

Il cinipide orientale del castagno

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu è un insetto galligeno originario della Cina. Dall'areale di origine è stato accidentalmente introdotto in Giappone nel 1941 (Moriya et al., 2003), in Corea nel 1963 (Murakami et al., 1995), negli Stati Uniti nel 1974 (Rieske, 2007), in Nepal nel 1999 (Abe et al., 2007) e in Europa nel 2002 (Brussino et al., 2002). Vive a spese di *Castanea mollissima* Blume (castagno cinese), *C. crenata* Sieb. et Zucc. (castagno giapponese), *C. dentata* (Marsh.) (castagno americano) e *C. sativa* Mill. (castagno europeo), e i loro ibridi.

In Europa la prima segnalazione del cinipide risale al 2002. Nella primavera di quell'anno sono pervenuti campioni di galle provenienti da Boves e Peveragno, comuni situati in una zona castanicola pedemontana del Piemonte a sud di Cuneo. All'epoca dei primi sopralluoghi effettuati dai tecnici del Servizio fitosanitario regionale già diversi ettari di castagneto in un'area di 160 km² (nei comuni di Chiusa Pesio, Borgo San Dalmazzo, Roccavione, Robilante, Boves e Peveragno) risultarono infestati. L'estensione territoriale interessata dall'infestazione era già così elevata da non rendere più proponibile un tentativo di eradicazione e da stimare che il cinipide era stato introdotto tra il 1995 e il 1996 con l'importazione di materiale propagativo dall'estremo Oriente.

Nel 2003 l'European Plant Protection Organization (EPPO) ha inserito il cinipide nella lista A2 (n. 317) (EPPO, 2005).

Le misure d'emergenza provvisorie per impedire l'introduzione e la diffusione nella comunità europea di *D. kuriphilus*, emanate dalla Commissione

* DIVAPRA – Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente “C. Vidano”, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Torino

europea nel giugno del 2006 (2006/464/CE) stabiliscono che:

- i vegetali devono essere coltivati per tutto il loro ciclo di vita in luoghi di produzione in Paesi dove l'organismo non è presente;
- i vegetali devono essere coltivati per tutto il loro ciclo di vita in luoghi di produzione che il servizio nazionale per la protezione dei vegetali, del Paese d'origine, ha riconosciuto indenni conformemente alla norma internazionale per le misure fitosanitarie e alla rubrica «paese di origine» indica la denominazione della zona indenne.

Dove è stata confermata la presenza dell'organismo, o se ci sono indizi di contaminazione attraverso altri mezzi, gli Stati membri fissano zone delimitate e adottano le misure ufficiali.

Le misure ufficiali da adottare nelle zone delimitate comprendono almeno:

- il divieto degli spostamenti dei vegetali al di fuori o all'interno delle aree delimitate;
- nel caso in cui la presenza dell'organismo nei vegetali in una zona di produzione è confermata, misure destinate a eradicare l'organismo nocivo, come la distruzione delle piante infestate, e di tutte quelle che mostrano i sintomi causati dall'organismo e, se necessario, di tutte le piante di uno stesso lotto al momento dell'impianto e un controllo della presenza dell'organismo con ispezioni adeguate durante il periodo di potenziale presenza nelle galle infestate devono essere attuate.

Nonostante le misure di prevenzione il galligeno si è velocemente diffuso in Italia, varcando anche i confini nazionali.

In Italia la diffusione è stata veloce, nel 2005 ha raggiunto il Lazio, nel 2006 è stato segnalato in Lombardia e Liguria; nel 2007 né è stata accertata la presenza in Veneto, Campania, Trentino Alto Adige e Sardegna; nel 2008 in Toscana, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia Romagna; nel 2009 Abruzzo, Calabria e Umbria; nel 2010 Valle d'Aosta, Sicilia, Marche e Molise. Sebbene non ci siano segnalazioni da Puglia e Basilicata, si ritiene che l'infestazione interessi ormai tutta l'Italia, senza interruzioni.

Per l'Europa è stato segnalato in Francia, il primo ritrovamento è del 2005 a Saint-Dalmas-Valdèblère (Alpi Marittime), in Slovenia nel 2005 a Nova Gorica (a ridosso del confine italiano) e Krško (parte centro orientale del Paese), in Svizzera nel 2009 a Mendrisio (Canton Ticino). In questi Stati l'insetto è ormai ampiamente insediato e in attiva diffusione. In Ungheria è stato segnalato nel 2009 a Pest e nel 2010 a Baranya (sud del Paese) ma le autorità locali ne ravvisano l'eradicazione. Nei Paesi Bassi a Boskoop (Olanda meridionale) è stato segnalato nel 2010 e sono in atto tentativi di eradicazione (EPP0 Reporting Service, 2010) (fig. 1).

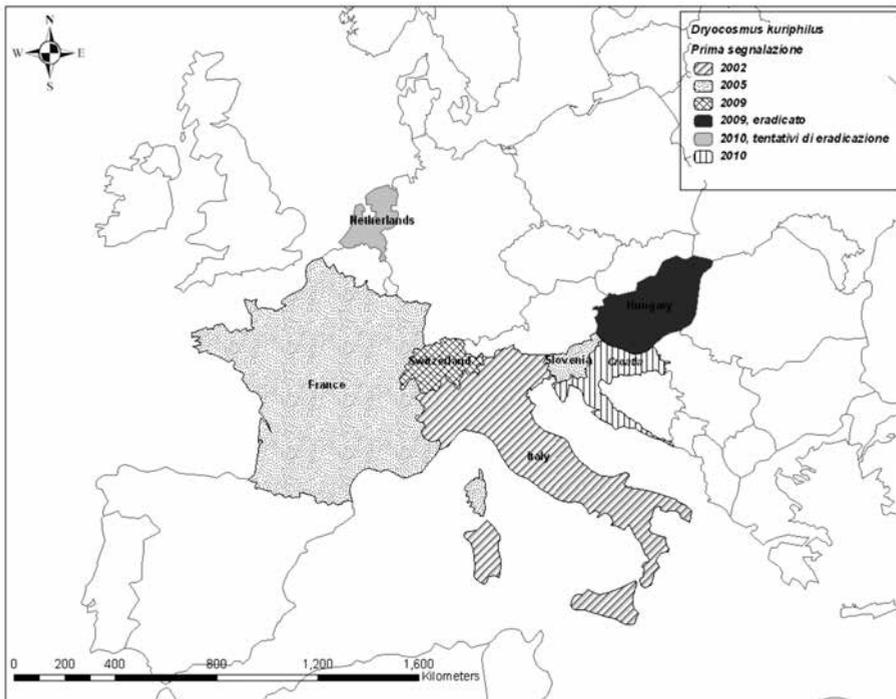


Fig. 1 Stati europei interessati dall'infestazione di *Dryocosmus kuriphilus*

In Europa il castagno è ampiamente coltivato e, nella regione mediterranea, cresce dal livello del mare sino a oltre i 1000 m, fino ai 1500 m in Spagna e in Sicilia (Fernández-López e Alía, 2003). In Europa, 2,25 milioni di ettari di bosco contengono *C. sativa* come specie prevalente, alcuni Paesi hanno una forte tradizione castanicola (Italia, Francia e Grecia) mentre altri hanno piccole produzioni (Gran Bretagna), altri ancora presenze sporadiche (ad esempio Ungheria) o recenti introduzioni (Slovacchia e Paesi Bassi) (Conedera et al., 2004). Tutta l'Europa è quindi soggetta al rischio d'introduzione del cinipide orientale del castagno.

DRYOCOSMUS KURIPHILUS YASUMATSU

D. kuriphilus (Hymenoptera:Cynipidae) era inizialmente conosciuto come *Biorhiza* sp. L'attuale nome scientifico della specie *D. kuriphilus* e la relativa descrizione sono stati dati nel 1951 da Yasumatsu.

