTE PATOGENO (A) PARASSITOIDE (P) PREDATORE (R)	STADIO DI SVILUPPO DELL'OSPITE (LYMANTRIA DISPAR)	OSSERVAZIONI
Virus Poliedrici	A	Larva sviluppata/pupa	Questi agenti patogeni presenti in natura sono strettamente legati ai loro rispettivi ospiti. I virus della limantria provocano una "flaccidezza" (poliedrosi).
Batteri <i>Bacillus thuringiensis</i> (B.t.) <i>Serratia marcescens</i>	A	Larva giovane	Entrambi questi batteri presenti nel suolo vengono trasportati sulla superficie fogliare dal vento o attraverso gli escrementi degli uccelli e dei micromammiferi. B.t è utilizzato in Germania nella regolazione della popolazione di <i>L. dispar</i> .
Funghi <i>Beauveria bassiana</i> <i>Paecilomyces farinosus</i> <i>Entomophaga maimaiga</i>	A	(Farfalla)/uovo/larva/pupa Larva	Una infezione del fungo presuppone elevata umidità dell'aria e del suolo. Negli anni '90 questo fungo si è diffuso molto velocemente nel nord-est degli USA, portando ad una drastica riduzione delle pullulazioni.
Tachinidi (Tachinidae) <i>Parasetigena silvestris</i> , <i>Blepharipa schineri</i> , <i>Compsilura concinnata</i> ,	P	Larva sviluppata; i parassiti fuoriescono dalle larve vecchie e dalle pupae	Le uova grandi, bianche e ben visibili di <i>P. silvestris</i> vengono preferibilmente deposte sui segmenti anteriori della larva ospite. <i>B. schineri</i> depone le sue minuscole uova sul bordo mangiato delle foglie, dove vengono raccolte dalle larve ospiti mentre si alimentano. <i>Compsilura concinnata</i> depone l'uovo nella larva. Per l'impupamento i parassitoidi lasciano la larva ospite morta e si rifugiano nel suolo per svernare.
Braconidi (Braconidae) <i>Apanteles liparidis</i> , <i>A. melanoscelus</i>	P	Larva giovane	Le larve parassitizzano i bruchi di limantria, formano un foro di uscita alla fine dello sviluppo larvale per impuparsi in gran numero sull'ospite morente ("uova di brucco").
Eupelmidi (Eupelmidae) <i>Anastatus disparis</i>	P	Uovo	Se vengono parassitizzate uova deposte recentemente si sviluppano maschi e femmine, per contro dalla parassitizzazione di uova vecchie si hanno quasi esclusivamente maschi.
Carabidi (Carabidae) <i>Calosoma sycophanta</i> , <i>C. inquisitor</i>	R	Larva/pupa	I predatori citati sono dei buoni arrampicatori sia come larve che come adulti, e cercano su alberi e arbusti le loro prede. Nel caso di una pullulazione, reagiscono molto velocemente alla variata offerta di cibo.
Silfidi (Silphidae) <i>Xylodrepa quadripunctata</i>	R	Larva/pupa	

Tabella 2 - Selezione dei principali antagonisti della limantria dispari (BENOIT e LACHANCE 1990; MAIER 1990; STARY 1990; BATHON 1993; WERMELINGER 1995).



Foto 10 - Larva di limantria morta per virus e pendente nella tipica posizione a V.



Foto 11 - Larva di limantria più volte parassitizzata: uova bianche deposte da un Tachinide (*Parasetigena* spp.).



Foto 12 - Larva di limantria divorata dalle larve del *Braconide Apanteles*, con accanto i bozzoli bianchi delle vespe sfarfallate (non sono "uova di bruco", come spesso viene interpretato).



Foto 13 - Il *Calosoma sycophanta* (carabide) si rivela un buon arrampicatore di alberi nell'inseguimento delle larve di limantria.



