

**TRADIZIONE E INNOVAZIONE NEL CONTROLLO DEL *PHILAENUS SPUMARIUS* LINNAEUS, 1758 (HEMIPTERA APHROPHORIDAE)**

F. ACQUASANTA<sup>1</sup>, L. BACCI<sup>2</sup>, N. BASER<sup>3</sup>, P. M. CARMIGNANO<sup>1</sup>, V. CAVALIERI<sup>4</sup>, M. CIOFFI<sup>1</sup>, S. CONVERTINI<sup>1</sup>, A. D'ACCOLTI<sup>3</sup>, E. DAL MASO<sup>5</sup>, F. DIANA<sup>3</sup>, L. DIANA<sup>6</sup>, M. DI CAROLO<sup>7</sup>, C. DONGIOVANNI<sup>7</sup>, D. FACCHINETTI<sup>8</sup>, F. FEDELE<sup>1</sup>, G. FUMAROLA<sup>7</sup>, R. P. GAMMINO<sup>3</sup>, F. GARGANESE<sup>3</sup>, G. LAMAJ<sup>3</sup>, G. MAFFIOLI<sup>9</sup>, I. MEZEI<sup>10</sup>, L. MONTECCHIO<sup>5</sup>, U. PICCIOTTI<sup>3</sup>, F. PORCELLI<sup>6</sup>, V. RUSSO<sup>3</sup>, M. SALERNO<sup>3</sup>, A. SCHIAVARELLI<sup>3</sup>, V. SEFA<sup>6</sup>, E. TESCARI<sup>2</sup>, V. VERRASTRO<sup>3\*</sup>

1 ReAgri srl; 2 Dow AgroSciences Italia; 3 CIHEAM Bari, Valenzano (BA), Italia; 4 Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, IPSP, CNR, Bari, Italia; 5 PAN srl, spin-off dell'Università degli Studi di Padova, Padova PAN srl, spin-off dell'Università; 6 Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia; 7 Centro di Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura "Basile Caramia", CRSFA, Locorotondo (BA), Italia; 8 Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia; 9 AlphaBioAlphaBio Pesticides, Regno Unito; 10 Dow AgroSciences, Ungheria

francesco.porcelli@uniba.it

**RIASSUNTO**

Il *Philaenus spumarius* L., 1758 è stato raramente considerato un fitofago dannoso fino alla dimostrazione della sua attitudine a trasmettere il batterio fitopatogeno *Xylella fastidiosa* (Wells, Raju et al. 1986) subsp. *pauca* ceppo CoDiRO. Questo rende necessario il controllo razionale delle popolazioni di questo xilemomizo, nuovo fitofago chiave dell'olivicoltura, scegliendo e misurando l'efficacia dei mezzi, le azioni e i tempi del controllo, i costi e l'impatto dei fattori di mortalità. Stiamo anche sperimentando lo studio di tecniche, sia distruttive sia conservative, per valutare la dimensione della popolazione bersaglio e per il controllo. L'AquaSamPling (ASP), campiona gli stadi giovanili traendo spunto dalla loro biologia e comportamento. Verifichiamo e quantifichiamo l'efficacia dei mezzi fisici di controllo contro gli stadi giovanili, per lavorazioni superficiali, per trinciature delle erbe spontanee o per la distribuzione di vapore bollente. Il mezzo chimico è importante per il controllo dei vettori adulti, con insetticidi distribuiti per nebulizzazione o iniezione di s.a. di sintesi con diversi MoA (IRAC: 1B, 3A, 4A, 4C, 9B, 16 e 23) e MoE (contatto e ingestione, o ingestione o contatto), ma anche con formulati basati su sali potassici degli acidi carbossilici C14–C20, acido pelargonico, olio essenziale di arancio dolce e minerali argillosi. Questi formulati sono convenzionali, adiuvati con appositi coformulanti o preparati per iniezione. Per iniettare questi prodotti nei tronchi di olivo sono stati impiegati anche dispositivi innovativi come il BITE (Blade for Infusion in TrEes), ritenendo questa tecnologia di distribuzione efficace e meno impattante. Ulteriori studi riguardano componenti di controllo biologico da inserire in strategie IPM o da utilizzare in biologico. L'allevamento massale di *Zelus renardii* Kolenati, 1856 (Hemiptera), è oggetto di studio per l'inclinazione del Reduviidae a predare adulti di *P. spumarius*. Ogni fattore di mortalità in esame dovrà essere valutato all'interno di strategie di controllo, misurandone l'efficacia nei confronti della specie target e l'impatto nel senso più generale del termine.