La famiglia Cynipidae raggruppa circa un migliaio di specie infedate

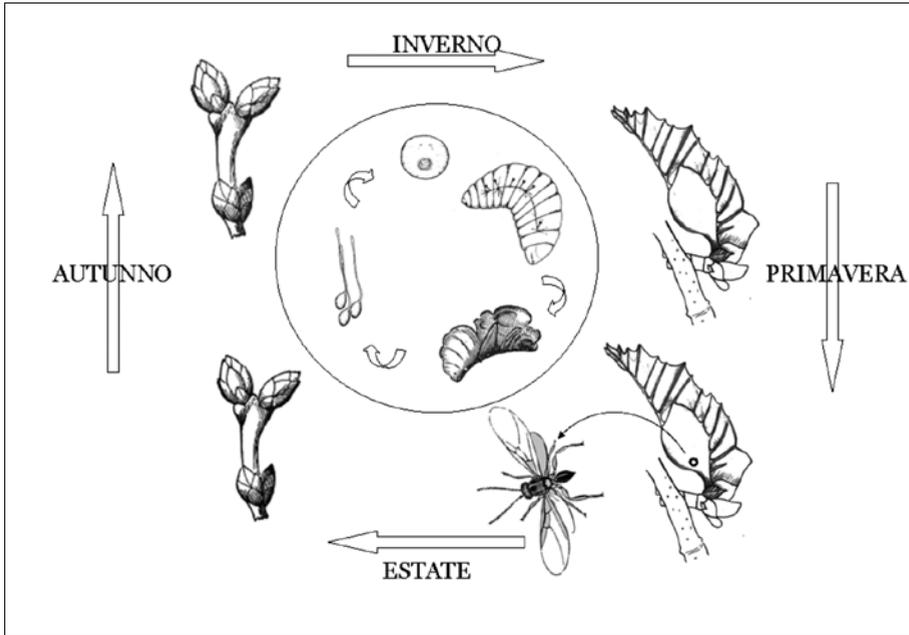


Fig. 2 Ciclo biologico di *Dryocosmus kuriphilus*

a piante della famiglia Fagaceae; tutte le specie conosciute determinano la formazione di galle su piante del genere *Quercus*, eccetto due: *Dryocosmus castanopsidis* (Beutenmueller), diffuso in Oregon e California, che induce la formazione di galle sugli amenti di *Castanopsis chrysophylla* (Dougl. ex Hook.) e *C. sempervirens* (Burks), e *D. kuriphilus*, che è l'unico rappresentante che attacca il genere *Castanea* (Stone et al., 2002).

Nei cinipidi la taglia degli adulti si aggira normalmente intorno a 2,0-3,0 mm (raramente i 5,0-6,0 mm). Le femmine ovidepongono all'interno delle gemme attraverso una sottile terebra. Assieme alle uova rilasciano un secreto che altera i meccanismi di accrescimento dei tessuti vegetali, agevolando la formazione di galle all'interno delle quali si sviluppano le larve.

D. kuriphilus è univoltino, svolge soltanto una generazione l'anno (fig. 2) e la riproduzione avviene per partenogenesi telitoca, strategia riproduttiva che si avvale della presenza soltanto degli esemplari femminili. Lo sviluppo del ciclo biologico è fortemente influenzato dalle temperature primaverili, dall'andamento stagionale, dall'altitudine ed esposizione dei castagneti, così come dalla precocità delle diverse varietà coltivate (Bosio e Picciau, 2006).

Il ciclo biologico annuale si completa attraverso diverse fasi:

- ovodeposizione, avviene nel periodo estivo, compreso, normalmente, tra

la metà di giugno e la terza decade di agosto. Ogni femmina può deporre cento centocinquanta uova, inserendole a gruppi all'interno delle gemme, in prossimità del cono vegetativo. L'uovo si presenta di colore ialino, brevemente pedunculato con diametro di 0,1-0,2 mm. Lo stadio dura trenta quaranta giorni;

- preimmaginale, recenti studi hanno messo in evidenza che le età larvali sono tre e non cinque (Viggiani, 2010); il primo stadio è la forma svernannte. La larva è di forma tondeggiante, di colore ialino, priva di occhi ed è apoda (così come nelle altre età) e ha uno sviluppo molto lento. In inverno le gemme non evidenziano ancora sintomatologie riconducibili all'attacco del cinipide e la pianta cicatrizza i fori di ovodeposizione già durante l'estate. Le età successive si sviluppano contemporaneamente alla formazione e accrescimento della galla, da metà marzo circa fino a metà giugno, a maturità la larva raggiunge i 2,5 mm di lunghezza. Le larve si nutrono per venti trenta giorni prima di raggiungere lo stadio di pupa. Secondo la dimensione della galla, all'interno si possono trovare un numero variabile di cellette, anche fino a dieci (tre quattro in media); in ogni cella si trova una sola larva.

La pupa è normalmente presente dalla fine di maggio alla fine di luglio. Lo stadio di pupa è preceduto dalla pre-pupa caratterizzata dalla comparsa degli abbozzi oculari e dal restringimento della zona mediale del corpo. La pupa è exarata e libera, prima di colore bianco che progressivamente vira verso il nero;

- adulto, gli sfarfallamenti degli adulti (tutti di sesso femminile) avvengono dalla metà di giugno fino alla metà di agosto. Gli adulti, una volta fuoriusciti dalle galle attraverso i fori di sfarfallamento, si dedicano completamente alla fase riproduttiva, ovodeponendo in nuove gemme di castagno. Il periodo di sopravvivenza degli adulti è di pochi giorni e caratterizzato dalla mancanza di trofismo. Il cinipide adulto è lungo circa 3,0 mm, presenta una colorazione nera a carico del torace (si mostra fortemente sculturato) e dell'addome, mentre le zampe sono di colore giallo-brunastro, a eccezione dell'ultimo segmento tarsale che è bruno scuro. Le antenne filiformi sono formate da quattordici antenomeri, di cui i primi tre ocracei, mentre i successivi sono di colore bruno, progressivamente più scuri verso l'apice antennale. Le ali anteriori presentano una venatura ridotta, in cui spiccano le nervature subcostale e radiale.

Il cinipide si può diffondere attivamente attraverso il volo delle femmine, mentre il vento è un fattore di trasporto passivo, anche per diversi chilometri. Altre tipologie di diffusione indotta di *D. kuriphilus* avvengono per opera

antropica, attraverso gli spostamenti con mezzi di trasporto oppure con il commercio di marze e astoni infestati (con ogni probabilità il mezzo con cui il cinipide è stato introdotto in nuovi Paesi).

MISURE E STRATEGIE ADOTTATE PER IL CONTENIMENTO

Il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF) con decreto del 23 febbraio 2006 ha stabilito le “Misure per la lotta obbligatoria contro il cinipide del castagno *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu”.

Oltre alle azioni atte a limitare la diffusione del cinipide si tracciavano le misure di contenimento, preferendo la lotta biologica.

Il successivo decreto del 30 ottobre 2007 “Misure d’emergenza provvisorie per impedire la diffusione del cinipide del castagno, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, nel territorio della Repubblica italiana”, in recepimento della decisione della Commissione europea 2006/464/CE abroga il precedente decreto.

L’adozione di tali misure si è resa necessaria in seguito alla constatazione degli ingenti danni economici che il cinipide ha prodotto in aree castanicole già infestate e per il potenziale pericolo che rappresenta per tutta la produzione e il vivaismo sia in Italia sia in Europa.

Tre le misure previste:

- i Servizi fitosanitari regionali devono condurre il monitoraggio annuale al fine di accertare la presenza dell’insetto, comunicandone gli esiti al Servizio fitosanitario centrale entro il 30 ottobre di ogni anno. Le zone in cui è stata accertata la presenza del cinipide devono essere classificate come zona “focolaio”, in cui l’eradicazione è ritenuta possibile (da portare a termine entro il 15 maggio), zona “insediamento”, quando l’eradicazione non è più possibile e occorre applicare misure di contenimento. Il focolaio è considerato estinto dopo che il Servizio fitosanitario regionale ha accertato l’assenza dell’insetto per tre anni consecutivi;
- la definizione di una zona “tampone” di 15 km di raggio oltre il confine dell’area infestata sia per le zone focolaio che per quelle di insediamento;
- il divieto di introdurre, spostare e detenere esemplari vivi dell’organismo o vegetali da esso infestati. È inoltre vietato lo spostamento di vegetali al di fuori o all’interno della zona in cui è stata accertata la presenza del cinipide;
- l’obbligo di sorveglianza nei vivai per rilevare la presenza dell’insetto e di comunicazione di ogni vendita di piante al Servizio fitosanitario regionale

competente per il territorio di destinazione, comprensiva anche dei dati identificativi degli acquirenti.