Foto 14 - Larve di *Calosoma sycophanta* mentre predano un bruco di limantria (sopra).

giorno dello sfarfallamento. I maschi sono in grado di accoppiarsi più volte. Dopo alcune ore le femmine depongono le uova in una unica ovatura (soprattutto di notte) e le coprono con una lanugine gialla dell'estremità dell'addome, che conferisce all'ovatura un aspetto spugnoso (Foto 4). Con basse densità di popolazione la ovideposizione avviene per lo più nella parte del fusto esposta a sud, mentre con una infestazione estesa si distribuisce su tutto l'albero e sotto la corteccia staccata di alberi morti in piedi o atterrati, su pietre e rocce e su qualunque altro oggetto si trovi intorno. Il numero di uova deposte, che può variare tra 100 e 1.000, dipende dall'offerta di cibo e dalla fase di infestazione: all'inizio di una pullulazione, vengono deposte più uova di quelle deposte durante l'infestazione (Box 3). In caso di disturbo, a volte le femmine abbandonano la loro ovatura e iniziano una nuova ovideposizione. Il maggior numero di uova viene deposto nel primo giorno. L'ovideposizione dura circa una settimana, dopo di che la femmina muore. La limantria presenta solo una generazione all'anno. Le ovature, lunghe fino a 5 cm e dall'aspetto di macchie chiare, sono facilmente visibili. Lo sviluppo embrionale è già concluso dopo 3-4 settimane. Le larvette svernano nelle ooteche (Foto 3). Le condizioni climatiche, in particolare le basse temperature in inverno, non aumentano in modo significativo la mortalità delle giovani larvette. Tuttavia sopravvivono con difficoltà a gelate tardive oppure a un clima umido e freddo in maggio e giugno.

REGOLAZIONE NATURALE

La *Lymantria dispar* ha un elevato numero di nemici naturali, molti dei quali contribuiscono alla fine di una pullulazione. Durante il periodo di latenza essi sono in grado di agire facendo sì che le popolazioni di limantria non si moltiplichino liberamente.

Agenti patogeni

Vi sono compresi virus, batteri e funghi (Tabella 2). I cosiddetti virus poliedrici presenti in natura causano, in particolare alle larve degli stadi di sviluppo più avanzati e alle pupe, la poliedrosi o "flaccidezza". Questi virus sono di regola strettamente legati a una specie ospite, a differenza di molte specie di batteri che agiscono su un elevato numero di lepidotteri e di altri insetti. Il virus spesso partecipa in modo determinante al crollo di una pullulazione. La poliedrosi influenza anche i rapporti tra i sessi a favore dei maschi. Tuttavia è solo verso la fine del periodo di nutrizione che l'esplosione della malattia è tale da provocare un crollo nella popolazione. Di conseguenza, non vengono evitate le defogliazioni. La crescita della popolazione viene però notevolmente abbassata. La poliedrosi è facile da riconoscere: le larve pendono in una caratteristica posizione a V rovesciata, con le zampe ventrali pendenti verso il basso (Foto 10). Le larve e le pupe attaccate dal virus si spappolano alla pressione delle dita. Sebbene in una popolazione questo virus sia sempre presente in maniera latente, una epidemia massiccia delle larve si verifica solo in condizioni di stress.

Gli stadi larvali giovanili sembrano morire principalmente a causa di batteriosi. Finora le malattie fungine hanno giocato un ruolo secondario nella regolazione naturale delle popolazioni di *Lymantria dispar*, ma hanno ultimamente assunto un grande valore pratico negli USA (Box 1).

Parassiti

I parassiti propriamente detti non uccidono i loro ospiti, mentre i parassitoidi sono letali. Tachinidi e Braconidi sono importanti parassitoidi della *Lymantria dispar* (Foto 11, 12; Tabella 2), con ciclo bio-

logico ben adattato a quello dell'ospite. Ad esempio il Tachinide *Parasetigena silvestris* reagisce molto velocemente all'aumento della popolazione della specie ospite, il che si evidenzia con un elevato grado di parassitizzazione delle larve. In una larva di limantria dispari possono quindi essere deposte più uova di Tachinidi (Foto 11). Le larve di queste mosche si sviluppano all'interno dell'animale ospite. Le mosche, in grado di volare facilmente, possono contribuire in modo significativo al crollo di una popolazione di limantria.