**Parole chiave:** Organismi Alieni, Invasivi o da Quarantena, *Olea europaea*, Sputacchina, Controllo integrato, Controllo biologico.

## SUMMARY

### TRADITION AND INNOVATION IN MEADOW SPITTLEBUG CONTROL

*Philaenus spumarius* L., 1758 has rarely been considered a pest until the evidence of its attitude to transmit the phytopathogenic bacterium *Xylella fastidiosa* (Wells, Raju et al. 1986) ssp. *pauca* OQDS strain, responsible for the Olive Quick Decline Syndrome. This attitude requires the rational control of this new key-pest of olive by choosing means, control actions by efficacy, application timing, measuring mortality factors efficacy, impact and side effects. Exploiting for rational in *Philaenus spumarius* control, we are also targeting population size assessment by AquaSamPling (ASP) that purposely inspired juveniles' lifestyle washes herbs and filter floating insects. Integration among control means is currently studied by effectiveness measure and quantification as mortality of juvenile due to weeds shredding, hot steam distribution or chemical control also based on carboxylic acids (C14-C20) potassium salts, pelargonic acid, sweet orange essential oil or others. Insecticides based on several synthetic active substances, with different MoA (IRAC: 1B, 3A, 4A, 4C, 9B, 16 and 23) and MoE (contact and ingestion, contact or ingestion), were distributed by spraying or injection. Formulates are conventional, adjuvant joined, or prepare for tree injection. Olive trunks were injected by innovative device as BITE (Blade for Infusion in TrEes) that injects formulates sustainably. Concerning IPM biological control components we focus on *Zelus renardii* Kolenati, 1856 (Hemiptera Reduviidae) mass rearing, the assassin bug has a good *P. spumarius* adult preying attitude that makes it an interesting candidate in inundative biological control programs. Each mortality factor under consideration must be evaluated within control strategies, measuring its effectiveness against the target species and the impact in the broadest sense of the term.

**Keywords:** Alien, Invasive Quarantine, *Olea europaea*, Spittlebug, xylem feeders, Biological control.

## INTRODUZIONE

Le sputacchine (Hemiptera Aphrophoridae), la loro biologia ed il loro controllo, stanno riscuotendo interesse sempre crescente da quando le evidenze hanno dimostrato che il *P. spumarius*, una delle specie più rappresentative della famiglia, è il principale vettore di *X. fastidiosa* ssp. *pauca* responsabile dell'epidemia del disseccamento rapido dell'olivo in Puglia (Saponari et al., 2014). In questo contesto, *P. spumarius* riveste un ruolo epidemiologico cruciale perché molto abbondante, sia sulla vegetazione spontanea che sull'olivo (Cornara et al., 2016).

Una strategia efficace di gestione integrata, mirata a ridurre la popolazione di *P. spumarius* durante gli stadi pre-immaginali, è essenziale per minimizzare il numero di adulti e controllare l'invasione del patogeno. La gestione complessiva del vettore è essenziale per il controllo della diffusione della *Xylella*, tanto da aver indotto la Commissione Europea a imporre interventi obbligatori. Questi interventi sono la misura strategica per contenere la diffusione della batteriosi. L'azione di controllo, efficace, deve anche considerare l'impatto sugli organismi non target, proponendo una strategia di controllo integrato che preveda la sinergia di diversi mezzi di controllo, per esempio meccanici/fisici, agronomici, chimici, biologici, biotecnici etc. etc. Questo contributo suggerisce tecniche e mezzi tradizionali e innovativi per il campionamento della popolazione di *P. spumarius* e per il relativo controllo.