Il controllo di *D. kuriphilus* non è di semplice attuazione perché la galla offre un'efficace protezione all'insetto per la maggior parte del suo ciclo (solo l'adulto è fuori dalla galla e la vita media è di pochi giorni); inoltre, deponendo un numero elevato di uova per femmina, l'insediamento è molto rapido in tutte le zone in cui le femmine, naturalmente o trasportate dall'uomo, arrivano.

La lotta meccanica consiste nell'eliminazione delle galle formatesi in primavera, prima che il cinipide sia sfarfallato. I limiti di questa pratica sono dati dalle dimensioni delle piante e dal numero di galle presenti, in relazione al livello d'infestazione raggiunto, che la rende tecnicamente ed economicamente insostenibile.

I trattamenti con insetticidi a lunga persistenza nel periodo di sfarfallamento hanno determinato una mortalità anche rilevante, senza però essere risolutivi, mentre l'impiego d'insetticidi sistemici contro le larve presenti all'interno delle galle è stato inefficace poiché la traslocazione dei principi attivi per via vascolare è ostacolata proprio dalle galle, che nella maggioranza dei casi si trovano proprio a livello delle nervature fogliari. Questi trattamenti, oltre a essere del tutto inaccettabili dal punto di vista dell'impatto ambientale, sono impossibili da attuare su piante di grandi dimensioni e in terreni acclivi. La scarsa efficacia dei trattamenti insetticidi nel contenere le infestazioni di *D. kuriphilus* era già stata evidenziata dalla letteratura ed è stata confermata anche da prove condotte in Piemonte (CABI, 2007; Bosio et al., 2010).

In Giappone e Corea sono stati compiuti numerosi studi per selezionare varietà resistenti al cinipide puntando su ibridi di *C. crenata* x *C. mollissima* o cultivar di *C. mollissima* con formazione tardiva di gemme (in modo che le femmine sfarfallate non abbiano la possibilità di trovare i nuovi germogli in cui ovodeporre). Buoni risultati sono stati ottenuti negli anni 60' ma in seguito, probabilmente a causa della diffusione di ceppi del cinipide in grado di superare le resistenze, il metodo è stato abbandonato a favore della lotta biologica (Shimura, 1972; Murakami, 1981; Kotobuki et al., 1984; Kim et al., 2008).

In seguito dell'introduzione del cinipide in Italia, sin dal 2004 il Dipartimento di Coltive Arboree dell'Università degli Studi di Torino ha attivato nuove ricerche per individuare cultivar resistenti e studiare i meccanismi che stanno alla base di tali resistenze. I risultati, per ora ottenuti, hanno evidenziato il diverso grado di suscettibilità di varie cultivar e come l'ibrido eurogiapponese Buoche de Bètizac sia resistente (fig. 3). Sono stati inoltre selezionati, all'interno

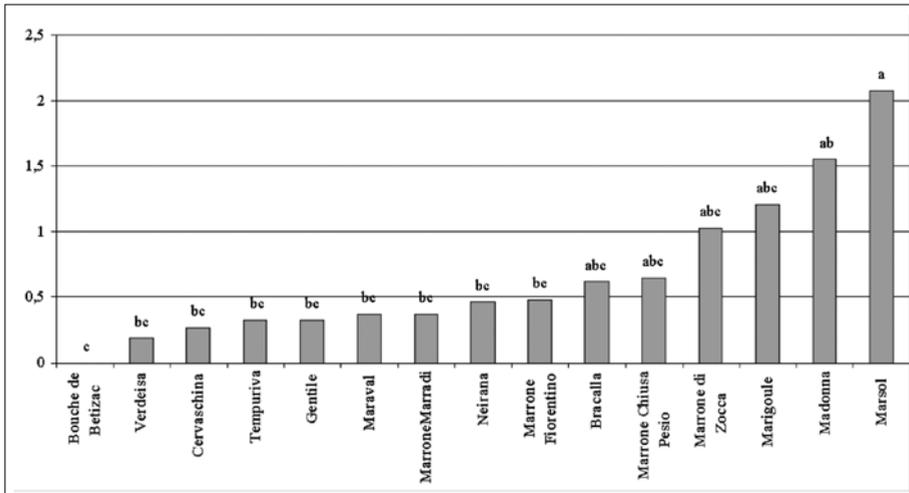


Fig. 3 Livello di sensibilità (n. galle/gemma) osservato nelle cultivar di castagno sottoposte a infestazione controllata con il cinipide (tratto da Sartor et al., 2009)

di un campo, con una collezione rappresentativa della variabilità castanicola europea, situato in un'area molto infestata, alcuni individui che non hanno mai manifestato galle. Se la resistenza sarà confermata, anche in condizioni d'isolamento e d'infestazione controllata del cinipide, queste piante di castagno potranno essere utilizzate per successivi studi genetici al fine d'individuare anche linee utilizzabili nel campo della riforestazione (Sartor et al., 2009).

Il principale limite che può derivare dall'utilizzo di piante resistenti per nuovi impianti consiste nel rischio di non preservare le varietà locali, le quali normalmente sono anche quelle di maggior pregio organolettico e, attualmente, valore commerciale.

LOTTA BIOLOGICA

Il cinipide orientale del castagno è originario della Cina e fu studiato per la prima volta nel 1950 (Yasumatsu, 1951); in precedenza non fu mai preso in considerazione, perché non manifestava eccessiva dannosità, probabilmente a causa della presenza di limitatori naturali autoctoni che ne limitavano le popolazioni. Quando il galligeno ha raggiunto altri Stati senza i suoi limitatori naturali, si è diffuso rapidamente provocando ingenti danni.

Dagli studi effettuati dai ricercatori giapponesi negli anni '70 in Cina, è emerso che i limitatori naturali del cinipide erano rappresentati da otto specie

di parassitoidi calcidoidei (Murakami, 1980), ricerche successive rilevarono la presenza di altre tre specie (Murakami, 1981; Luo e Huang, 1993). Le undici specie appartengono a cinque famiglie di calcidoidei già note come parassitoidi di cinipidi (Eupelmidae, Eurytomidae, Torymidae, Ormyridae, Eulophidae). Tra tutte le specie reperite soltanto *Torymus sinensis* Kamijo ha mostrato attività specifica nei confronti dell'ospite, oltre ad avere il ciclo biologico sincronizzato con quello del cinipide.

L'esperienza dei ricercatori giapponesi che non hanno mai ottenuto *T. sinensis* da galle diverse da quelle di *D. kuriphilus* e i recenti risultati ottenuti dalle prove di parassitizzazione condotte dai ricercatori del DIVAPRA su galle di cinipidi delle querce in condizioni di laboratorio e di semicampo, supportano la tesi della specificità, sebbene ulteriori accertamenti sono in corso.

Per questi motivi *T. sinensis* è considerato l'antagonista principale del cinipide e viene utilizzato in programmi di lotta biologica classica o propagativa (Moriya et al., 2003, Quacchia et al., 2008). Il metodo propagativo consiste nell'introduzione di uno o più agenti biotici con la finalità di ottenere un controllo permanente, ristabilendo una condizione di equilibrio con la popolazione del fitofago dannoso. Generalmente è il metodo più efficace per contrastare insetti esotici accidentalmente introdotti in nuovi ambienti dove, a causa dello squilibrio biologico che creano, sono fonte di notevoli danni. Le specie introdotte sono selezionate per la loro capacità competitiva e prelevate negli areali di origine del fitofago con l'intento di fare in modo che queste possano ambientarsi, riprodursi e diffondersi anche nel nuovo ambiente.

Tale metodologia di lotta ha avuto successo in tutte le aree di nuova introduzione del cinipide, dove è stata adottata (Giappone e Stati Uniti). In Giappone la lotta biologica mediante l'impiego del parassitoide prelevato in Cina fu intrapresa all'inizio degli anni '80 dove il cinipide era stato introdotto circa quaranta anni prima.