Presumibilmente i Tachinidi giocano anche un ruolo nella diffusione della poliedrosi. Nonostante ciò le loro larve periscono negli ospiti infettati dal virus.

Predatori

Le larve e gli adulti dei coleotteri Carabidi (*Carabidae*; Foto 13, 14; Tabella 2) rappresentano i più importanti predatori delle larve e delle pupe di *Lymantria dispar*. Soprattutto il *Calosoma sycophanta*, una specie di coleottero che si trova con estrema difficoltà nella fase di latenza della limantria, reagisce molto velocemente a una abbondante offerta di cibo con una forte proliferazione. Come i Tachinidi, anche i Carabidi e i Silfidi (*Silphidae*) sono potenziali portatori di virus. Le larvette fuoriuscite dalle uova e trasportate al suolo dal vento vengono spesso attaccate da altre specie di Carabidi, che a differenza della *Calosoma* non sono in grado di arrampicarsi sugli alberi.

I Pentatomidi (*Pentatomidae*), i Dermestidi (*Dermestidae*) ed i Cantaridi (*Cantharidae*) sono da menzionare come predatori di uova anche le formiche predano le larve di limantria.

Tra i vertebrati che si nutrono di diversi stadi di sviluppo della *Lymantria dispar* si contano rospi, lucertole, uccelli e soprattutto topi e topi ragno. Ad esempio tra gli uccelli cince e regoli predano le ovature, mentre il cuculo mangia volentieri le larve pelose degli ultimi stadi.

Importanza per il bosco e per l'economia forestale

La maggior parte delle latifoglie reagisce ad una defogliazione totale con una repentina nuova emissione di foglie nell'estate stessa (Foto 15). I popolamenti attaccati sono ancora facilmente riconoscibili in autunno, in quanto l'ingiallimento e la caduta delle foglie sono ritardati da 2 a 3 settimane. Per le latifoglie una singola defogliazione totale da parte della *Lymantria dispar* rimane di norma senza conseguenze.

Attacchi ripetuti per più anni possono avere conseguenze visibili sugli alberi, come per esempio colate di linfa, perdite in accrescimento e mancata pasciona (annata di importante produzione di seme). Il rischio di moria altrimenti basso, si eleva nel caso di defogliazione ripetuta, quando questa avviene in concomitanza con fattori di stress abiotici (estremi termici come gelate precoci o tardi-



Foto 15 - Dopo la defogliazione i castagni emettono le nuove foglie nella stessa estate.

ve). In Germania questo complesso di cause primarie (defogliazione ed estremi termici) viene oggi considerato come uno dei fattori della moria delle querce mitteleuropee. I sintomi della moria compaiono il più delle volte un anno dopo la prima attività di defogliazione e, nei popolamenti più vecchi, possono perdurare per anni, in seguito ad attacchi secondari di insetti e funghi, principalmente oidio e più tardi anche armillaria.

Nei cedui castanili del Sud delle Alpi Svizzere ora gestiti in maniera

estensiva, i tassi di accrescimento ridotti e la morte di singole piante non giocano un ruolo importante dal punto di vista economico. Gli alberi sono ben adattati anche a periodi di siccità. Inoltre i castagni sono in grado di rigenerarsi per polloni dalla ceppaia. Mentre la duglasia ed in particolare il larice sono in grado di produrre una nuova fogliazione, spesso le altre conifere muoiono in seguito ad un solo forte attacco di *Lymantria dispar*. Alla diffusione della limantria, oltre al trasporto da parte del vento delle giovani larvette, possono contribuire anche le femmine in grado di volare della razza asiatica recentemente introdotte in Europa (Box 1). Inoltre, rispetto alle popolazioni europee, la razza asiatica è caratterizzata da un differente e più ampio spettro di specie ospiti preferenziali. Così ad esempio le larve della limantria asiatica, rispetto alle provenienze europee, si sviluppano meglio su tiglio (*Tilia* spp.), melo (*Malus* spp.), larice (*Larix* spp.), così come su pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Le più recenti ricerche su femmine di *Lymantria dispar* di diverse provenienze geografiche (Asia, Europa sud orientale, Ticino, Provenza, Baden-Württemberg) evidenziano come da questo punto di vista la razza europea si sia già mescolata con quella asiatica, per quanto le progenie degli incroci sembrano essere poco adatte al volo.