## TECNICHE DI CAMPIONAMENTO

Dati veritieri di campionamento, soprattutto quantitativi, sono essenziali per progettare strategie di controllo e rallentare l'avanzata della batteriosi soprattutto nelle aree non ancora invase. Il dato principale consiste nel numero di individui per unità di superficie. Anche la

conoscenza approfondita dell'ecologia e della fenologia della specie vettore è molto utile per individuare i punti critici (punti deboli) della specie bersaglio sui quali centrare le azioni di controllo, organizzate in sequenza all'interno di una strategia integrata. Conoscendo le attitudini biologiche, etologiche, ecologiche e la dimensione della popolazione dei vettori (Irwin e Ruesink, 1986), sarà possibile individuare una o più strategie di controllo, basate sulla soglia economica e di intervento, per modulare l'intensità delle azioni di controllo e stimarne l'efficacia.

Il *P. spumarius* sverna allo stadio di uovo. Le uova vengono deposte per lo più al colletto o sui culmi di graminacee, riparate fra internodo e guaina della foglia. Stoppie e residui vegetali sono siti di ovideposizione preferiti (Weaver e King, 1954; Whittaker, 1973; Saponari et al., 2014; EFSA, 2016). Negli ambienti pugliesi lo sviluppo post embrionale comincia a febbraio e termina agli inizi di maggio. Neanidi e ninfe si alimentano su piante erbacee sia spontanee che coltivate al riparo di una massa muco-schiumosa da loro stesse prodotta. Da fine aprile a novembre gli adulti si spostano in massa alla ricerca di cibo fra diverse piante ospiti erbacee o legnose, purché in vegetazione.

Per campionare gli stadi giovanili e adulti sono state impiegate osservazioni dirette, trappole cromotattiche adesive gialle, retini da sfalcio e aspiratori a bocca, adoperati sul manto erboso o sulla chioma degli ulivi. La stima in campo della popolazione delle neanidi e ninfe è stata condotta utilizzando il transetto (unità di campionamento - 0,25 m x 1 m), ponendolo casualmente sul manto erboso. In alternativa, neanidi e ninfe, sono state raccolte con le piante ospiti e contate in laboratorio allo stereomicroscopio (Miranda et al., 2017; Papachristos et al., 2017; Froza et al., 2017; Bodino et al., 2017; D'Accolti et al., 2017a).

Le tecniche di campionamento tradizionali sono dispendiose in termini di tempo e impegno, mentre una metodica innovativa, l'AquaSamPling (ASP), permette di contare gli individui e quindi di misurare la popolazione durante la vita preimmaginale, invece che stimarla. L'ASP lava tre volte le piante del transetto in soluzione salina (9 g/litro H<sub>2</sub>O deionizzata), dissolve gli "sputi" e lascia tutti gli insetti immersi nella soluzione. Il filtro di tessuto-non-tessuto trattiene gli insetti vivi e pronti per essere conservati in EtOH 75%, contati e identificati.

Questa tecnica riduce i tempi lavorativi ed è più efficace del 20-50% in termini di accuratezza rispetto a quelle convenzionali (D'Accolti et al., 2017a).

Ai fini del controllo, il valore ricercato sarebbe il numero massimo degli individui presenti in un'area, per cui andrebbero campionate solo le zone dove è presente la maggior quantità di piante erbacee e dove la probabilità di trovare il numero massimo di insetti è più alta.

Per il campionamento degli adulti è stato utilizzato l'innovativo retino da sfalcio foderato con sacchetti di plastica; questi vengono facilmente chiusi e rimossi dopo lo sfalcio, per essere poi portati in laboratorio e ispezionati.

Altri aspetti da indagare sono la misura e il comportamento relativi ai movimenti che questi insetti compiono, fattori che fanno variare la dimensione della popolazione nel tempo. Primi dati sul movimento di questi insetti indicano che sono in grado di spostarsi di oltre 100 metri alla settimana (Plazio et al., 2017).

## MEZZI FISICI

Il campionamento degli stadi giovanili è fondamentale per programmare l'azione di controllo in corrispondenza del massimo numero di ninfe di quarta-quinta età. Il controllo degli stadi giovanili è essenziale per ridurre le popolazioni del vettore prima che questo raggiunga lo stadio adulto, capace di acquisire e trasmettere *X. fastidiosa*. A tale scopo, è stata già proposta una lavorazione superficiale del terreno molto simile a quella tradizionalmente eseguita contro le erbe spontanee (Dongiovanni et al., 2017); questa lavorazione, se opportunamente cadenzata ed

eseguita, causa una mortalità per schiacciamento del 85-90% degli stadi preimmaginali (Dongiovanni et al., 2017b).