Inizialmente la selezione di varietà resistenti o tolleranti al cinipide permise una ripresa della castanicoltura e l'iniziale emergenza rientrò. Dopo alcuni anni però, probabilmente a causa della capacità del cinipide di superare queste forme di resistenza, il Giappone si è ritrovato alle prese con l'emergenza cinipide. A quel punto alcuni ricercatori hanno condotto delle ricerche in Cina, dove hanno rilevato che le popolazioni del cinipide erano in equilibrio naturale. Dall'allevamento di galle cinesi è emersa la preponderante presenza di un parassitoide, il *T. sinensis*, interessante per la sua specificità e capacità limitatrice.

Nel 1982 furono eseguite le prime due introduzioni in pieno campo di

esemplari di *T. sinensis*. Una fu realizzata nel castagneto adiacente al National Institute of Fruit Science di Tsukuba, nella Prefettura di Ibaraki (Giappone centrale), la seconda in un castagneto da frutto nella località di Ohzu, nella Prefettura di Kumamoto (Giappone sud occidentale).

In seguito furono fatti lanci del torimide in altre località, con esemplari ottenuti da allevamenti condotti in Giappone. Oggi, a distanza di quasi trent'anni, le percentuali dei germogli attaccati sono modeste (Moriya et al., 1989; Murakami et al., 2001).

Va rilevato che il raggiungimento dell'equilibrio con il mantenimento delle popolazioni del cinipide sotto la soglia di danno (30% di nuovi germogli infestati) fu raggiunto in tempi diversi (dopo sei anni nella località di Tsukuba e dopo diciotto anni nella Prefettura di Kumamoto).

T. sinensis è univoltino, come il suo ospite. In primavera l'adulto sfarfalla dalle galle secche del precedente anno. Si nutre di sostanze zuccherine e ha una vita media di trenta giorni. La femmina può anche nutrirsi come host feeding. La maggior parte delle femmine ha uova mature nell'ovario subito dopo lo sfarfallamento. La femmina depone (una media di settanta uova) all'interno delle galle neoformate, o sulla superficie del corpo della larva o della cella larvale. Le uova hanno forma ovale, misurano 0,49x0,13 mm e sono di color bianco latte. A venti gradi lo sviluppo embrionale si completa in un giorno (Kim, 1999). In caso di mancato accoppiamento, *T. sinensis* si riproduce per partenogenesi arrenotoca, vale a dire che dalle uova deposte nasceranno solo maschi. La larva ectoparassita si nutre della larva del cinipide e s'impupa durante l'inverno all'interno della cella larvale. La femmina adulta misura 1,9-2,7 mm, il colore dominante è verde metallico con riflessi bronzei. Antenne con scapo giallognolo, più scuro apicalmente, flagello marrone scuro. Zampe con coxa e femori di colore verde metallico. Tibia delle zampe metatoraciche da marrone a verde metallico, tibia delle zampe mesotoraciche e protoraciche giallo-marroni. Il maschio differisce per la lunghezza del corpo (1,7-2,1 mm), antenne con scapo scuro con riflessi metallici, zampe con le tibie molto scure (Kamijo, 1982).

La lotta biologica in Italia

In Italia nel 2003 grazie alla positiva e ben documentata esperienza giapponese e alla collaborazione con i ricercatori del National Agricultural Research Center di Ibaraki, è stato avviato un progetto di lotta biologica, finanziato dalla Regione Piemonte e svolto dal DIVAPRA - Settore Entomologia e Zoologia applicate

all'Ambiente "C. Vidano" dell'Università degli Studi di Torino, che prevede l'introduzione e la diffusione, mediante il metodo propagativo, del parassitoide *T. sinensis* nelle aree castanicole del cuneese infestate dal cinipide.

Attraverso la collaborazione è stato possibile avere a disposizione ogni anno fino al 2008 un certo quantitativo di galle raccolte in Giappone e quindi potenzialmente parassitizzate (non è possibile stabilire a priori se una galla è, parassitizzata o meno) da *T. sinensis*. La prima fase del progetto è stata particolarmente delicata. L'allevamento di questi primi nuclei ha richiesto un'attenta selezione del materiale importato e procedure di quarantena (all'interno delle galle non è presente solo l'insetto utile, ma possono esserci altri artropodi). Inoltre è stato necessario termoregolare le galle per sopperire agli sbalzi termici occorsi durante il viaggio e la differente fenologia del castagno nell'area di origine (sincronizzazione fra il ciclo biologico di *T. sinensis* importato e la fenologia del castagno in Italia). Vista la difficoltà di trovare materiale, stante la situazione di equilibrio, la quantità di galle giunta dal Giappone non era elevata, pertanto le prime ricerche in laboratorio e le introduzioni prima in ambiente confinato e poi in campo sono state condotte con un numero limitato d'individui.

La prima introduzione di galle dal Giappone avvenne nel 2003. Gli esemplari di *T. sinensis* ottenuti da queste galle vennero utilizzati per studi in laboratorio. Nel 2004 la seconda introduzione fornì esemplari di *T. sinensis* che furono utilizzati per studi in laboratorio e per lanci in ambiente confinato (introduzione che ha avuto scarso successo per l'anticipo dello sfarfallamento del parassitoide rispetto al momento di formazione delle galle in primavera).

Dal 2005 grazie al termoregolamento delle galle provenienti dal Giappone fu possibile rilasciare il parassitoide in pieno campo. Furono scelti tre siti molto infestati nella provincia di Cuneo. Da allora fino al 2008 gli esemplari ottenuti dalle galle giapponesi sono stati utilizzati per rilasci in pieno campo in tutto il territorio regionale infestato dal cinipide. Sin dai primi anni di studio, è stato indagato l'insediamento e la crescita della popolazione del parassitoide in alcuni siti di rilascio, a campione.

L'insediamento del parassitoide è stato verificato già l'anno successivo al primo rilascio e, a oggi, la popolazione è ben insediata e cresce rapidamente in tutte le aree in cui sono stati compiuti i rilasci. Il 2008 è stato l'ultimo anno in cui sono state importate galle dal Giappone, a oggi tutti i *T. sinensis* che vengono rilasciati sono ottenuti da galle raccolte in Piemonte.

I primi risultati conseguiti sono stati incoraggianti e sono nate collaborazioni in diverse regioni italiane con il fine di diffondere il parassitoide e proseguire gli studi per ampliare le conoscenze sul ruolo e sul comportamento