IMPORTANZA PER LE COLTIVAZIONI LIMITROFE AL BOSCO

Il vento può trasportare le giovani larve di limantria dispari fuori dal bosco sulle superfici più prossime. Nella gradazione ticinese del 1992/93 sono stati colpiti soprattutto giardini privati con alberi di albicocche, pere, mele e noci. Per contro sono stati risparmiati pesco e vite. Nelle colture frutticole industriali i fenomeni di defogliazione causati dalle larve sono stati prevenuti nell'ambito dei consueti programmi di difesa delle piante.

DISTURBI PER GLI ESSERI UMANI

Una gradazione di *Lymantria dispar* può essere anche un grosso problema sociale. Nel caso di una pullulazione le larve possono diventare un disturbo per case e giardini posti nei pressi del bosco, dove con l'esplosione della popolazione questi insetti iperattivi si diffondono in massa su muri, pilastri e fusti di alberi alla ricerca di cibo (Foto 16), defogliano colture e piante ornamentali ed entrano nelle case attraverso le finestre. Inoltre nelle persone sensibili esiste un certo



Foto 16 - Spesso i bruchi alla ricerca di nuove piante su cui cibarsi strisciano in massa su muri, pali e fusti degli alberi.

rischio di irritazione della pelle dovuta alle setole delle larve. Tuttavia i peli sono molto meno urticanti rispetto ad esempio a quelli della *Euproctis chryssorrhoea* oppure a quelli della processionaria dei pini (*Thaumetopoea pityocampa*).

**MONITORAGGIO
E MISURE
DI CONTROLLO**

Un'importante misura per la previsione di una possibile pullulazione consiste nella determinazione della densità di ovature, dopo la caduta delle foglie. Di norma una densità di quattro ovature per albero viene considerata come soglia per una possibile moltiplicazione massale nell'anno successivo. Un altro metodo per il controllo della densità della popolazione (Foto 17) consiste inoltre nella posa di una striscia di stoffa larga circa 20 cm sul fusto all'altezza degli occhi, in modo da poter effettuare il conteggio delle larve più vecchie che si nascondono sotto a questa banda durante il giorno. Anche la posa di trappole a feromoni può dare indicazioni sulla presenza della limantria, ma fornisce solo indicazioni limitate sulla densità della popolazione in una certa zona, in quanto i maschi sono attirati da grandi distanze dal feromone sessuale. Nei boschi a rischio la popolazione di limantria dispari dovrebbe essere monitorata soprattutto nei popolamenti giovani, per i quali un attacco ripetuto su due anni consecutivi potrebbe risultare critico. Alberi vecchi e vitali, senza altri tipi di stress, superano senza grossi problemi una doppia defogliazione consecutiva.

In Svizzera, in base all'Ordinanza di applicazione della Legge Forestale Federale del 1992, è permesso l'uso di fitofarmaci in bosco solo quando l'esistenza stessa della foresta è in pericolo. Questo non si è fino ad ora verificato.

Nei giardini privati è possibile distruggere le ovature in inverno o all'inizio della primavera trattandole con un prolungato tamponamento con acqua saponata, schiacciandole oppure sotterrandole. Le nuove ovature sono rigide, mentre quelle sbiancate, vecchie ed abbandonate dell'anno precedente, sono morbide e non possono essere eliminate.

Le larve giovani (fino a circa 2,5 cm) possono essere spruzzate con un forte getto d'acqua e quindi eliminate.

Per catturare le larve più grosse si può legare al fusto una striscia di tela di juta larga circa 30 cm. Le larve cercano simili luoghi riparati durante il giorno e possono così essere eliminate quotidianamente. E' possibile catturare le larve anche con strisce adesive (la colla non deve essere messa direttamente sulla corteccia) che vengono applicate al fusto. Le larve possono essere annegate in acqua saponata oppure essere surgelate. Attenzione ai peli!