Nel 2017 sono state valutate macchine, come la MM STEAM 100-12V (D'Accolti et al., 2017b), in grado di somministrare vapore (60-90°C) direttamente sulla vegetazione spontanea che ospita il vettore. L'efficacia di queste macchine per il diserbo, la corretta temporizzazione e l'ingegnerizzazione della distribuzione di acqua/vapore al momento della lavorazione superficiale, consentirebbero di eseguire un'unica azione di controllo diserbante e insetticida a bassissimi costi energetici, impatto economico e ambientale. Inoltre, sono in corso alcune sperimentazioni volte a verificare l'efficacia di insetticidi di origine vegetale basati su sali potassici di acidi carbossilici (C14 – C20) (Flipper®) e altri, in combinazione col vapore bollente.

La gestione del suolo, con lavorazioni superficiali, esplica una duplice attività: la riduzione della popolazione giovanile del vettore nel periodo primaverile, ma anche il mantenimento del terreno libero da erbe infestanti, aggiungendo all'effetto insetticida anche quello erbicida. Le operazioni meccaniche sono più vantaggiose in quanto consentono di essere ripetute nel tempo nel caso in cui l'efficacia non sia stata ottimale, permettendo di accumulare l'effetto dei fattori di mortalità naturali (biotici e abiotici) sugli organismi bersaglio, in modo da intervenire artificialmente sulla popolazione residua (Regione Puglia, 2016). L'incoraggiante prospettiva mostrata dall'utilizzo del vapore caldo è espressa dalla sua capacità di uccidere tutti gli insetti in un giorno. Inoltre, il vapore esprime una duplice azione: sia quella insetticida che quella erbicida, tanto che tutte le piante trattate sono disseccate dopo tre giorni. Quest'ultima considerazione rende meritevole di attenzione l'utilizzo di questo mezzo di controllo.

### MEZZI CHIMICI

Interventi insetticidi sono richiesti per il contenimento degli adulti del vettore, quando questi si spostano dal cotico erboso sulla chioma dell'olivo. In Puglia questo periodo, compreso tra fine aprile e inizio maggio, coincide con la pre-fioritura o fioritura dell'olivo e l'emissione dei nuovi apici vegetativi molto appetiti dallo xilemomizo.

A causa del numero elevato di specie vegetali che *Xylella* infetta, sono già in corso ricerche su fenologia, ecologia e preferenze nutrizionali (Bodino et al., 2017; Dongiovanni et al., 2017c) da estendere eventualmente ad altre colture.

Al momento dell'invasione di *Xylella*, non vi erano in Italia formulati registrati per il controllo di *P. spumarius*. Una registrazione temporanea di 120 giorni è stata concessa ad un formulato a base di olio essenziale di arancio dolce nel biennio 2015-16, a cui nel 2016 si è aggiunto un formulato a base di acetamiprid. La valutazione dell'efficacia di altre sostanze attive per il controllo della sputacchina si rende pertanto fortemente necessaria (Dongiovanni et al., 2016).

A tal proposito a partire dal 2015 sono state impostate diverse prove di campo per valutare l'efficacia di diversi insetticidi, sostanze naturali o inerti (olio essenziale di arancio dolce, caolino, zeolite) e prodotti sintetici (deltametrina, buprofenzin, imidacloprid) per sopprimere gli adulti (Dongiovanni et al., 2017a). Per il controllo degli adulti sono state testate dodici diverse formulazioni appartenenti a diverse famiglie chimiche/organiche, con diversi meccanismi di azione (Dongiovanni et al., 2016; Dongiovanni et al., 2017a, Dongiovanni et al., 2017b).

