

Problemi, tendenze e innovazioni nel contenimento degli artropodi dannosi alla vite

I. Tignole e cicaline

Carlo Duso*, Nicola Mori*, Alberto Pozzebon*, Enrico Marchesini**, Vincenzo Girolami*

*Dipartimento di Agronomia ambientale e produzioni vegetali - Entomologia

Università di Padova

**Centro Studi Agrea, Verona

Introduzione

La protezione della vite dagli artropodi è un argomento che continua ad attrarre l'interesse dei ricercatori a causa dell'evoluzione delle problematiche connesse (Girolami *et al.*, 2004; Ragusa e Tsolakis, 2006). Nel presente contributo, e in quello che seguirà, sono riportate e discusse alcune problematiche di attualità, in parte riconducibili ai cambiamenti climatici, all'evoluzione delle tecniche colturali e delle strategie di difesa fitosanitaria. Sono sintetizzati i risultati di ricerche recenti che hanno messo in luce variazioni nell'incidenza delle infestazioni di singole specie, aumentato le conoscenze su fitofagi economicamente importanti e/o sui relativi limitatori naturali, dimostrato la validità di tecnologie o di prodotti innovativi destinati al contenimento di specie dannose. In questa prima parte, questi aspetti sono trattati con riferimento a tignole e cicaline.

Cambiamenti climatici e protezione della vite

Dagli anni '80 del secolo scorso, la temperatura del pianeta è aumentata sia nei valori medi (di circa 0.5°C) sia nei valori estremi (IPCC, 2007, Toreti e Desiato, 2008a, 2008b). A livello planetario, nel periodo 1995-2006 si sono registrati 11 tra i 12 anni più caldi a partire dal 1850; la tendenza al rialzo è stata confermata nel 2007 e, in parte, nel 2008 (WMO, 2008). I cambiamenti climatici in atto riguardano anche l'entità e la distribuzione delle precipitazioni, ad esempio l'aumento dei periodi di siccità (Brunetti *et al.*, 2006; Diodato e Bellocchi, 2008). Le tendenze riportate appaiono più accentuate nei Paesi del Bacino del Mediterraneo rispetto ad altre regioni del pianeta (Differbaugh *et al.*, 2007). I modelli suggeriscono che le ripercussioni di questi fenomeni sulle produzioni viticole non saranno omogenee nelle diverse aree (Jones *et al.*, 2005; White *et al.*, 2006). In generale, il cambiamento del clima modificherà la fenologia della vite, la qualità della produzione e l'estensione delle aree vocate alla viticoltura (Schleip *et al.*, 2008).

Le ripercussioni di queste variazioni possono coinvolgere anche le avversità della vite. In alcuni ambienti è previsto un aumento della pressione della peronospora nelle prime fasi vegetative, in seguito al verificarsi di condizioni favorevoli per le infezioni nei mesi primaverili (Salinari *et al.*, 2006). L'aumento della temperatura potrà determinare profonde modificazioni nella fenologia degli insetti, un aumento del numero di generazioni per unità di tempo e un ampliamento

degli areali di alcune specie (Tobin *et al.*, 2008; Gutierrez *et al.*, 2008a). Alcuni fenomeni appaiono confermare gli scenari previsti. Nel 2003, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) è riuscita a completare quattro generazioni nell'Italia settentrionale (Marchesini e Dalla Montà, 2004). Nel 2004, è stata registrata un'incidenza anomala dell'acariosi in Trentino-Alto Adige e in alcune regioni della Germania, forse in conseguenza con le elevate temperature riscontrate nell'estate precedente (Varner *et al.*, 2006). In Sicilia e in Sardegna, si registrano sempre più frequentemente infestazioni della cicalina nordafricana *Jacobiasca lybica* (Bergevin) (Viggiani, 2006). In Europa, alcune problematiche tipiche di aree meridionali potranno coinvolgere le regioni centro-settentrionali ma tali eventi non sono prevedibili con sicurezza. Infatti, le connessioni tra cambiamenti climatici e incidenza dei fitofagi sono caratterizzate da un elevato grado di complessità che coinvolge anche i rispettivi antagonisti naturali (Gutierrez *et al.*, 2008b).

Evoluzione delle strategie di difesa fitosanitaria

Numerosi prodotti fitosanitari impiegati nei vigneti negli anni '80 e '90 sono stati o saranno sostituiti da nuovi prodotti. Riguardo gli insetticidi, sono comparsi prodotti caratterizzati da nuove modalità d'azione il cui impiego richiede conoscenze e competenze superiori rispetto al passato.

L'impostazione di una corretta strategia di difesa dai fitofagi richiede conoscenze approfondite sulla dannosità delle diverse specie che trovano espressione nelle cosiddette soglie di intervento. Alla fine degli anni '80, vi erano studi sufficienti per suggerire soglie d'intervento specifiche per le principali specie dannose alla vite: tignole, cicaline, cocciniglie ed acari tetranychidi (Girolami *et al.*, 1989). I principali prodotti insetticidi appartenevano agli esteri fosforici e ai carbammati. I piretroidi erano poco impiegati a causa della scarsa selettività sull'artropodofauna utile e delle potenziali infestazioni di fitofagi indotti. I chitino-inibitori erano appena comparsi sulla scena.

Attualmente, gli esteri fosforici e i carbammati rivestono una posizione secondaria nel novero degli insetticidi autorizzati su vite. La lotta contro le tignole è effettuata sempre più mediante insetticidi chitino-inibitori e regolatori della crescita. Essi vanno applicati alla comparsa delle prime uova o delle prime larve, in sostanza il loro impiego è avulso da

qualsiasi valutazione del rischio, principio basilare della lotta guidata e integrata. Si potrà obiettare che gli attuali insetticidi sono caratterizzati da una tossicità tendenzialmente inferiore rispetto a quella dei prodotti tradizionali e che la lotta integrata si fonda anche su questo principio. Inoltre, la maggior parte degli attuali insetticidi ha subito un severo processo dal punto di vista ecotossicologico prima di essere autorizzati. Tuttavia, si ha l'impressione che l'aspetto economico su cui deve basarsi un intervento insetticida sia sempre più un dettaglio nelle scelte strategiche dei viticoltori.

La diffusione della Flavescenza dorata della vite (FD) è stata associata a un incremento nell'impiego d'insetticidi poiché la lotta contro *Scaphoideus titanus* Ball, vettore del fitoplasma agente causale della FD, è divenuta obbligatoria in alcune regioni italiane. In alcuni casi si è tentato di far coincidere questi interventi con altri rivolti al contenimento dei danni causati dalle tignole o da altri fitofagi. Tuttavia, molti tra gli attuali prodotti insetticidi possiedono uno spettro d'azione limitato se confrontato con quello degli esteri fosforici. Le ripercussioni dell'aumentato consumo di insetticidi non sono individuabili con facilità. All'impiego di alcuni chitino-inibitori è stato associato un aumento nell'incidenza di Coccidi e Pseudococcidi ma non risulta che questo fenomeno sia stato dimostrato in modo rigoroso.

Evoluzione delle tecniche colturali

I moderni vigneti sono spesso caratterizzati da elevata uniformità del materiale di propagazione, sono oggetto di una meccanizzazione spinta nelle varie fasi del ciclo produttivo, spesso sono irrigati e diserbati. I vigneti protetti si sono sempre più diffusi nell'Italia meridionale. L'impatto delle tecniche colturali sulle comunità di artropodi che colonizzano la vite può essere quantificato mediante sperimentazioni *ad hoc*. Tuttavia, le conseguenze dell'applicazione di alcune tecniche colturali sull'incidenza delle infestazioni di fitofagi sono facilmente verificabili (ad es. tignole e tripidi nei vigneti protetti). La gestione della copertura vegetale dei vigneti acquista un significato particolare in riferimento alla diffusione del Legno nero, fitoplasma trasmessa dallo cixiide *Hyalesthes obsoletus* Signoret che si riproduce su comuni infestanti (ortica e convulvolò) presenti nei vigneti e lungo i bordi degli stessi.