In caso di pullulazione nei giardini privati è possibile mettere in atto alcuni semplici provvedimenti:

- non abbandonare oggetti (strumenti, legno, casse, pneumatici, ecc.) che possono costituire siti di impupamento;
- distruggere meccanicamente larve, pupe, farfalle femmine e loro ovature;
- assicurare una buona irrigazione alle piante in modo che sop-



Foto 17 - Striscia di stoffa per la cattura delle larve sul fusto.

portino meglio l'attacco.

CONCLUSIONI

Fino ad ora in Svizzera le pullulazioni di limantria dispari sono crollate in modo naturale e dopo breve tempo a causa degli effetti congiunti di diversi fattori (Box 3). La pullulazione verificatasi in Ticino all'inizio degli anni novanta durò da due a tre anni con al massimo una sola defogliazione in ogni popolamento colpito. Ogni volta le pullulazioni vengono scatenate dal caldo e dal clima asciutto e vengono di norma ben sopportate da boschi che non siano soggetti ad ulteriori stress.

Bibliografia

BATHON H., 1993 - **Biologische Bekämpfung des Schwammspinner: Räuber und Parasitoide**. In: WULF, A.;
 BENOIT P., LACHANCE D., 1990 - **Gypsy moth in Canada: Behavior and control**. Information Report DPC-X-32, Forestry Canada Ottawa: 1-22.
 BERENDES K.H. (Hrsg.), 1993 - **Schwammspinner-Kalamität im Forst**. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Berl.-Dahl., Heft 293: 117-124.
 BRYNER R., 2000 - **Lymantriidae – Trägspinner**. In: Schmetterlinge und ihre Lebensräume – Arten, Gefährdung, Schutz. Basel, Pro Natura – Schweizerischer Bund für Naturschutz (ed.). no. 3: 529-580.
 CARTER D.J., HARGREAVES B., 1987 - **Raupen und Schmetterlinge Europas und ihre Futterpflanzen**. Hamburg/Berlin, Parey: p. 292.
 DELB H., 1999 - **Folgewirkungen der Schwammspinner-Kalamität 1992 bis 1995 (Lymantria dispar L.) in einem mitteleuropäischen Eichenwaldgebiet am Beispiel des Bienwaldes in Rheinland-Pfalz**. Göttingen, Georg-August-Universität. Dissertation: p. 154. Più allegati.
 HAJEK A.E., 1997 - **Fungal and viral epizootics in gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations in central New York**. Biol. Control 10: 58-68.
 MAIER K., 1990 - **Beitrag zur Biologie primärer und sekundärer Parasitoide von Lymantria dispar L. (Lep., Lymantriidae)**. J. Appl. Entomol. 110: 167-182.
 MAIER K., BOGENSCHÜTZ, H., 1990 - **Massenwechsel von Lymantria dispar L. (Lep., Lymantriidae) und seine Regulation durch Parasitoide während einer Gradation bei Offenburg 1984-86**. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz 97, 4: 381-393.
 MAIER K., KAMMERER M., 1999 - **Laufkäfer (Col., Carabidae) als natürliche Feinde der Raupen des Schwammspinner (Lymantria dispar L., Lep., Lymantriidae)**. In: SEEMANN, D. (rield.): Die Massenvermehrung des Schwammspinner (Lymantria dispar L.) in Baden-Württemberg 1993-1994. Ber. Freibg. Forstl. Forsch., no. 13: 122-136.
 MONTGOMERY M.E., WALLNER W.E., 1988 - **The gypsy moth, a westward migrant**. In: BERRYMAN, A.A. (ed.) Dynamics of forest insect populations. Plenum Press, New York: 353-375.
 NEALIS V.G., RODEN P.M., ORTIZ D.A., 1999 - **Natural mortality of the gypsy moth along a gradient of infestation**. Can. Entomol. 131, 4: 507-519.
 REINEKE A., ZEBITZ C.P.W., 1999 - **Nachweis des Vorkommens und der Verbreitung neuer Rassen des Schwammspinner in Baden-Württemberg**. In: SEEMANN, D. (rield.): Die Massenvermehrung des Schwammspinner (Lymantria dispar L.) in Baden-Württemberg 1993-1994. Ber. Freibg. Forstl. Forsch., no. 13: 137-154.
 STARY B., 1990 - **Atlas der nützlichen Forstinsekten**. Stuttgart, Enke: p. 119.
 WEIDEMANN H.J., KOHLER J., 1996 - **Nachtfalter. Spinner und Schwärmer**. Augsburg, Naturbuch Verlag: p. 512.
 WELLENSTEIN G., SCHWENKE W., 1978 - **Lymantria Hb n.** In: Schwenke, W. (Hrsg.): Die Forstschädlinge Europas. Bd. 3: Schmetterlinge. Hamburg/Berlin, Parey: 334-368.
 WERMELINGER B., 1993a - **Il bombice dispari (Lymantria dispar L.) Pullulazione massiccia al Sud delle Alpi**. Istituto Federale di ricerca WSL, Birmensdorf, Bolletino SFOI, Maggio 1993: 7 p.
 WERMELINGER B., 1993b - **Kahlfrass in Tessiner Kastanienwäldern**. Wald Holz 74, 6: 32-33.
 WERMELINGER B., 1994 - **Schwammspinner im Tessin: Natürliches Ende der Massenvermehrung**. Wald Holz 75, 7: 16-17.