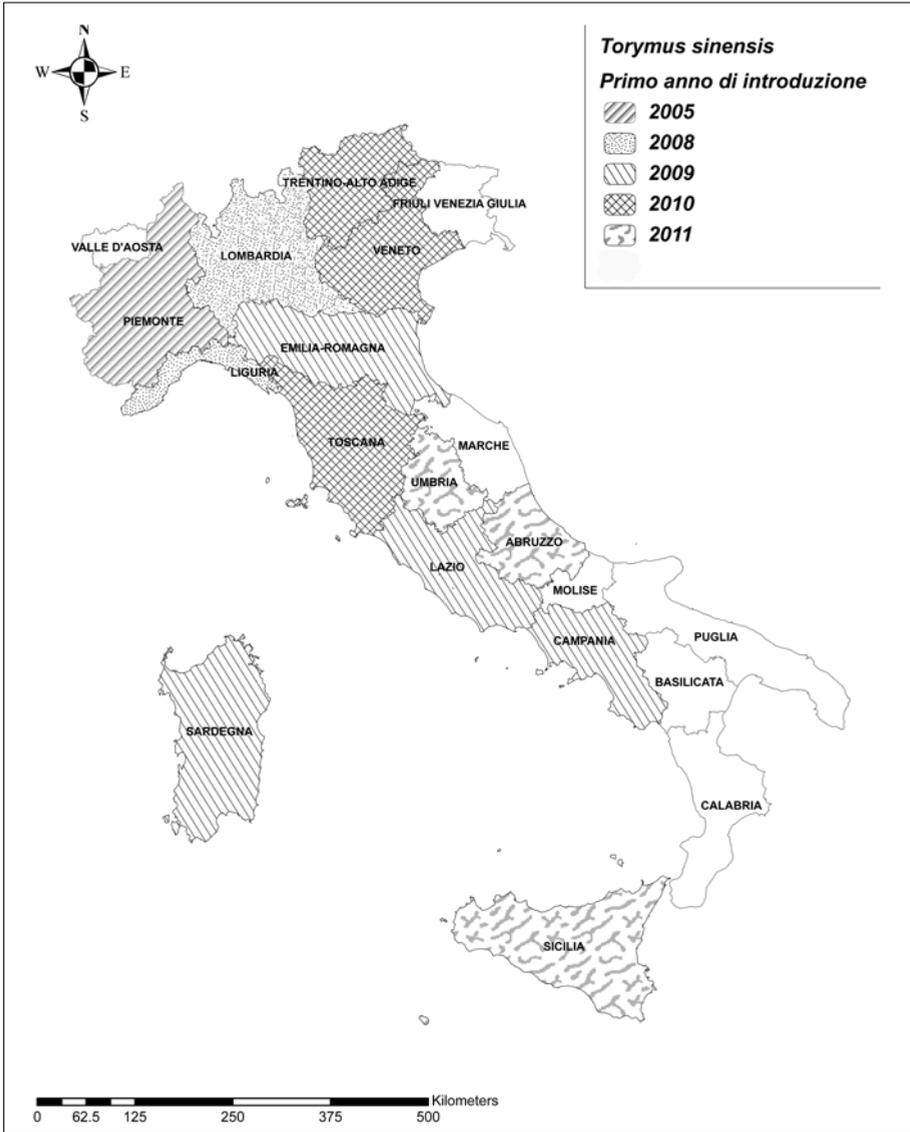


Fig. 4 Regioni italiane che stanno applicando la lotta biologica tramite l'introduzione di *Torymus sinensis*

del limitatore esotico.

Al 2011 sono tredici le Regioni italiane che stanno applicando il programma di lotta biologica con un totale di circa 300 stazioni dove è stato rilasciato il parassitoide (fig. 4).

Oggi, a distanza di sei anni sono apprezzabili i primi risultati in termini di

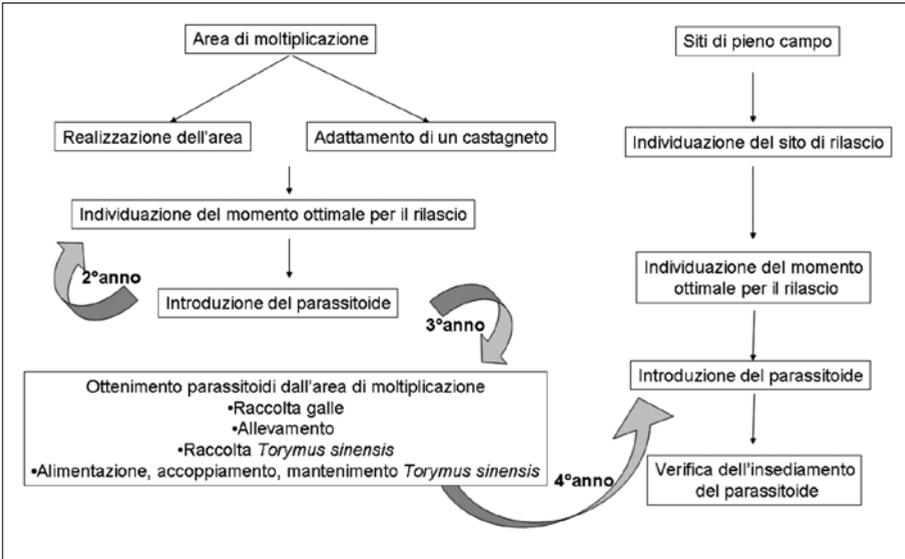


Fig. 5 Schema di attuazione della lotta biologica per il controllo del cinipide del castagno

riduzione dell’infestazione in quelle aree che sono state interessate dalle prime introduzioni nel 2005. Saranno comunque necessari altri anni per avere l’effettivo controllo del cinipide. In tutte le altre Regioni dove *T. sinensis* è stato introdotto, a partire dal 2008 in Liguria e Lombardia, è stato constatato il regolare insediamento e il progressivo aumento delle popolazioni.

I primi positivi risultati ottenuti sulla parassitizzazione del cinipide e l’esperienza maturata, sulle metodologie migliori da adottare, hanno permesso di redigere un dettagliato protocollo d’attuazione della lotta biologica, parte integrante del “Documento di sintesi” del Piano del Settore Castanicolo 2010-2013 del MIPAAF, con lo scopo di fornire tutte le indicazioni utili per la diffusione del parassitoide (Quacchia et al., 2011a). Su richiesta di molte Regioni il MIPAAF ha finanziato un progetto nazionale di lotta biologica (LOBIOCIN) che prevede la realizzazione di aree di moltiplicazione e il rilascio diretto del parassitoide in numerosi siti, sulla base delle linee guida riportate nel protocollo derivante dall’esperienza già condotta in Piemonte (fig. 5).

L’area di moltiplicazione è un sito di pieno campo in cui è introdotto il parassitoide *T. sinensis* con il fine di ottenere, in modo semplice e continuativo negli anni seguenti, individui da rilasciare in altre aree infestate. L’area deve essere realizzata in una zona castanicola, se possibile, a una discreta distanza dai castagneti (promuove la concentrazione del parassitoide nell’area

rallentandone la dispersione naturale). L'elevato numero di galle permette alla popolazione del parassitoide di svilupparsi senza difficoltà. Le piante vanno tenute a un'altezza massima di tre metri. La ridotta dimensione delle piante facilita la raccolta da terra delle galle. Nell'area di moltiplicazione possono essere raccolte le galle presenti su tutte le piante eccetto che su una o due piante (dipende dalla dimensione e dal numero di galle) che fungano da inoculo per l'anno successivo.

Le galle pulite e contate devono essere poste in allevamento dentro scatole di cartone provviste di due lucernai con innesto a vite. I parassitoidi hanno un fototropismo positivo, si dirigono verso la luce, essendo l'interno della scatola buio questi, si raccoglieranno nei lucernai. I parassitoidi devono essere raccolti in provettoni con l'ausilio di un aspiratore entomologico, accoppiati (dieci femmine e cinque maschi per ogni provettone), alimentati con piccole gocce di miele su di un cartoncino e mantenuti in cella climatica a circa 15°C sino al momento del rilascio.

Un sito di pieno campo è un luogo dove il parassitoide è rilasciato e dal quale la popolazione insediata si diffonderà in modo naturale. Il sito va individuato attraverso monitoraggi territoriali, facendo riferimento a personale tecnico competente e che opera sul luogo. Il sito deve rispondere ad alcune caratteristiche: continuità dell'essenza castagno (facilita la diffusione di *T. sinensis*), alta infestazione del cinipide (facilita l'insediamento e la rapida crescita della popolazione), posizione funzionale (un sito in posizione cacuminale favorisce la diffusione su più versanti). Nei primi anni dopo il rilascio, la popolazione di *T. sinensis* si disperderà lentamente mentre, col passare degli anni la diffusione sarà sempre più veloce ed esponenziale.

L'insediamento potrebbe fallire nel caso in cui il sito scelto sia sottoposto a trattamenti chimici. È quindi raccomandata una gestione biologica delle aree castanicole interessate dai rilasci. Inoltre la crescita della popolazione del parassitoide è influenzata da numerose variabili biotiche e abiotiche. In caso di mancato accoppiamento *T. sinensis* si riproduce per partenogenesi arrenotoca, con conseguente sfarfallamento di soli individui maschili. La diminuzione della popolazione femminile porterà a un calo generale della popolazione l'anno successivo. È pertanto essenziale un rapporto corretto fra maschi e femmine, in particolare nei primi anni d'insediamento.

In ogni ambiente si evolvono biocenosi diverse, determinate dalle specie vegetali presenti (in particolare cupulifere) e dalle interazioni fra le comunità a loro infeudate. Se sono presenti biocenosi, in particolare di cinipidi indigeni, caratterizzate dalla presenza d'iperparassitoidi, questi potrebbero com-

riere un passaggio dagli ospiti abituali (parassitoidi di cinipidi indigeni) a *T. sinensis* e influire, quindi, negativamente sulla crescita della sua popolazione.