La malattia è meno presente in impianti che presentano filari lavorati e/o diserbati e interfile e/o capezzagne frequentemente sfalciate. Tra le tecniche colturali, l'irrigazione è probabilmente la più importante nell'influenzare la dinamica delle popolazioni degli artropodi della vite. Lo stress idrico altera il microclima all'interno della chioma e induce effetti negativi sulla fertilità potenziale, sull'accrescimento dei germogli e sulla produzione. Pertanto, i moderni vigneti sono spesso dotati di impianti irrigui. I risultati di alcune sperimentazioni suggeriscono che gli effetti dell'irrigazione riguardino soprattutto le cicaline e le cocciniglie della vite. La diffusione di alcune cultivar di interesse commerciale può influenzare l'abbondanza di alcuni artropodi per effetto di una maggiore suscettibilità (ad es. rapporti tra Pinot grigio e tignole).

Auchenorrhinchi associati alla vite: problemi e innovazioni

Le specie di Auchenorrhinchi che possono colonizzare i vigneti italiani sono poco più di trenta di cui circa dieci potenzialmente dannose (Arzone, 2006). In questo contributo saranno prese in considerazione *Empoasca vitis* (Göthe), *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon), *Zygina rhamni* Ferrari, *Metcalfa pruinosa* (Say) e *Erasmoneura vulnerata* (Fitch).

Empoasca vitis, importante fitofago della vite in Italia, Francia e Svizzera (Bosco *et al.*, 1996) è oggetto di crescente attenzione in altri Paesi europei (Freitas e Amaro, 2001; Altieri e Nicholls, 2002; Böll e Hermann, 2004). È una specie presente in numerose aree viticole italiane ma risulta dannosa soprattutto nell'Italia settentrionale. Le indagini svolte in varie regioni (ad es. Pavan e Picotti, 1994; Bosco *et al.*, 1996; Mazzoni *et al.* 2001) hanno concluso che *E. vitis* svolge tre generazioni l'anno confermando quanto riportato da Vidano (1963). Gli andamenti climatici anomali dell'ultimo decennio hanno causato effetti significativi sugli artropodi associati alla vite. Nel Veneto, l'inverno, la primavera e la prima parte dell'estate del 2007 sono stati caratterizzati da temperature medie più elevate di circa 2-3°C rispetto alle medie stagionali del periodo 1961-2005 (Fonte ARPAV). Nel mese di aprile del 2007, si sono verificate temperature medie di circa 6°C più elevate rispetto alla media di riferimento. Tali condizioni hanno causato un forte anticipo delle fasi fenologiche della vite e delle prime due generazioni di *E. vitis*. Dati inediti, relativi all'ambiente collinare veneto, suggeriscono che in tale stagione *E. vitis* abbia sviluppato quattro generazioni in vigneti costituiti da cultivar a maturazione tardiva (Fornasiero, 2009). Tale evento era stato finora ipotizzato solo in alcune regioni francesi (Schvester *et al.*, 1962).

La crescente dannosità di *E. vitis* in numerosi ambienti dell'Italia settentrionale ha indotto ad effettuare interventi con insetticidi specifici. In più occasioni, è stata riscontrata una scarsa efficacia degli esteri fosforici (Posenato *et al.*, 2006; Lavezzaro *et al.*, 2006) a conferma di osservazioni svolte in passato (Mori *et al.*, 1999; Girolami *et al.*, 2000). È probabile che si tratti di un fenomeno di resistenza. In risposta a tale problematica, si sta diffondendo l'impiego di neonicotinoidi, apparsi più efficaci degli esteri fosforici (Delaiti *et al.*, 2005; Posenato *et al.*, 2006).

In un vigneto sperimentale situato nel Veneto, sono stati studiati gli effetti di tecniche irrigue differenti (subirrigazione a diverse distanze dal filare, irrigazione a goccia) sui principali parametri produttivi e sull'abbondanza degli artropodi. Attraverso misurazioni del potenziale idrico del fusto, compiute nel biennio 2007-2008, è emerso come le tesi sottoposte ad irrigazione abbiano subito stress di entità inferiore rispetto alla tesi di riferimento (non irrigua) con variazioni significative tra i metodi irrigui (Gaiotti e Tomasi, non pubblicato). Sono state riscontrate densità più elevate di *E. vitis* nelle tesi irrigue e in particolare nella tesi caratterizzata dall'impianto a goccia. I dati suggeriscono che gli adulti di *E. vitis* colonizzino preferenzialmente le piante sottoposte ad irrigazione e che lo stress idrico alteri

il comportamento riproduttivo di *E. vitis* (Fornasiero *et al.*, 2008; Fornasiero, 2009).

I sistemi di allevamento possono esercitare effetti importanti sulle popolazioni di *E. vitis*. Nel corso di un'indagine effettuata nel Veneto, sono state riscontrate popolazioni più elevate in vigneti allevati a pergola rispetto a vigneti allevati a Sylvoz o a GDC. L'allevamento a pergola è stato associato a una buona distribuzione della vegetazione nello spazio e da un numero di strati fogliari maggiore rispetto a quello delle altre forme di allevamento. Probabilmente, tali condizioni e il maggiore ombreggiamento si rivelano favorevoli nei confronti di *E. vitis* (Fornasiero *et al.*, 2009).

I rapporti tra *E. vitis* e i suoi limitatori naturali (in particolare gli Imenotteri parassitoidi) continuano ad attrarre l'interesse dei ricercatori. Indagini condotte sui parassitoidi oofagi di *E. vitis* e *Z. rhamni* nell'Italia centrale e meridionale, hanno posto in evidenza la predominanza dei Mimaridi (soprattutto *Anagrus* spp.) sui Tricogrammatidi. Tra i Mimaridi, *Anagrus ustulatus* Haliday e *Stethynium triclavatum* Enock sono state le specie dominanti nell'ambito dei rispettivi generi (Viggiani e Jesu, 2003; Viggiani *et al.*, 2004). Le densità delle popolazioni delle cicaline e dei relativi antagonisti raggiungono i valori più elevati in settembre-ottobre. I parassitoidi richiedono la disponibilità di ospiti alternativi dall'autunno alla primavera seguente. Popolazioni rilevanti di *Anagrus* sono state ottenute da uova di cicaline associate al rovo e alle querce (soprattutto *Quercus ilex*). Le querce, in particolare il leccio, dovrebbero essere preferite al rovo (su cui possono svernare *E. vitis* e *Z. rhamni*) al fine di conservare nel territorio popolazioni rilevanti di *Anagrus* destinate a colonizzare i vigneti (Viggiani, 2003).

Ulteriori indagini sulle relazioni tra cicaline della vite (*E. vitis* e *Z. rhamni*) e parassitoidi oofagi, in vigneti circondati da siepi di rovo e di olmo, sono state condotte da Ponti *et al.* (2003, 2005). In primavera, gli *Anagrus* sono stati catturati in grande numero sulle siepi di rovo, in corrispondenza con lo sfarfallamento del cicadellide *Ribautiana tenerrima* (Herrich-Schaffer), ospite alternativo per i Mimaridi. In estate, le catture di *Anagrus* sono diminuite notevolmente su rovo e aumentate nei vigneti, soprattutto nelle fasi di maggior abbondanza delle cicaline ampelofaghe. L'andamento delle popolazioni degli *Anagrus* e il rapporto tra i sessi pongono in evidenza scambi tra le piante spontanee e la vite e viceversa. La limitata importanza economica di *E. vitis* nei vigneti dell'areale indagato appare una conseguenza degli equilibri biologici raggiunti grazie al mantenimento della vegetazione spontanea adiacente ai vigneti.

La vegetazione spontanea circostante i vigneti può influenzare marcatamente la dinamica di popolazione di *E. vitis*. Alcune specie (*Rosa* spp., *Rubus* spp.) hanno un ruolo nella colonizzazione dei vigneti da parte di *E. vitis* in primavera e, probabilmente, in estate (Van Helden e Decante, 2001; Boller, 2006; Böll *et al.*, 2006).