WERMELINGER B., 1995 - **Massenvermehrung und Populationszusammenbruch des Schwammspinners *Lymantria dispar* (*Lymantriidae*) 1992/93 im Tessin.** Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 68, 3-4: 419-428.

WULF A., GRASER E., 1996 - **Gypsy moth outbreaks in Germany and neighboring countries.** Nachr.bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. 48, 12: 265-269.

INDIRIZZI INTERNET UTILI

<http://fhpr8.srs.fs.fed.us/wv/gmdigest/gmdigest.html>

<http://www.fs.fed.us/ne/morgantown/4557/gmoth/>

<http://www.wsl.ch/forest/wus/entomo>

<http://www.wsl.ch/forest/wus/pbmd/welcome.html>

Info. Articolo

Autori

Dagmar Nierhaus Wunderwald, Servizio Fitosanitario di Osservazione e Informazione SFOI, Istituto Federale di ricerca WSL, Birmensdorf (Svizzera).

Beat Wermelinger, Entomologia, Sez. Protezione della foresta e dell'ambiente, Istituto Federale di ricerca WSL, Birmensdorf (Svizzera).

Parole Chiave

Ecologia; *Lymantria dispar*; bombice dispari; defogliazione; castagno; antagonista.

Abstract

The gypsy moth (*Lymantria dispar*) is a well known defoliator species in broadleaf forests. This article reviews its biology, the role of natural enemies and its general population dynamics. Its significance in (Swiss) forestry, agriculture, and as a nuisance pest is discussed and possible measures are indicated. The article is

illustrated by various pictures.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Istituto Federale di ricerca WSL di Birmensdorf (Svizzera) per averci gentilmente concesso la pubblicazione dell'articolo originalmente presente nella serie "Merkblatt fuer die Praxis" codice ISSN 1422-2876. Per maggiori informazioni sulle attività editoriali e di ricerca del WSL, contattare WSL, Istituto Federale di ricerca WSL, CH-8903 Birmensdorf Svizzera. Tel. 004117392111. Fax 004117392215. Sito Internet <http://www.wsl.ch>. Per ordinare le pubblicazioni scrivere alla mail bibliothek@wsl.ch

Traduzione **Mario Pividori** e **Marco Conedera**.

Fonti fotografiche:

- Entomologia, Sez. Protezione della foresta e dell'ambiente/WSL: Foto 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17;
- SFOI, Sez. Protezione della foresta e dell'ambiente/WSL: Foto 2, 9;
- P. Duelli, Sez. Biodiversità/WSL: Foto 16.