Alcune ricerche condotte sulla vitalità di *T. sinensis* hanno dimostrato la sua ampia capacità di adattamento in condizioni sfavorevoli. È stata verificata la sua sopravvivenza sia in galle marcescenti sia colpite da cancro corticale e quindi particolarmente indurite. Come ogni organismo vivente è però suscettibile a cali di popolazione in condizioni avverse (non sempre note) soprattutto pericolose durante i primi anni dal rilascio.

Altri parassitoidi limitatori naturali

I cinipidi indigeni, attivi su piante del genere *Quercus*, sono sistematicamente affini all'esotico *D. kuriphilus*. Tanto il cinipide del castagno come quelli delle querce sono controllati con efficacia, nel loro ambiente di origine, da limitatori naturali, in particolare da parassitoidi, imenotteri calcidoidei.

Alcuni di questi sono in grado di adattarsi a *D. kuriphilus*. I parassitoidi transpaleartici, *Eupelmus urozonus* Dalman, *Torymus geranii* (Walker), *Eurytoma brunniventris* Ratzeburg e altri, segnalati come parassitoidi di *D. kuriphilus* in Giappone (Yasumatsu e Kamijo, 1979), sono parassitoidi molto comuni dei cinipidi galligeni delle querce in Europa. Vista anche l'affinità tra gli habitat del genere *Quercus* e del castagno, è molto probabile che alcuni limitatori si adattino al nuovo ospite, fenomeno noto come host-shifting. Tale aspetto della biologia dei parassitoidi, induce a considerare che la loro capacità di sfruttare differenti situazioni vegetali sia direttamente collegata con la capacità d'individuazione e di sfruttamento del cinipide ospite.

Per quanto riguarda il Giappone sono almeno ventiquattro le specie di calcidoidei conosciute che attaccano *D. kuriphilus*. Confrontando i dati giapponesi con quelli cinesi si può constatare che dieci entità sono comuni e che c'è un numero maggiore di specie in Giappone. In realtà si può ipotizzare che anche in Cina vi sia una variabilità maggiore non riscontrabile in letteratura per difetti nelle ricerche sulla biocenosi cinese. Diverse specie comuni nei due Paesi sono note come parassitoidi di cinipidi delle querce (Yasumatsu e Kamijo, 1979; Kamijo, 1981), è possibile che siano state introdotte dalla Cina oppure che siano migrate direttamente da ospiti nativi. L'host-shifting si è verificato per molte specie di parassitoidi autoctoni di cinipidi delle querce in Giappone. Tra questi riveste una particolare importanza *Torymus beneficus* (Yasumatsu e Kamijo) per la sua capacità di creare ibridi fertili con la specie congenere introdotta *T. sinensis* (Moriya et al., 1992). Alcuni ibridi furono

rinvenuti in campo nei primi anni '90 e la certezza di trovarsi di fronte a insetti nati tramite incrocio fu confermata da analisi molecolari di laboratorio, attraverso l'uso di marker specifici (Yara, 2006). In sintesi, si può affermare che in Giappone la biocenosi associata a *D. kuriphilus* si sia evoluta nel corso degli anni attraverso un rapido adattamento delle specie locali e che abbia raggiunto adesso una condizione di stabilità.

La Corea ha subito l'invasione di *D. kuriphilus* nel 1958 e nel corso degli anni il numero di parassitoidi calcidoidei è salito rapidamente a quindici specie. Molte sono le analogie della biocenosi coreana con quella cinese e giapponese poiché tutti i parassitoidi trovati in Corea sono stati rinvenuti anche in Cina, con l'eccezione di quattro specie (*Caenacis peronni* Kamijo, *Mesopolobus yasumatsui* Kamijo, *Ormyrus flavitibialis* Yasumatsu e Kamijo, *Torymus koreanus* Kamijo) che potrebbero quindi rappresentare il risultato di uno spostamento di ospite, da cinipidi endemici coreani a *D. kuriphilus*. Tre di queste quattro specie sono state segnalate anche in territorio giapponese. La minore ricchezza della biocenosi a parassitoidi coreana, può essere spiegata sia dal più recente arrivo del cinipide in Corea, sia da un'errata analisi legata alla modalità di campionamento (Aebi et al., 2006). *T. sinensis* è stato segnalato in tutto il territorio coreano nonostante esso non sia mai stato importato (Murakami et al., 1995); la popolazione coreana sulla base delle differenze relative al periodo di emergenza degli adulti è stata individuata come appartenente a un ceppo diverso da quello cinese. In seguito a ulteriori studi la popolazione coreana di *T. sinensis* fu suddivisa in due distinte popolazioni (KA e G-3). Si suppone che prima dell'arrivo di *D. kuriphilus* le due popolazioni attaccassero differenti gruppi di cinipidi endemici (Murakami et al., 1995).

Dal 1975 gli USA hanno subito i pesanti attacchi del cinipide che hanno causato fortissimi danni all'industria locale del castagno. Nonostante ciò poche sono le pubblicazioni concernenti studi riguardanti i nemici naturali del galligeno. Nel 1977 fu intrapreso un primo progetto di lotta biologica ma non fu seguito e documentato a dovere. Nel 2007 Cooper e Rieske si sono dedicati allo studio della biocenosi di *D. kuriphilus* in Nord America (Kentucky, Virginia e Ohio) e hanno censito sei specie di parassitoidi emergenti dalle galle del cinipide. *T. sinensis* (esotico introdotto) e *Ormyrus labotus* Walker (indigeno) sono le specie la cui densità di popolazione influisce in maniera significativa sulla limitazione dell'invasore esotico; *Sycophila mellea* Walker, *Pnigalio minio* Walker, *Eupelmus* sp. e *Pteromalus* sp. sono stati raccolti in quantità sensibilmente inferiori. Recentemente gli stessi Autori hanno confermato il ruolo sinergico, con il parassitoide introdotto, svolto dalla specie indigena *O. labotus* nel contenimento del cinipide e messo in evidenza la

capacità della stessa di iperparassitizzare *T. sinensis* (Cooper e Rieske, 2011). In Georgia sono state individuate ulteriori due specie di parassitoidi di *D. kuriphilus*: *Torymus tubicola* Osten Sacken e *Torymus advenus* Osten Sacken (EPPO, 2005). Si tratta in tutti i casi a eccezione di *Eupelmus* sp. e di *T. sinensis* di insetti non presenti nelle biocenosi asiatiche del cinipide; anche in questo caso si può ipotizzare che alcune specie si siano adattate col tempo al nuovo ospite (Cooper e Rieske, 2007).

La diffusione di *D. kuriphilus* in Italia è cominciata nel 2002 in Piemonte e dal 2003 sono iniziati gli studi per opera del DIVAPRA e del Settore Fitosanitario Regionale, allo scopo di individuare il pool d'insetti parassitoidi presenti e attivi. Considerando la presenza di numerosi altri cinipidi galligeni, in particolare infeudati alle querce e del loro complesso biocenotico, il movimento di parassitoidi verso *D. kuriphilus* era atteso.

Una trentina di specie appartenenti a sei famiglie (Eurytomidae, Pteromalidae, Torymidae, Eulophidae, Ormyridae ed Eupelmidae) sono state sino a ora identificate.

L'identificazione è avvenuta col tradizionale metodo delle chiavi dicotomiche, inoltre grazie all'ausilio di analisi molecolari è stato possibile individuare alcune specie criptiche. Sebbene il numero di specie coinvolte sia elevato, la percentuale di parassitizzazione (numero parassitoidi/numero celle larvali cinipide) è ancora molto bassa, evidenziando come a distanza di circa dieci anni dall'introduzione del cinipide il ruolo svolto dai parassitoidi indigeni per il contenimento, in Piemonte e in altre regioni del nord, sia quasi nullo nei confronti dell'attuale livello di parassitizzazione raggiunto da *T. sinensis*. In Piemonte le due specie più abbondanti sono *Megastigmus dorsalis* (F.) ed *E. urozonus*. Il primo è un parassitoide primario di cinipidi delle querce, ottenuto anche da allevamenti di *Andricus kollari* Hartig, *Biorhiza pallida* (Olivier) e *Cynips quercusfolii* L., molto comuni su rovere, roverella, e farnia. Il secondo è invece un iperparassitoide facoltativo, molto polifago e ottenuto da galle di *A. kollari*, *Andricus lucidus* (Hartig), *B. pallida* e *Neuroterus quercusbaccarum* (L.) (Quacchia et al., 2011b).