Nel corso di altre indagini, Decante e Van Helden (2001, 2003a, 2003b) hanno osservato una differente distribuzione spaziale tra la prima generazione di *E. vitis* e le generazioni successive. La prima generazione è poco aggregata e risente della vicinanza con i siti di svernamento. La seconda e la

terza generazione sono correlate con la vigoria delle piante. Decante e van Helden (2006, 2008) hanno condotto indagini sulla distribuzione spazio-temporale di *E. vitis* impiegando indici di associazione spaziale. Gli adulti colonizzano i vigneti in più fasi, in funzione dell'andamento climatico e si ridistribuiscono all'interno degli appezzamenti probabilmente in funzione delle caratteristiche ambientali e pedologiche delle diverse parcelle. La distribuzione spaziale degli adulti e delle forme giovanili hanno mostrato una certa relazione in estate. In generale, la distribuzione di *E. vitis* ha seguito un andamento simile nel corso degli anni, probabilmente per la tendenza degli adulti ad aggregarsi in aree favorevoli per l'ovideposizione. Data l'elevata variabilità delle popolazioni nello spazio e la possibilità di immigrazioni estive, il campionamento delle popolazioni di seconda generazione rimane necessario ai fini di decidere sull'opportunità di intervenire con mezzi di lotta. Gli autori concordano con Maixner (2003), sulla necessità di effettuare la stima delle popolazioni di seconda generazione ai fini di un eventuale contenimento della specie confermando indicazioni note da tempo in Italia (Girolami *et al.*, 1989).

La suscettibilità delle cultivar di *Vitis vinifera* all'attacco di *E. vitis* varia notevolmente. L'elevata suscettibilità di alcune cultivar (ad es. Carménère) nei confronti delle infestazioni di *E. vitis* può giustificare l'esecuzione di trattamenti specifici. Tuttavia, altre cultivar diffuse in Italia e in Europa (ad es. Pinot nero) manifestano un comportamento diametralmente opposto (Linder *et al.*, 2003). Le cultivar più suscettibili possono orientare le strategie di campionamento e favorire una diagnosi precoce delle infestazioni (Pavan e Picotti, 2009). L'ovideposizione di *E. vitis* è influenzata positivamente dalla densità fogliare (presumibilmente associata alla vigoria) ma non dalla tomentosità fogliare. Quest'ultima riduce il tasso di parassitizzazione della specie per opera dei parassitoidi oofagi (*Anagrus* spp.). Gli interventi di potatura verde, che riducono la densità fogliare, possono ostacolare l'ovideposizione di *E. vitis*. La scarsa tomentosità fogliare di alcune cultivar non influenza il comportamento riproduttivo di *E. vitis* bensì favorisce la parassitizzazione da parte degli *Anagrus*; si tratta di un carattere da tenere in considerazione nei programmi di miglioramento genetico della vite (Pavan e Picotti, 2009).

Zygina rhamni Ferrari è specie tendenzialmente termofila e spiccatamente ampelofaga. In Italia, può completare 2-3 generazioni l'anno e raggiungere densità di popolazione relativamente elevate nei vigneti dell'Italia centro-meridionale (Arzone, 2006). Tra le altre piante ospiti, predilige il rovo su cui può sviluppare una generazione primaverile (Pavan, 2000). L'attività nutrizionale di *Z. rhamni* si traduce in una progressiva decolorazione della superficie fogliare superiore, dovuta allo svuotamento delle cellule del mesofillo a palizzata. Allo stato attuale, la specie non desta particolari problemi (Mazzoni *et al.*, 2002; Arzone, 2006).

Jacobiasca lybica è una specie polifaga e polivoltina (su vite può sviluppare 4-5 generazioni), diffusa negli ambienti mediterranei e nord-africani. E' floemomiza e produce sintomi fogliari simili a quelli di *E. vitis* ma più vistosi (Vidano, 1963; Arzone, 2006). Recentemente, sono state

segnalate ripetute infestazioni in Sardegna e Sicilia, che hanno causato filloptosi anticipate e conseguenti riduzioni del grado zuccherino e della lignificazione dei tralci (Lentini *et al.*, 2000; Tsolakis, 2003; Mazzoni *et al.*, 2003; Bono *et al.*, 2005). L'aggressività della specie ha suggerito di adottare soglie d'intervento più basse rispetto a quelle proposte per *E. vitis*. La distribuzione spaziale è stata studiata in Sardegna allo scopo di definire un metodo di campionamento (Delrio *et al.*, 2001).

Metcalfa pruinosa, flatide di origine nearctica diffuso rapidamente nel territorio italiano, ha creato una certa apprensione anche in viticoltura. Si riproduce su numerose specie arbustive ed arboree e, pertanto, i vigneti contigui a boschi e siepi sono colonizzati con maggiore frequenza rispetto ai vigneti in monocultura. I danni causati da *M. pruinosa* alla vite sono stati talvolta sopravvalutati, data l'abbondante emissione di melata che imbratta la vegetazione. La lotta chimica nei confronti della specie è ostacolata dalla secrezione cerosa che ricopre gli stadi giovanili e dalla mobilità degli adulti che si rifugiano sulla vegetazione circostante i vigneti (Girolami *et al.*, 2001). L'introduzione del driinide *Neodryinus typhlocybae* (Ashmead), parassitoide degli stadi giovanili del flatide, dal Nord America (Girolami *et al.*, 1996), ha contribuito a contenere la diffusione di *M. pruinosa* negli agroecosistemi, in particolare sulle piante spontanee, con riflessi positivi per la protezione della vite.

Erasmonera vulnerata è un cicadellide nearctico riscontrato per la prima volta in Italia e in Europa nel 2004 (Duso *et al.*, 2005). La sua presenza è stata segnalata in Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Trentino ed Emilia-Romagna. Sono state rinvenute popolazioni di una certa entità soprattutto su piante non trattate di *Vitis labrusca* (cv. Isabella) e di ibridi *V. riparia* x *V. labrusca* (cv. Noah). Gli adulti svernano negli anfratti della corteccia o sotto le foglie secche. In maggio, le femmine si trasferiscono sulla vegetazione e ovidepongono in prossimità dei fasci vascolari delle nervature fogliari mediane. Le forme giovanili colonizzano la pagina superiore delle foglie più ombreggiate. L'attività nutrizionale avviene a spese del mesofillo e, infatti, i sintomi fogliari sono simili a quelli associati a *Z. rhamni*. Nel corso della stagione possono sviluppare tre generazioni. La specie appare sensibile ai comuni insetticidi destinati al contenimento di altri fitofagi e pertanto non causa danni ai vigneti commerciali (Duso *et al.*, 2008).

Tignole: problemi e innovazioni

Nel corso degli ultimi anni, la diffusione di *L. botrana* sembra aumentare sia nell'Italia settentrionale sia nell'Europa centrale, talvolta a scapito di *Eupoecilia ambiguella* Hübner. E' noto che le due specie compiono tre generazioni in gran parte dell'Italia centro-settentrionale e che *L. botrana* può sviluppare una quarta generazione nell'Italia meridionale. Nel 2003 e nel 2007 si è verificato un anticipo nella fenologia di *L. botrana* nell'Italia settentrionale e la specie è riuscita a completare quattro generazioni (Marchesini e Dalla Montà, 2004; Dal Cortivo, Borgo e Duso, dati non pubblicati). In questi ambienti, gli adulti di *L. botrana* possono dar luogo a quattro picchi di sfarfallamento. Questo

fenomeno non è associabile necessariamente allo sviluppo di una quarta generazione in quanto può manifestarsi una stasi estiva che determina un prolungamento della seconda generazione ed un picco di adulti posticipato rispetto a quello di terza generazione. Nell'agosto del 2008, una parte della popolazione larvale di seconda generazione è entrata in una forma di "estivazione". Queste larve mature presentavano un aspetto molto simile alle larve che, a fine stagione, si preparano a trasformarsi in crisalidi svernanti ma, al contrario di queste, rimanevano inattive all'interno degli acini erosi e secchi. In seguito, una parte di queste larve ha completato lo sviluppo e dato origine ad adulti verso la seconda decade di settembre (quarto volo), mentre le larve rimanenti sono incrisalidate preparandosi alla diapausa invernale (Marchesini, dati in corso di pubbl.). I complessi fenomeni che influenzano la fenologia della tignoletta hanno implicazioni pratiche in quanto rendono difficile il corretto posizionamento degli interventi insetticidi e mettono in discussione le tradizionali strategie di lotta. L'attività delle larve di quarta generazione, o comunque di fine stagione, si manifesta a spese di varietà tardive e di uve destinate all'appassimento. La necessità di proteggere l'uva in una fase prossima alla raccolta deve tenere in considerazione i problemi legati ai tempi di carenza degli insetticidi.