Nella scelta degli insetticidi si è tenuto conto delle indicazioni fornite dalle Linee Guida stilate dalla Regione Puglia nel 2014, nelle prime fasi dell'emergenza fitosanitaria di *Xylella*, privilegiando gli insetticidi sistemici bidirezionali o spiccatamente xilematici e registrati su olivo, per il controllo di altri fitofagi della coltura, e tenendo conto dell'efficacia già nota per alcune molecole nel controllo di altri Auchenorrhyncha (Janse e Obradovic, 2010; Bezerra-Silva et al., 2012).

Ad oggi sappiamo che il dimetoato, utilizzato negli oliveti per il controllo della mosca delle olive (*Bactrocera oleae* Gmelin, 1790) e della tignola dell'olivo (*Prays oleae* Bernard, 1788), ha bassa efficacia contro *P. spumarius*. I piretroidi sono piuttosto efficaci, deltametrina, cipermetrina, lambda-cialotrina e pochi altri mostrano però importanti effetti collaterali. Queste s.a. non sono selettive e possono eliminare tutti gli insetti presenti nell'area di irrorazione, oltre al target.

Nei confronti degli adulti della sputacchina, i neonicotinoidi (acetamiprid e imidacloprid) e i piretroidi (deltametrina e lambda-cialotrina) hanno mostrato un ottimo effetto abbattente, seguiti da etofenprox che ha mostrato un'azione leggermente più graduale. I formulati a base di buprofenzin, pimetrozine e spirotetramat hanno mostrato un'efficacia trascurabile. I risultati sono concordi con la letteratura internazionale, in particolare per quanto riguarda l'efficacia abbattente dei neonicotinoidi nei confronti di altri vettori xilemomizi di *Xylella* (Almeida et al., 2005; Janse e Obradovic, 2010; Bezzera-Silva et al., 2012). Le prove hanno evidenziato una limitata persistenza ( $\leq 7$  Days After Treatment - DAT) delle molecole saggiate, comprese quelle sistemiche, a differenza di quanto riportato nei confronti di altri Auchenorrhyncha in differenti contesti colturali (Bezzera-Silva et al., 2012). I DAT di efficacia rappresentano un forte limite per un adeguato controllo del *P. spumarius*, i cui adulti conservano l'infettività per tutto il loro ciclo vitale e persistono nell'oliveto da fine aprile fino all'autunno.

Oggi abbiamo due formulati registrati su olivo contro il *P. spumarius*: il DECIS®EVO e l'EPiK®SL; entrambi non possono essere utilizzati durante la fioritura e pertanto la loro azione sarebbe intempestiva.

Un altro formulato provato ma non autorizzato su olivo contro *P. spumarius* è l'Isoclast™ ACTIVE, appartenente ad una nuova classe di insetticidi chimici: le sulfoximine, agonisti del recettore nicotinico dell'acetilcolina (nAChR). Questo non dovrebbe indurre o subire resistenza incrociata con altre s.a.-MoA simile, compresi altri neonicotinoidi. La sua registrazione è stata recentemente concessa in Irlanda e Francia ed è in corso negli altri stati membri dell'UE (Mezei et al., 2017).

Sono stati provati anche insetticidi di origine vegetale basati su sali potassici di acidi carbossilici C14 – C20 (Flipper®) di cui è altresì documentata la buona selettività sull'entomofauna utile (Kolokytha e Sterk, 2017) e dell'acido pelargonico (acido nonanoico). Tali molecole sono state valutate nei confronti delle forme giovanili dell'Aphrophoridae (D'Accolti et al., 2017b).

Ulteriori prove hanno previsto l'impiego di formulati convenzionali per nebulizzazione, appositamente preparati per applicazioni in endoterapia ovvero adjuvate con coformulanti studiati per essere aggiunti a formulati convenzionali (Sap-jet, pat. pend. n. 102017000109583). Le iniezioni sono state eseguite con dispositivi innovativi come il BITE (Blade for Infusion in TrEes) per applicazioni nei tronchi di olivo (Montecchio, 2013; Dal Maso et al., 2014). Si ritiene che questa tecnologia consenta una distribuzione delle s.a. più efficace e meno impattante.

## MEZZI BIOLOGICI

Gli olivi rappresentano un esempio di agroecosistema ricco di antagonisti, ma non di Aphrophoridae e ancor meno di organismi utili predatori o parassitoidi di *P. spumarius*.