CONSIDERAZIONI

Se in passato l'introduzione accidentale d'insetti esotici era considerata un evento sporadico, in seguito, a causa dell'intensificarsi dei traffici veicolari, del sempre maggiore impiego del mezzo aereo e dei cambiamenti climatici, ha assunto dimensioni sempre più preoccupanti. È noto come il commercio

di materiale di propagazione e ancor più quello di piante ornamentali possa costituire un importante mezzo di diffusione di organismi associati alle piante, che possono essere trasportati da un Paese all'altro, anche al di fuori del loro areale originario.

Tra gli insetti più pericolosi introdotti in Europa nei primi anni del terzo millennio, abbiamo *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, specie galligena di origine cinese. L'imenottero è considerato l'insetto più nocivo per il castagno a livello mondiale, per la capacità di portare a un rapido deperimento le piante attaccate. Tale deperimento è conseguenza del mancato o ridotto sviluppo dei germogli derivanti da gemme che in primavera, a causa della presenza delle larve del cinipide nei tessuti meristemati, si trasformano in galle. Dopo la prima segnalazione in Piemonte nel 2002, l'insetto si è velocemente diffuso in tutta Italia. Ora ha interessato anche altri Stati europei quali Croazia, Francia (Corsica compresa), Slovenia e Svizzera, dove l'insetto è ormai insediato, e Paesi quali Ungheria e Paesi Bassi, dove si hanno segnalazioni di focolai sottoposti a tentativi di eradicazione.

Diversi tentativi di controllo sono stati sperimentati sia attraverso l'impiego di varietà resistenti sia mediante prodotti chimici, ma i risultati, fino a ora, sono stati scarsi.

Da recenti ricerche condotte in Italia, casi di resistenza sono stati trovati sia tra gli ibridi euro-giapponesi (Bouche de Bétizac), sia nell'ambito del germoplasma di *C. sativa*. Se la resistenza sarà confermata con successive prove d'infestazione controllata, questo materiale potrà essere impiegato a livello forestale e nel miglioramento genetico.

La lotta chimica è fortemente limitata dall'assenza di principi attivi efficaci, dallo sviluppo endofitico degli stadi preimmaginali del cinipide, dal ruolo di serbatoio d'infestazione svolto dai castagneti cedui, spesso presenti in prossimità di quelli da frutto, e dai problemi legati all'esecuzione dei trattamenti su piante di elevate dimensioni e/o ubicate in terreni acclivi, fattori che aumentano fortemente il rischio di un impatto ambientale negativo e devastante.

La risorsa rappresentata dai parassitoidi indigeni, in particolare di cinipidi delle querce, che si stanno adattando al nuovo ospite è importante ma per ora non è ancora in grado di svolgere un reale e significativo ruolo nel contenimento delle popolazioni del cinipide che stanno danneggiando i castagneti in Italia e in diversi altri Stati in Europa.

Attualmente, l'unica strada percorribile è rappresentata dalla lotta biologica con il parassitoide *Torymus sinensis* Kamijo di origine cinese, già applicata con successo in Giappone e Stati Uniti. In Giappone il limitatore naturale,

opportunamente introdotto, si è adattato e diffuso nel territorio riducendo in dieci anni la popolazione del cinipide e ora, a distanza di quasi trent'anni, le percentuali delle gemme attaccate sono modeste e non costituiscono più un problema.

Grazie alla positiva e ben documentata esperienza giapponese, anche in Italia dal 2003 è stato avviato un progetto di lotta biologica, che prevedeva l'introduzione e la diffusione, mediante il metodo propagativo, del parassitoide *T. sinensis*. I risultati ottenuti e l'esperienza maturata in questi anni hanno permesso di realizzare un dettagliato protocollo d'attuazione sulla lotta biologica, che è stato inserito nel "Documento di sintesi" del Piano del Settore Castanicolo 2010-2013 del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF), con lo scopo di fornire le indicazioni utili per l'ottenimento e la diffusione del limitatore naturale, al fine di favorire e ottenere nel più breve tempo possibile, compatibilmente con la bio-etologia di *T. sinensis*, il ristabilimento dell'equilibrio biologico alterato dall'accidentale introduzione di *D. kuriphilus*. Il protocollo sarà integralmente utilizzato per la realizzazione di aree di moltiplicazione e di punti lancio nell'ambito del progetto nazionale di lotta biologica (LOBIOCIN) per il contenimento del cinipide finanziato dal MIPAAF e che vedrà la sua completa attuazione nella primavera del 2012.

Il protocollo proposto considera tutte le fasi dalla scelta iniziale del sito all'insediamento di *T. sinensis*, senza tralasciare gli eventuali rischi derivanti dall'introduzione di una specie esotica. Infatti, eventuali rischi sono da ricercarsi nell'alterazione degli equilibri delle biocenosi indigene che caratterizzano il variegato e complesso mondo dei cinipidi galligeni e nel pericolo d'ibridizzazione con specie indigene affini. I risultati preliminari finora ottenuti non hanno mai evidenziato fenomeni d'ibridizzazione o attività su organismi non bersaglio; rimane comunque importante proseguire gli studi ampliando il campo di ricerca e seguendo gli sviluppi delle biocenosi potenzialmente interessate.

RIASSUNTO

Dryocosmus kuriphilus è stato segnalato per la prima volta in Europa in Piemonte, in Provincia di Cuneo nei primi anni del terzo millennio. Molto velocemente *D. kuriphilus* si è insediato e si è diffuso in tutte le Regioni italiane, varcando anche i confini nazionali e raggiungendo Francia, Slovenia, Svizzera e Croazia. Attualmente i metodi per contenere le infestazioni e ridurre i danni sono limitati e si basano fundamentalmente sulla selezione varietale e sulla lotta biologica. La lotta biologica, unica strategia per ora applicabile, si attua mediante l'azione del parassitoide specifico *Torymus sinensis*, una specie di origine asiatica già introdotta in Italia e che ha già dato ottimi risultati nel controllo del cinipide

in Giappone e Stati Uniti. In Italia a distanza di sei anni dai primi rilasci in pieno campo i primi risultati in termini di riduzione dell'infestazione sono apprezzabili. Saranno comunque necessari altri anni per avere l'effettivo controllo delle popolazioni del cinipide.

ABSTRACT

The oriental chestnut gall wasp. Dryocosmus kuriphilus has been reported for the first time in Europe in Piedmont, in the Province of Cuneo in the early years of the third millennium. Very quickly, *D. kuriphilus* has established itself and has spread in all Italian regions, even crossing borders and reaching France, Slovenia, Switzerland and Croatia. Currently, the methods to contain the infestation and reduce the damages are limited and based mainly on varietal selection and biological control. Biological control, the only strategy now applicable, is realized through the action of the specific parasitoid *Torymus sinensis*, a species of Asian origin already introduced into Italy, that has given excellent results in the control of gall wasp in Japan and USA. In Italy, six years after the first releases in the field, the first results in terms of reduction of the infestation are appreciable. More years will be however necessary to reach an effective control of the populations of the gall wasp.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ABE Y., MELIKA G., STONE G.N. (2007): *The diversity and phylogeography of cynipid gallwasps (Hymenoptera, Cynipidae) of the Eastern Palaearctic and their associated communities*, «Orient Insects», 41, pp. 196-212.
- AEBI A., SCHONROGGE K., MELIKA G., ALMA A., BOSIO G., QUACCHIA A., PICCIAU L., ABE Y., MORIYA S., YARA K., SELJAK G., STONE G.N. (2006): *Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp Dryocosmus kuriphilus*, «Ecology and evolution of galling arthropods and their associates », (eds. Ozaki, K.; Yukwa, J.; Ohgushi, T.; Price, P.W.) Springer-Verlag, Tokyo, pp. 103-121.
- BOSIO G., GERBAUDO C., PIAZZA E. (2010): *Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu: an outline seven years after the first report in Piedmont (Italy)*, Proceedings of the Japan-Italy joint international symposium "A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow", Tsukuba, Japan, November, 24-25, 2009, pp. 3-13.
- BOSIO G., PICCIAU L. (2006): *Schede di fitopatologia—Il Cinipide galligeno del castagno Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*, «Quaderni della Regione Piemonte—Agricoltura», Supplemento n° 51, Regione Piemonte.
- BRUSSINO G., BOSIO G., BAUDINO M., GIORDANO R., RAMELLO F., MELIKA G. (2002): *Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo*, «L'Informatore Agrario», 37, pp. 59-61.
- CABI (2007): *Crop Protection Compendium*, Wallingford, UK, CAB International.
- CONEDERA M., KREBS P., TINNER W., PRADELLA M., TORRIANI D. (2004): *The cultivation of Castanea sativa (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale*, «Veg. Hist. Archaeobot.», 13, pp. 161-179.
- COOPER W.R., RIESKE L. R. (2007): *Community associates of an exotic gallmarker, Dryocosmus kuriphilus (Hymenoptera: Cynipidae), in eastern north America*, «Ann. Entomol. Soc. Am.», 100 (2), pp. 236-244.