L'aumento nell'incidenza di *L. botrana* in Europa ha stimolato una serie di studi sulla biologia e sul comportamento della specie. E' noto che l'incidenza dell'infestazione della tignoletta varia in funzione della cultivar ma i meccanismi coinvolti sono poco noti. La cultivar influenza il comportamento riproduttivo: le femmine di *L. botrana*, originate da larve sviluppate a carico di piante diverse dalla vite, depongono più uova sui grappoli di Pinot rispetto ai grappoli di Chardonnay e di Chasselas. Inoltre, le femmine del lepidottero sviluppate a carico di una cultivar preferiscono ovideporre sui grappoli della stessa (Moreau *et al.*, 2008). La scelta dei siti di ovideposizione è influenzata sia da caratteristiche fisiche (ad es. presenza di superfici lisce, di strutture di forma sferoidale e di interstizi) sia dalla presenza di zuccheri (Maher e Thiéry 2004; Maher *et al.*, 2006). La cultivar può influenzare anche la fitness della tignoletta apparsa più elevata quando allevata sui grappoli di alcune cultivar (ad es. Pinot e Chardonnay) (Moreau *et al.*, 2006a, 2006b). Il successo riproduttivo di entrambi i sessi è anch'esso influenzato dalla cultivar (Moreau *et al.*, 2006a; Moreau *et al.*, 2007). Tra le diverse piante ospiti di *L. botrana*, *Daphne gnidium* L. risulta molto attrattiva nei confronti delle femmine ovideponenti. Questo fenomeno potrebbe essere sfruttato per la messa a punto di sistemi che inibiscono l'ovideposizione su vite (Maher e Thiéry 2006). Le tignole della vite sono considerate un fattore di rischio importante per la contaminazione da OTA nell'uva poiché esiste una correlazione tra danni causati da *L. botrana* e presenza di Ocratossina A (Cozzi *et al.*, 2006; Visconti *et al.*, 2008). Queste tossine (OTA), prodotte da funghi dei generi *Aspergillus* (ad es. *Aspergillus carbonarius* e *Aspergillus Sezione Nigri*) e *Penicillium*, possono avere gravi conseguenze sulla salute umana (Battilani *et al.*, 2003). Le lesioni all'acino possono costituire vie di accesso per le

infezioni fungine e le stesse larve sono in grado di trasportare spore fungine. Le contaminazioni dei vini da OTA sono più frequenti nelle regioni dell'Europa meridionale ove si verificano condizioni climatiche favorevoli allo sviluppo dei funghi produttori delle micotossine (Borgo *et al.*, 2004). Per il contenimento della presenza di OTA nell'uva è necessaria una corretta strategia di lotta degli insetti e dei funghi (Visconti *et al.*, 2008).

Le relazioni tra le tignole della vite e il fungo patogeno *Botrytis cinerea* Persoon sono note da tempo ma la loro natura mutualistica è stata compresa pienamente solo di recente (Mondy *et al.*, 1998; Dalla Montà *et al.*, 2007). Se il fungo si avvantaggia dalla diffusione dei conidi operata dall'insetto, quest'ultimo, alimentandosi su un substrato infetto da *B. cinerea*, ottiene un aumento della sopravvivenza delle larve, della fecondità e del tasso di incremento delle popolazioni (Mondy e Corio-Costet, 2004). Le larve di *L. botrana* sono attratte dagli stimoli emessi dagli acini infetti da botrite e l'ovideposizione è favorita dalla presenza del fungo (Mondy *et al.*, 1998). L'incidenza degli attacchi di *L. botrana* è correlata positivamente con il livello d'infezione di botrite (Mondy e Corio-Costet, 2004; Dalla Montà *et al.*, 2007). Le larve della tignoletta si avvantaggiano della presenza di *B. cinerea* perché la dieta è arricchita di nutrienti lipidici e in particolare di steroli, precursori di ormoni coinvolti nella muta (Mondy e Corio-Costet, 2000). La relazione mutualistica tra *B. cinerea* e *L. botrana* potrebbe essere coinvolta nell'incremento del numero di generazioni della specie, osservato in alcune regioni italiane (Dalla Montà *et al.*, 2007). Questo fenomeno ha implicazioni pratiche poiché è possibile limitare l'attacco di *B. cinerea* mediante il contenimento di *L. botrana* e viceversa.

Le tecniche di lotta nei confronti delle tignole prevedono tradizionalmente l'impiego di insetticidi chimici contro le larve di seconda e terza generazione. Fino agli anni '90 i prodotti più utilizzati erano gli esteri fosforici ad azione citotropica, spesso applicati a 10-15 giorni dal picco delle catture in base a valutazioni economiche. La disponibilità di molecole che agiscono sullo sviluppo degli insetti, meno tossiche degli esteri fosforici e, in taluni casi, più rispettose degli equilibri biologici, sta cambiando le strategie di difesa contro le tignole in molti ambienti. Allo stesso tempo, sono stati proposti prodotti microbiologici a base di *Bacillus thuringiensis* Berliner subspecie *kurstaki* o *aizawai* con una capacità di contenimento delle tignole comparabile con quella degli insetticidi organici di sintesi (Boselli *et al.*, 2000; Marchesini e Posenato, 2006; Trona *et al.*, 2007). Un'alternativa agli insetticidi è rappresentata dall'impiego dei feromoni sessuali di sintesi. In viticoltura, la metodica più diffusa è quella della confusione sessuale che è applicata con successo in interi comprensori (Varner *et al.*, 2001; Bigot *et al.*, 2008; Mazzocchetti *et al.*, 2004; Ioriatti *et al.*, 2004; Bagnoli *et al.*, 2006; Marchesini *et al.*, 2006a; Lucchi *et al.*, 2007). Questa tecnica si basa sull'emissione di elevati quantitativi di feromone al fine di "saturare" l'ambiente e di mascherare le scie naturali emesse dalle femmine (Cravedi, 2001; Maini e Acinelli, 2001). Un'altra tecnica, conosciuta come disorientamento o distrazione, mira a

inibire gli accoppiamenti mediante l'applicazione di un maggior numero di erogatori a basso dosaggio di feromone, simile a quello emesso naturalmente dalle femmine, al fine di creare "false tracce" e disorientare i maschi (Tasin *et al.*, 2005; Guarino *et al.*, 2006; Marchesini *et al.*, 2006b; Angeli *et al.*, 2007). Questa tecnica, in fase sperimentale su vite, è già ampiamente applicata nei confronti di *Cydia molesta* (Molinari *et al.*, 2000) e di *Cydia pomonella* (Angeli *et al.*, 2003). La tecnica dell'auto-confusione, prevede che i maschi entrino a contatto con il feromone sessuale femminile e fungano da diffusori attraendo altri maschi e riducendo la probabilità degli accoppiamenti. È stata recentemente proposta in Italia contro *C. pomonella* (Benuzzi *et al.*, 2008) ed è in fase di studio per il contenimento di *L. botrana* (Charmillot *et al.*, 2005; Howse *et al.*, 2007).

Lo sfruttamento di sostanze volatili emesse dalla pianta (ad es. alcuni terpenoidi) attrattive nei confronti delle femmine fecondate, potrebbe rappresentare una tecnica di lotta da sfruttare in futuro (Tasin *et al.*, 2005; Tasin *et al.*, 2006a, 2006b). Anche l'impiego di trappole alimentari può costituire un valido strumento per il monitoraggio delle popolazioni delle tignole (Thiery *et al.*, 2006a, 2006b).

Gli Imenotteri parassitoidi (soprattutto Icnemonoidei e Calcidoidei) sono importanti antagonisti delle tignole (Bagnoli e Lucchi 2006, Moleas 2006). Tuttavia, il loro impatto è spesso influenzato dalla gestione fitosanitaria (Colombera *et al.*, 2001). La mortalità naturale delle tignole è nettamente inferiore nei vigneti trattati con gli esteri fosforici, rispetto a quelli trattati con *B. thuringiensis* (Marchesini, 2007). L'impiego degli insetticidi riduce sia la biodiversità sia il tasso di parassitizzazione. L'incidenza dei limitatori naturali sulle popolazioni di *L. botrana* è tendenzialmente maggiore nei vigneti in cui si applica la difesa biologica. Tuttavia, l'impiego reiterato del piretro naturale è stato associato a una riduzione significativa dei livelli di parassitizzazione. Studi recenti suggeriscono la possibilità di impiegare ooparassitoidi del genere *Trichogramma* (Hommay *et al.*, 2002; El-Wakeil, 2008), strategia che in passato ha fornito risultati contrastanti. Le densità iniziali di introduzione dei parassitoidi ed il livello d'infestazione delle tignole giocano un ruolo importante nel successo della lotta biologica (Hommay *et al.*, 2002; Xuereb e Thiery 2006).

La tecnica agronomica può contribuire a ridurre il livello delle infestazioni delle tignole; questo effetto è stato ottenuto mediante la riduzione dell'apporto di azoto, la potatura estiva e l'impiego di fitoregolatori (Vartholomaiou *et al.*, 2008). L'inerbimento dell'interfila determina una riduzione dell'attacco delle tignole, probabilmente perché riduce la vigoria delle piante (Serra *et al.*, 2006). Questi aspetti possono essere considerati nella pianificazione di nuovi sistemi colturali nel contesto di una viticoltura sostenibile.

Le informazioni sulla distribuzione spaziale di *L. botrana* sono state utilizzate per definire un piano di campionamento sequenziale, in quanto la specie ha evidenziato una distribuzione aggregata (Ifoulis e Savopoulou-Soultani, 2007). La composizione floristica del paesaggio può influenzare la distribuzione spaziale di *L. botrana*. In uno

studio effettuato in Abruzzo, la specie ha evidenziato una distribuzione aggregata in prossimità di uliveti, soprattutto durante il primo volo. Un elevato numero di adulti era presente in un'area esterna al vigneto non coinvolta da interventi fitosanitari (Sciarretta *et al.*, 2008). Questo tipo di studi può fornire informazioni utili per i programmi di monitoraggio e di difesa nelle diverse fasi stagionali. La struttura degli agro-ecosistemi può influenzare anche gli antagonisti naturali delle tignole. Il contenimento naturale delle tignole è favorito in vigneti caratterizzati da un elevato grado di biodiversità (Boller, 2006). Il passaggio da agro-ecosistemi diversificati a quelli monoculturali è associato a un impoverimento della fauna utile e a incrementi nelle popolazioni dei fitofagi, inclusa *L. botrana* (Altieri e Nicholls, 2002).

Riassunto

Nel presente contributo sono analizzati alcuni fattori (cambiamenti climatici, introduzione di specie alloctone, evoluzione delle tecniche colturali e delle strategie di difesa fitosanitaria) potenzialmente coinvolti nell'evoluzione dei problemi associati agli artropodi della vite. L'aumento della temperatura può alterare la fenologia degli insetti aumentando il numero di generazioni e ampliando l'area di distribuzione geografica di tignole e cicaline. L'introduzione di specie alloctone ha complicato la gestione fitosanitaria in alcuni areali. L'impatto delle tecniche colturali sulle comunità di artropodi della vite riveste un'importanza crescente. Gli esempi più interessanti riguardano la gestione della copertura vegetale dei vigneti in riferimento alla diffusione del Legno nero (BN) e gli effetti dell'irrigazione su *Empoasca vitis*. La lotta contro le tignole è effettuata sempre più mediante insetticidi chitino-inibitori e regolatori della crescita, applicati indipendentemente da valutazioni del rischio. La diffusione della Flavescenza dorata della vite (FD) è stata associata a un incremento nell'impiego d'insetticidi poiché la lotta contro il vettore *Scaphoideus titanus* è divenuta obbligatoria in alcune regioni italiane. Le indagini più recenti su *Empoasca vitis* hanno riguardato la distribuzione spaziale e temporale delle popolazioni, l'effetto di fattori colturali e agronomici sull'abbondanza della specie, le interazioni con gli Imenotteri parassitoidi, l'impatto degli insetticidi. In numerose indagini sono stati studiati gli effetti della vegetazione spontanea contigua ai vigneti sulla dinamica delle popolazioni delle cicaline e dei relativi parassitoidi. Le recrudescenze di *Jacobiasca lybica* al Sud e l'introduzione di *Erasmoneura vulnerata* al Nord rappresentano motivo di apprensione. Al contrario, le infestazioni di *Metcalfa pruinosa* sono sempre più rare. Relativamente a *Lobesia botrana*, sono state effettuate indagini su fenologia, effetto della cultivar, rapporti con *Botrytis cinerea* e con i funghi produttori di OTA. La disponibilità di regolatori della crescita sta cambiando le strategie di difesa contro le tignole. Allo stesso tempo, l'impiego di *Bacillus thuringiensis* rappresenta un'alternativa possibile all'uso degli insetticidi. La confusione sessuale è stata applicata con successo in interi comprensori e sono allo studio altre tecniche di applicazione dei feromoni sessuali. Le interazioni tra tignole e parassitoidi

risentono marcatamente della gestione fitosanitaria anche nelle aziende biologiche. Ricerche promettenti riguardano lo studio e lo sfruttamento di sostanze volatili emesse dalla pianta e attrattive nei confronti delle femmine fecondate di *L. botrana*. Infine, le informazioni sulla distribuzione spaziale di *L. botrana* si sono rivelate essenziali sia per definire un piano di campionamento sequenziale sia per interpretare le migrazioni degli adulti all'interno degli agroecosistemi.

Parole chiave: *Lobesia botrana*, *Empoasca vitis*, *Scaphoideus titanus*, *Jacobiasca lybica*, *Erasmoneura vulnerata*

Summary

Problems, approaches and innovations in the control of grapevine pests. I. Grape berry moths and leafhoppers.

In this review, climate change, invasive pests, changes in horticultural techniques and plant protection strategies are considered as major factors potentially involved in problems associated with grape pests. Temperature increase can alter pest phenology, determining an increase in the number of generations per year. Temperature increase can also induce an expansion of the geographic distribution of grape berry moths and leafhoppers. The invasion by nearctic pests has complicated the plant-protection management in some areas. The impact of horticultural techniques on grapevine arthropod communities is increasing in importance and interesting examples are provided by the effect of weed management on Bois Noir spread, and the interactions between water management and Empoasca vitis. Grape berry moth control is more often based on the use of insect growth regulators regardless of prior risk assessments. Flavescence dorée spread determined an increase in insecticide applications, since the control of its vector, i.e. Scaphoideus titanus, has become mandatory in several Italian regions. The recent research on E. vitis has focused on the spatial-temporal distribution of the populations, the effect of horticultural techniques on species abundance, the interactions with parasitoids, and the impact of insecticides. The effects of uncultivated areas contiguous to vineyards on the population dynamics of leafhoppers and their parasitoids have been widely studied. Outbreaks of Jacobiasca lybica in southern Italy as well as Erasmoneura vulnerata occurrence in northern Italy are matter of concern in grape pest management. On the other hand, Metcalfa pruinosa outbreaks are becoming rare. The phenology of Lobesia botrana, its relationships with Botrytis cinerea and fungi producing OTA, as well as grape variety effects on berry moth abundance, have been matter of study in different investigations. Grape berry moth control strategies include a widespread use of IGRs, but Bacillus thuringiensis formulations can represent a suitable alternative to the use of insecticides. Mating disruption has been successfully applied in some areas and further sex pheromones-based techniques are under development. Interactions between grape pests and their antagonists are dramatically affected by pesticide use even in organic farms. Further investigations involve the study and exploitation of plant derived volatiles attractive to grape berry moth females. Spatial distribution of L. botrana appears of major importance for sequential sampling plan definition and in the interpretation of adults migration within

agro-ecosystems.

Key words: *Lobesia botrana*, *Empoasca vitis*, *Scaphoideus titanus*, *Jacobiasca lybica*, *Erasmoneura vulnerata*

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ARPAV per aver fornito i dati meteorologici riportati nel testo.