- COOPER W.R., RIESKE L. R. (2011): *A native and an introduced parasitoid utilize an exotic gall-maker host*, «BioControl», 56, pp. 725-734.
- EPP0 (2005): *Data sheets on quarantine pests-Dryocosmus kuriphilus*, «EPP0 Bull.», 35 (3), pp. 422-424.
- EPP0 REPORTING SERVICE (2010): NO. 8 PARIS, (2010-08-01) <http://archives.eppo.org/epporeporting/2010/rse-1008.pdf>
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ J., ALÍA R. (2003): EUFORGEN *Technical Guidelines for genetic conservation and use for chestnut* (*Castanea sativa*), «International Plant Genetic Resources Institute», Rome, Italy.
- KAMIJO K. (1981): *Pteromalid wasps (Hymenoptera) reared from cynipid galls on oak and chestnut in Japan, with descriptions of four new species*. Kontyu, Tokyo, 49 (2), pp. 272-282.
- KAMIJO K. (1982): *Two new species of Torymus (Hymenoptera, Torymidae) reared from Dryocosmus kuriphilus (Hymenoptera, Cynipidae) in China and Korea*, Kontyu, Tokyo, 50 (4), pp. 505-510.
- KIM J. K. (1999): *Biological studies on Torymus sinensis Kamijo (Hymenoptera, Torymidae), a parasitoid of chestnut gall wasp Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae)*, «Korean J. Appl. Entomol.», 38 (2), pp. 85-91.
- KIM M.J., LEE U., BYUN K.O., LEE M. (2008): *A new late-ripening large-nut indigenous Korean chestnut cultivar*, «Mipung Hort Science», 43, pp. 1918-1919.
- KOTOBUKI K., MACHIDA Y., SATO Y., KAJIURA I., KOZONO T. (1984): *Genetics of the resistance to Dryocosmus kuriphilus, harvest date, mean nut weight and the characteristics of selected clones of chestnut: results of the fourth chestnut breeding programme*, «Bulletin of the Fruit Tree Research Station», Japan, A (Yatabe), 11, pp. 43-53.
- LUO Y.Q., HUANG J.F. (1993): *A preliminary morphological study on immature stage of natural enemies of Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*, «Scientia Silvae Sinicae (Linze Kexue)», 29, pp. 33-39.
- MORIYA S., INOUE K., Ô TAKE A., SHIGA M., MABUCHI M. (1989): *Decline of the chestnut gall wasp population, Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) after the establishment of Torymus sinensis Kamijo (Hymenoptera: Torymidae)*, «Appl Entomol Zool», 24, pp. 231-233.
- MORIYA S., INOUE K., SHIGA M., MABUCHI M. (1992): *Interspecific relationship between an introduced parasitoid, Torymus sinensis Kamijo, as a biological control agent of the chestnut gall wasp, Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu, and an edemic parasitoid, T. beneficus Yasumatsu et Kamijo*, «Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica», 27 (1-4), pp. 479-483.
- MORIYA S., SHIGA M., ADACHI I. (2003): *Classical biological control of the chestnut gall wasp in Japan*. In: *Proceedings of the 1st international symposium on biological control of arthropods*. Van Driesche RG (ed.) USDA Forest Service, Washington, pp. 407-415.
- MURAKAMI Y. (1981): *The parasitoids of Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Japan and the introduction of a promising natural enemy from China (Hymenoptera: Chalcidoidea)*, «Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University», 25, pp. 167-174.
- MURAKAMI Y., AO H.B., CHANG C.H. (1980): *Natural enemies of the chestnut gall wasp in Hopei Province, China (Hymenoptera: Chalcidoidea)*, «Applied Entomology and Zoology», 15, pp. 184-186.
- MURAKAMI Y., OHKUBO N., MORIYA S., GYOUTOKU Y., HYO KIM C., KUK KIM J. (1995): *Parasitoids of Dryocosmus kuriphilus (Hymenoptera: Cynipidae) in South Korea with particular reference to ecologically different types of Torymus (Syntomaspis) sinensis (Hymenoptera: Torymidae)*, «Appl. Ent. Zool.», 30 (2), pp. 277-284.

- MURAKAMI Y., TODA S., GYOUTOKU Y. (2001): *Colonization of imported Tormus (Syn-tomaspis) sinensis Kamijo (Hymenoptera: Tormidae) parasitic on the chestnut gall wasp (Hymenoptera: Cynipidae). Success in the eighteenth year after release in Kumamoto*, «Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu.», 47, pp. 132-134.
- QUACCHIA A., FERRACINI C., ALMA A. (2011a): *Origine, diffusione e misure adottate per il contenimento in Europa del cinipide del castagno*, «Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia» (in stampa).
- QUACCHIA A., FERRACINI C., PIAZZA E., CUTTINI D., SALADINI M. A., ALMA A. (2011b): *Biocenosi indigena di Dryocosmus kuriphilus in Piemonte*, «Atti del XXIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia», Genova, 13-16 giugno 2011, p. 356.
- QUACCHIA A., MORIYA S., BOSIO G., SCAPIN I., ALMA A. (2008): *Rearing, release and settlement prospect in Italy of Tormus sinensis, the biological control agent of the chestnut gall wasp Dryocosmus kuriphilus*, «BioControl», 53, pp. 829-839.
- RIESKE L.K. (2007): *Success of an exotic gallmaker, Dryocosmus kuriphilus, on chestnut in the USA: a historical account*, «EPP0 Bull.», 37(1), pp. 172-174.
- SARTOR C., BOTTA R., MELLANO M. G., BECCARO G. L., BOUNOUS G., TORELLO MARI-
NONI D., QUACCHIA A., ALMA A. (2009): *Evaluation of susceptibility to Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Castanea sativa Miller and in hybrid cultivars*, «Acta Horticulturæ», 815, pp. 289-297.
- SHIMURA I. (1972): *Studies on the breeding of chestnut, Castanea spp. II. Parasitic variation in the chestnut gall wasp, Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*, «Bulletin of the Horticultural Research Station», A11, pp. 1-13.
- STONE G.N., SCHÖNRÖGGE K., ATKINSON R.J., BELLIDO D., PUJADE-VILLAR J. (2002): *The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae)*, «Annual Review of Entomology», 47, pp. 633-668.
- VIGGIANI G., NUGNES F. (2010): *Description of the larval stages of Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), with notes on their phenology*, «J. Entomol. Acarol. Res.», SerII, 42(1), pp. 39-45.
- YARA K. (2006): *Identification of Tormus sinensis and T. beneficus (Hymenoptera: Tormidae), introduced and indigenous parasitoids of the chestnut gall wasp Dryocosmus kuriphilus (Hymenoptera: Cynipidae), using the ribosomal ITS2 region*, «Biological Control», 36, pp. 15-21.
- YASUMATSU K. (1951): *A new Dryocosmus injurious to chestnut trees in Japan*, «Mushi», 22, pp. 89-92.
- YASUMATSU K., KAMIJO K. (1979): *Chalchidoid parasites of Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu (Cynipidae) in Japan, with descriptions of five new species (Hymenoptera)*, «Esakia», 14, pp. 93-111.