Lavori citati

- Altieri M.A., Nicholls C.I. (2002) - The simplification of traditional vineyard based agroforests in northwestern Portugal: some ecological implications. *Agroforestry Systems*, 56, 185-191.
- Angeli G., Anfora G., Baldessari M., Germinara G.S., Rama F., de Cristofaro A., Ioriatti C. (2007) - Mating disruption of codling moth *Cydia pomonella* with high densities of ecodan sex pheromone dispensers. *Journal of Applied Entomology*, 131, 311-318.
- Arzone A. (2006) - Aspetti bioetologici e tecniche di contenimento degli achenorinchi viticoli. In: *La difesa della vite dagli artropodi dannosi* (Ragusa S. e Tsolakis H. coord.), Università degli Studi di Palermo, Palermo, 45-66.
- Bagnoli B., Lucchi A. (2006) - Parasitoids of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) in Tuscany. *Bulletin OILB/SROP*, 29, 139-142.
- Bagnoli B., Lucchi A., Giotti D. (2006) - Mating disruption for vine moths control in Tuscany: results of 2003 and 2004. *Bulletin OILB/SROP*, 29, 143-148.
- Battilani P., Giorni P., Pietri A. (2003) - Epidemiology of toxin-producing fungi and ochratoxin A occurrence in grape. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 715-722.
- Benuzzi M., Cornale R., Ladurner E., Fiorentini F., Zucchi L. (2008) - Exosex CM, nuovo metodo di autoconfusione sessuale per il controllo della carpocapsa (*Cydia pomonella*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 35-42.
- Bigot G., Ostan M., Sandra M., Pavan F., Zandigiacomo P. (2008) - Lotta contro la tignoletta della vite con il metodo della confusione sessuale in Friuli Venezia Giulia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 203-210.
- Böll S., Herrmann J.V. (2004) - A long-term study on the population dynamics of grape leafhopper (*Empoasca vitis*) and antagonistic mymarid species. *Journal of Pesticide Science*, 77, 33-42.
- Böll S., Schwappach P., Herrmann J.V. (2006) - Planting dog roses - an efficient method to promote mymarid populations in vineyards? *Bulletin IOBC/WPRS*, 29(11), 175-181.
- Boller E.F. (2006) - Functional biodiversity: A success story in vineyards of northern Switzerland. *Bulletin IOBC/WPRS*, 29, 13-16.
- Bono G., Ammavuta G., Federico R., Spatafora F. (2005) - Le cicaline verdi della vite in Sicilia occidentale. *Informatore Agrario*, 61(30), 63-66.
- Borgo M., Savino M., Garcia-Moruno M. (2004) - Contaminanti micotici e Ocratossina A su uve e vino in Italia. In: *Atti del 1° Congresso nazionale: Le micotossine nella filiera agro-alimentare* (Miraglia M., Brera C. coord.), Istituto Superiore della Sanità, Rapporti ISTISAN 05/42, 188-193.
- Bosco D., Alma A., Bonelli S., Arzone A. (1996) - Phenology and within-vineyards distribution of *Empoasca vitis* Goethe adults (Cicadellidae Typhlocybinae). *Redia*, 79 (1), 1-9.
- Boselli M., Scannavini M., Cavazza F., Franceschelli F. (2008) - Valutazione dell'efficacia di emamectina benzoato (AffirmReg.) nella lotta a *Lobesia botrana*. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1, 175-180.
- Brunetti M., Maugeri M., Monti F., Nannia T. (2006) - Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *International Journal of Climatology*, 26, 345-381.
- Charmillot P.J., Degen T., Pasquier D., Briand F. (2005) - New pheromone-based methods for grape moth control. Preliminary trials in 2004. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*, 37, 283-288.
- Colombera S., Alma A., Arzone A. (2001) - Comparison between the parasitoids of *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella* in conventional and integrated vineyards. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24, 91-96.
- Cozzi G., Pascale M., Perrone G., Visconti A., Logrieco A. (2006) - Effect of *Lobesia botrana* damages on black aspergilli rot and ochratoxin A content in grapes. *International Journal of Food Microbiology*, 111, S88-S92.
- Cravedi P. (2001) - I feromoni: novità e prospettive di applicazione come metodi di lotta. *Informatore Fitopatologico*, 10, 6-9.
- Dalla Montà L., Marchesini E., Pavan F. (2007) - Relazione fra tignole della vite e attacchi di *Botrytis cinerea*. *Informatore Fitopatologico*, 57, 28-35.
- Decante D., van Helden M. (2001) - Répartition intra parcellaire de deux cicadelles ravageurs du vignoble bordelais. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24 (7), 203-211.
- Decante D., van Helden M. (2003a) - Green leafhopper (*Empoasca vitis* Goethe) migrations and dispersion. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26, 189-196.
- Decante D., van Helden M. (2003b) - Intra-plot distribution of the Green Leafhopper *Empoasca vitis* in a Bordeaux vineyard. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26 (8), 181-188.
- Decante D., van Helden M. (2006) - Population ecology of *Empoasca vitis* (Goethe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: influence of migration and landscape. *Crop Protection*, 25, 696-704.
- Decante D., van Helden M. (2008) - Spatial and temporal distribution of *Empoasca vitis* within vineyard. *Agricultural and Forest Entomology*, 10, 111-118.
- Delaiti M., Angel G., Sandri O., Tomasi C., Ioriatti C. (2005) - Nuovi insetticidi per il contenimento della cicalina verde della vite. *L'Informatore Agrario*, 25, 73-76.
- Delrio G., Lentini A., Serra G. (2001) - Spatial distribution and sampling of *Jacobiasca lybica* on grapevine. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24, 211-216.
- Diffenbaugh N.S., Pal J.S., Giorgi F., Gao X. (2007) - Heat stress intensification in the mediterranean climate change hotspot. *Geophysical Research Letters*, 34, L11706.
- Diodato N., Bellocchi G. (2008) - Drought stress patterns in Italy using agro-climatic indicators. *Climate Research*, 36, 53-63.
- Duso C., Bressan A., Mazzon L., Girolami V. (2005) - First

- record of the grape leafhopper *Erythroneura vulnerata* Fitch (Hom., Cicadellidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 129, 170-172.
- Duso C., Moret R., Marchegiani G., Pozzebon A. (2008) - Notes on the distribution and the phenology of *Erasmoneura vulnerata* (Fitch) (Homoptera: Cicadellidae) in North-Eastern Italy. *Bulletin IOBC/WPRS*, 36, 251-254.
- El-Wakeil N.E., Farghaly H.T., Ragab Z.A. (2008) - Efficacy of inundative releases of *Trichogramma evanescens* in controlling *Lobesia botrana* in vineyards in Egypt. *Journal of Pest Science*, 81, 49-55.
- Fornasiero D. (2009) - Influenza dei fattori ambientali e agronomici sulle popolazioni di *Empoasca vitis* (Göthe). Tesi di Dottorato di Ricerca, Università degli Studi di Padova, 161 pp.
- Fornasiero D., Buzzetti F.M., Pozzebon A., Duso C. (2008) - Effects of irrigation on *Empoasca vitis* populations. *Bulletin IOBC/WPRS*, 36, 255-258.
- Fornasiero D., Duso C., Ponchia G., Pavan F., Borgo M. (2009) - Influenza delle forme di allevamento della vite sull'abbondanza del cicadellide *Empoasca vitis* (Goethe). Atti 2° Convegno Nazionale di Viticoltura (in corso di stampa).
- Freitas J., Amaro P. (2001) - "Explosion" de cicadelle verte dans la region du Douro au Portugal en juillet/aout 1998. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24, 217-219.
- Girolami V., Conte L. (1999) - Possibilità di controllo chimico e biologico di *Metcalfa pruinosa*. *Informatore fitopatologico*, 49, 20-25.
- Girolami V., Conte L., Camporese P., Benuzzi M., Nartir G.R., Dradi D. (1996) - Possibilità di controllo biologico della *Metcalfa pruinosa*. *L'Informatore Agrario*, 52, 61-65.
- Girolami V., Duso C., Refatti E., Osler R. (1989) - Lotta integrata in viticoltura. *Malattie delle piante. Iripa, Coldiretti*, pp. 101.
- Girolami V., Mori N., Marchesini E., Duso C. (2001) - Organophosphate resistance in grape leafhoppers and IPM strategies. *Redia*, 84, A1-A17.
- Girolami V., Mori N., Pasini M., Tosi L. (2000) - Probabile resistenza della cicalina verde della vite agli insetticidi fosfororganici. *L'Informatore Agrario*, 15, 85-86.
- Girolami V., Mori N., Posenato G. (2004) - Principali problemi entomologici in vigneto. *Informatore Fitopatologico*, 54, 4-11
- Gremo F., Arbrile G., Bourlot G., Scarpelli F. (1994) - Cicalina verde della vite (*Empoasca vitis* Goethe) in Piemonte. *L'Informatore Agrario*, 50 (47), 51-56.
- Guario A., Saccomanno F., Antonino N., Lasorella V., Grande O. (2006) - Valutazione di tecniche di disorientamento dei maschi di *Lobesia botrana* mediante applicazione di diffusori in vigneti ad uva da vino in Puglia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 153-158.
- Gutierrez A.P., Daane K.M., Ponti L., Walton V.M., Ellis C.K. (2008a) - Prospective evaluation of the biological control of vine mealybug: Refuge effects and climate. *Journal of Applied Ecology*, 45, 524-536.
- Gutierrez A.P., Ponti L., d'Oultremont T., Ellis C.K. (2008b) - Climate change effects on poikilotherm tritrophic interactions. *Climatic Change*, 87, S167-S192.
- Hommay G., Gertz C., Kienlen J.C., Pizzol J., Chavigny P. (2002) - Comparison between the control efficacy of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and two *Trichogramma cacoeciae* Marchal strains against grapevine moth (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.), depending on their release density. *Biocontrol Science and Technology*, 12, 569-581.
- Howse P., Armsworth C., Baxter I. (2007) - Autodissemination of semiochemicals and pesticides: A new concept compatible with the sterile insect technique. (eds Vreysen M.J.B., Robinson A.S., Hendrichs J.). Dordrecht, Netherlands: Springer SBM.
- Ifoulis A.A., Savopoulou Sultani M. (2007) - Probability distribution, sampling unit, data transformations and sequential sampling of european vine moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) larval counts from northern Greece vineyards. *European Journal of Entomology*, 104, 753-761.
- Ioriatti C., Bagnoli B., Lucchi A., Veronelli V. (2004) - Vine moths control by mating disruption in Italy: Results and future prospects. *Redia*, 87, 117-128.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) - Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Jones G.V., White M.A., Cooper O.R., Storchmann K. (2005) - Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73, 319-343.
- Lavezzaro S., Morando A., Gallesio G. (2006) - Un quadriennio di prove di lotta contro la cicalina verde della vite in piemonte. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 117-122.
- Lentini A., Delrio G., Serra G. (2000) - Observations on the infestations of *Jacobiasca lybica* on grapevine in Sardinia. *Bulletin IOBC/WPRS*, 23, 127-129.
- Linder C., Jermini M., Sassella A., Mittaz C. (2003) - Harmfulness of green leafhopper *Empoasca vitis* Goethe on the grape variety Pinot noir grown in Valais. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26 (8), 203-208.
- Lucchi A., Giotti D., Bagnoli B. (2007) - Efficacia della confusione sessuale contro la tignoletta. *L'Informatore Agrario*, 63 (17), 58-61.
- Maher N., Thiery D. (2004) - A bioassay to evaluate the activity of chemical stimuli from grape berries on the oviposition of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Bulletin of Entomological Research*, 94, 27-33.
- Maher N., Thiery D. (2006) - *Daphne gnidium*, a possible native host plant of the European grapevine moth *Lobesia botrana*, stimulates its oviposition. is a host shift relevant? *Chemoecology*, 16, 135-144.
- Maher N., Thiery D., Stadler E. (2006) - Oviposition by *Lobesia botrana* is stimulated by sugars detected by contact chemoreceptors. *Physiological Entomology*, 31, 14-22.
- Maini S., Accinelli G. (2001) - Confusione - disorientamento

- e distrazione sessuale: confronti tra erogatori di feromoni di *Cydia molesta* (Busck). *Informatore Fitopatologico*, 10: 36-40.
- Maixner M. (2003) - A sequential sampling procedure for *Empoasca vitis* Goethe (Homoptera: Auchenorrhyncha). In: Lozzia C. (Ed.), IOBC-WPRS Working Group "Integrated Protection and Production in Viticulture". Proceedings of the Meeting, 26 (8), Volos (GR.), 209-216.
- Marchesini E. (2007) - I limitatori naturali della tignoletta nell'agroecosistema vigneto. In "Le tignole della vite" di G. Anfora et al. *Agricoltura Integrata*, Istituto Agrario di San Michele all'Adige, 40-55.
- Marchesini E., Posenato G. (2006) - Il *Bacillus thuringiensis* in agricoltura. *Terra e vita*, suppl. n.1 al n. 12, 8-10.
- Marchesini E., Dalla Montà L. (2004). Nel Veneto quattro generazioni di tignoletta della vite. *L'Informatore Agrario*, 60, 75-78.
- Marchesini E., Reggiori F., Bassi G., Tosi E. (2006a) - Strategie applicative col metodo del disorientamento nella difesa da tignoletta della vite (*Lobesia botrana*), in Veneto. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1, 147-152
- MARCHESINI E., TOSI E., BASSI G. (2006b) - Confusione sessuale in vigneti del Veronese. *L'Informatore Agrario* 18, 62-66.
- Mazzocchetti A., Angelucci S., Casolani A., di Lena B., di Paolo E., Odoardi M. (2004) - Applicazione del metodo della confusione sessuale nella difesa da *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller) (Tortricidae) su vigneti allevati a tendone in Abruzzo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 77-82.
- Mazzoni V., Cosci F., Lucchi A., Santini L. (2001) - Occurrence of leafhoppers (Auchenorrhyncha, Cicadellidae) in three vineyards of the Pisa district. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24 (7), 267-271.
- Mazzoni V., Lucchi A., Lucchi A., Santini L. (2002) - Indagine faunistica sugli Auchenorrhinchi di vigneti liguri e toscani (Rhynchota Homoptera). *Frustula Entomologica*, 25, 181-194.
- Mazzoni V., Lucchi A., Varner M., Mattedi L., Bacchi G., Bagnoli B. (2003) - First remarks on the leafhopper population in a vine-growing area of South-Western Sicily. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26(8), 227-231.
- Moleas T. (2006) - Le tignole della vite: notizie bioetologiche e tecniche di controllo. - In: La difesa della vite dagli artropodi dannosi (Ragusa S. e Tsolakis H. coord.), Università degli Studi di Palermo, Palermo, 85-86.
- Mondy N., Corio-Costet M.F. (2000) - The response of the grape berry moth (*Lobesia botrana*) to a dietary phytopathogenic fungus (*Botrytis cinerea*): The significance of fungus sterols. *Journal of Insect Physiology*, 46, 1557-1564.
- Mondy N., Corio-Costet M.F. (2004) - Feeding insects with a phytopathogenic fungus influences their diapause and population dynamics. *Ecological Entomology*, 29, 711-717.
- Mondy N., Pracros P., Fermaud M., Corio Costet M.F. (1998) - Olfactory and gustatory behaviour by larvae of *Lobesia botrana* in response to *Botrytis cinerea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 88, 1-7.
- Moreau J., Benrey B., Thiery D. - (2006a). Assessing larval food quality for phytophagous insects: Are the facts as simple as they appear? *Functional Ecology*, 20, 592-600.
- Moreau J., Benrey B., Thiery D. - (2006b). Grape variety affects larval performance and also female reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Bulletin of Entomological Research*, 96, 205-212.
- Moreau J., Rahme J., Benrey B., Thiery D. - (2008). Larval host plant origin modifies the adult oviposition preference of the female European grapevine moth *Lobesia botrana*. *Naturwissenschaften*, 95, 317-324.
- Moreau J., Thiery D., Troussard J.P., Benrey B. - (2007). Grape variety affects female but also male reproductive success in wild European grapevine moths. *Ecological Entomology*, 32, 747-753.
- Mori N., Posenato G., Sancassani G., Tosi L., Girolami V. (1999) - Insetticidi per il controllo delle cicaline nei vigneti. *L'Informatore Agrario*, 15, 93-97.
- Pavan F. (2000) - The role of *Rubus* bushes in the life cycle of two Typhlocybae infesting European vineyards. *Redia*, 83, 47-60.
- Pavan F., Gregoris A., Picotti P. (1997) - Studi su *Anagrus atomus* (Linnaeus) (Hymenoptera, Mymaridae) parrassitoide oofago di *Empoasca vitis* (Gothe) (Homoptera, Cicadellidae) su vite. 2. Influenza di trattamenti antiperonosporici sulla dinamica di popolazione. *Bollettino Laboratorio Entomologia Agraria "Filippo Silvestri"*, 53, 85-102
- Pavan F., Picotti P. (1994) - Dinamica di popolazione di *Empoasca vitis* (Gothe) (Homoptera, Cicadellidae) e del suo parassitoide oofago *Anagrus atomus* (Linnaeus) (Hymenoptera, Mymaridae) in vigneti ed actinidieti contigui. *Memorie della Società Entomologica Italiana*, 72, 163-173.
- Pavan F., Picotti P. (2009) - Influence of grapevine cultivars on the leafhopper *Empoasca vitis* and its egg parasitoids. *BioControl*, 54 (1), 55-63.
- Ponti L., Ricci C., Veronesi F., Torricelli R. (2005) - Natural hedges as an element of functional biodiversity in agroecosystems: the case of a Central Italy vineyard. *Bulletin of Insectology*, 58, 19-23
- Ponti R., Ricci C., Torricelli R. (2003) - The ecological role of hedges on population dynamics of *Anagrus* spp. (Hymenoptera: Mymaridae) in vineyards of Central Italy. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26 (4), 117-122.
- Posenato G., Marchesini E., Mori N. (2006) - Efficacia di thiamethoxam su *Empoasca vitis* a confronto con lambda-cyhalothrin, abamectina, indoxacarb e chlorpyrifos. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 111-116.
- Ragusa S., Tsolakis H. (2006) - La difesa della vite dagli artropodi dannosi. Università degli Studi di Palermo, Palermo, 222 pp.
- Salinari F., Giosue S., Tubiello F.N., Rettori A., Rossi V., Spanna F., Rosenzweig C., Gullino M.L. (2006) - Downy mildew (*Plasmopara viticola*) epidemics on grapevine under climate change. *Global Change Biology*, 12, 1299-1307.
- Schleip C., Rutishauser T., Luterbacher J., Menzel A. (2008) - Time series modeling and central European temperature impact assessment of phenological records over the last 250 years. *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences*,

113, G04026.

- Schvester D., Moutous G., Bonfils J., Carle P. (1962) Étude biologique des cicadelles de la vigne dans le sud-ouest de la France. *Annales Epiphyties*, 13 (3), 205–237.
- Sciarretta A., Zinni A., Mazzocchetti A., Trematerra P. (2008) - Spatial analysis of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) male population in a mediterranean agricultural landscape in central Italy. *Environmental Entomology*, 37 (2), 382-390.
- Serra G., Lentini A., Verdinelli M., Delrio G. (2006) - Effects of cover crop management on grape pests in a mediterranean environment. *Bulletin IOBC/WPRS*, 29, 209-214.
- Tasin M., Anfora G., Ioriatti C., Carlin S., de Cristofaro A., Schmidt S., Bengtsson M., Versini G., Witzgall P. (2005a) - Antennal and behavioral responses of grapevine moth *Lobesia botrana* females to volatiles from grapevine. *Journal of Chemical Ecology*, 31, 77-87.
- Tasin M., Backman A.C., Bengtsson M., Ioriatti C., Witzgall P. (2006a) - Essential host plant cues in the grapevine moth. *Naturwissenschaften*, 93, 141-144.
- Tasin M., Backman A.C., Bengtsson M., Varela N., Ioriatti C., Witzgall P. (2006a) - Wind tunnel attraction of grapevine moth females, *Lobesia botrana*, to natural and artificial grape odour. *Chemoecology*, 16, 87-92.
- Tasin M., Anfora G., Angeli G., Baldessari M., de Cristofaro A., Germinara G.S., Rama F., Vitagliano S., Ioriatti C. (2005b) - Control of the grapevine moth, *Lobesia botrana* (den. et schiff.) (Lepidoptera Tortricidae), by disorientation. *Bulletin IOBC/WPRS*, 28, 403-408.
- Thiery D., Retaud P., Dumas Lattaque L. (2006b) - Food trapping of european grapevine moth, a good tool for forecasting? *Phytoma*, 592, 27-30.
- Thiery D., Retaud P., Dumas Lattaque L., Feru R., Xuereb A., Bourriau F. (2006b) - Trapping *Lobesia botrana* females with apple juice: A valuable tool to predict oviposition? *Bulletin OILB/SROP*, 29, 235-240.
- Tobin P.C., Nagarkatti S., Loeb G., Saunders M.C. (2008) - Historical and projected interactions between climate change and insect voltinism in a multivoltine species. *Global Change Biology*, 14, 951-957.
- Toreti A., Desiato F. (2008a) - Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. *Theoretical and Applied Climatology*, 91, 51-58.
- Toreti A., Desiato F. (2008b) - Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years. *International Journal of Climatology*, 28, 733-745.
- Trona F., Marchesini E., Baldessari M., Sofia M., Angeli G. (2007) - *Bacillus* si conferma efficace contro la tignoletta della vite. *L'Informatore Agrario*, 63, 74-77.
- Tsolakis H. (2003) - La cicalina africana *Jacobiasca lybica* Bergevin (Homoptera, Cicadellidae) ricompare nei vigneti siciliani. *Informatore Fitopatologico*, 53, 34-40.
- Van Helden M., Decante D. (2001) - The possibilities for conservation biological control as a management strategy against *Empoasca vitis*. *Bulletin IOBC/WPRS*, 24 (7), 291-297.
- Varner M., Mattedi L., Lucin R., Forno F., Feichter M., Mescalchin E., Fellin F. (2006) - Andamenti climatici anomali favoriscono l'acariosi della vite. *L'Informatore Agrario*, 62, 85-89.
- Varner M., Mattedi L., Rizzi, C., Mescalchin E. (2001) - I feromoni nella difesa della vite. *Esperienze in provincia di Trento. Informatore fitopatologico*, 51, 23-29.
- Vartholomaiou A.N., Navrozidis E.I., Payne C.C., Salpiggidis G.A. (2008) - Agronomic techniques to control *Lobesia botrana*. *Phytoparasitica*, 36, 264-271.
- Vidano C. (1963) - Alterazioni provocate da insetti in *Vitis* osservate, sperimentate e comparate. *Annali Facoltà Scienze Agrarie. Univeristà di Torino*, 1, 513-644.
- Viggiani G. (2006) - Problematiche connesse alla difesa biologica e integrata della vite – In: *La difesa della vite dagli artropodi dannosi* (Ragusa S. e Tsolakis H. coord.), Università degli Studi di Palermo, Palermo, 21-28.
- Viggiani G. (2003) - Functional biodiversity for the vineyard agroecosystem: aspects of the farm and landscape management in Southern Italy. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26(4), 197-202.
- Viggiani G., Jesu R. (2003) - Preliminary notes on the biodiversity of egg parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae and Trichogrammatidae) in vineyards of Southern Italy. *Bulletin IOBC/WPRS*, 26 (8), 217-220.
- Viggiani G., Jesu R., Sasso R. (2004) - Cicaline della vite e loro ooparassitoidi in vigneti del Sud Italia. *Bollettino Laboratorio Entomologia Agraria "Filippo-Silvestri"*, 59, 3-31.
- Visconti, A., Perrone G., Cozzi G., Solfrizzo M. (2008) - Managing ochratoxin a risk in the grape-wine food chain. *Food Additives and Contaminants A*, 25, 193-202.
- White M.A., Diffenbaugh N.S., Jones G.V., Pal J.S., Giorgi F. (2006) - Extreme heat reduces and shifts United States premium wine production in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 11217-11222.
- WMO (World Meteorological Organization) (2008) - 2008 Among the ten warmest years; marked by weather extremes and second-lowest level of arctic ice cover. *World Meteorological Organization*, press release No. 835, 16 December 2008. www.wmo.int
- Xuereb A., Thiery D. (2006) - Does natural larval parasitism of *Lobesia botrana* (Lepidoptera : Tortricidae) vary between years, generation, density of the host and vine cultivar? *Bulletin of Entomological Research*, 96, 105-110.