Sappiamo dalla letteratura di un dittero Pipunculidae, la *Verallia aucta* Fallen, 1817, che parassitoidizza gli adulti di *P. spumarius* (Whittaker, 1969; Whittaker, 1973; Harper e Whittaker, 1976; Driesche e Peters, 1987; Yurtsever, 2000), anche in Italia (Kehlmaier, 2010). Oltre alla rarità del Pipunculidae, bisognerebbe valutarne l'impatto sia sulla trasmissione del batterio che della castrazione parassitaria sulla popolazione dell'ospite. Altri parassitoidi

segnalati in bibliografia sono imenotteri afferenti ai generi: *Ooctonus*, *Tumidiscapus* e *Centroдора* (Weaver e King, 1954).

Per il controllo biologico in un'ottica di gestione integrata, sono in corso dei tentativi di allevamento massale del predatore *Zelus renardii* Kolenati, 1857 (Hemiptera Reduviidae). Questa cimice, detta assassina, è originaria della Regione Neartica (America settentrionale), e si è acclimatata in Europa. Segnalato in Europa per la prima volta in Grecia nel 2011 (Davranoglou, 2011; Petrakis e Moulet, 2011) e in Italia nel 2013 (Dioli, 2013). È considerato un agente per il controllo biologico di diversi fitofagi, data la sua voracità e polifagia (Ables, 1978; Mbata et al., 1987).

La prima osservazione utile di attività predatoria di *Z. renardii* in Italia è quella su *Macrohomotoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Hemiptera Psylloidea Homotomidae). Questo psillide, introdotto dall'Asia, è stato ritrovato su esemplari di *Ficus* spp. nella città di Bari, nell'estate 2013 (Cornara et al., 2016).

Sia in campo che in laboratorio, *Z. renardii* è stato osservato predare prontamente e continuativamente adulti e ninfe di *M. gladiata*, sulla quale è stato anche allevato con successo.

Successivamente sono iniziate delle prove in laboratorio offrendo, al Reduviidae, insetti appartenenti a più ordini. *Z. renardii* ha aggredito *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera Coccinellidae), *Gromphadorhina portentosa* Schaum, 1853 (Blattodea Blaberidae), *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera Pseudococcidae) e ditteri Brachicera (Salerno et al., 2017), invece, non è stato osservato predare *Aleurothrixus floccosus* Maskell, 1895 e *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, 1903 (Aleyrodidae).

Recentemente sono state effettuate delle prove di predazione di *Z. renardii* nei confronti di alcuni fitofagi emitteri (forme giovanili e adulti) tra cui il *P. spumarius*. La sputacchina è stata predata prontamente, osservando che il Reduviidae uccide numeri elevati di *P. spumarius* per diem.

Inizialmente, è stata preparata una dieta oligidica modificata, basata su De Clercq e Degheele (1992) e De Clercq et al. (1998). Siamo poi passati a diete meridiche ispirate a Sahayaraj e Balasubramanian (2017) usando differenti formulazioni liquide o agarizzate, anche aggiungendo antifungini e antibatterici (Büyükgüzel e Yazgan, 2001; Liu et al., 2014). Siamo anche tentando la micro-incapsulazione (Dubey, 2009, Silva et al., 2014) della dieta, per renderla somministrabile e conservabile.

Le evidenze suggeriscono che *Z. renardii*, se allevato in modo massale, potrebbe essere considerato un agente di controllo biologico efficace per gli oliveti.

## CONCLUSIONI

Gli studi testimoniano l'impegno e i risultati per migliorare le tecniche di campionamento, i mezzi e i metodi di controllo in IPM Convenzionale e Organic. Stiamo valutando anche tecniche innovative di distribuzione dei formulati insetticidi, verificando l'efficacia delle s.a. disponibili, e considerando l'opportunità di utilizzare predatori per inondazione. Questo per poter proporre una strategia IPM accettabile per il controllo dei vettori giovani e adulti, il più presto possibile.

## LAVORI CITATI

- Ables, J. R., 1978. Feeding Behavior of an Assassin Bug, *Zelus renardii*. *Annals of the Entomological Society of America*, 71(4), 476-478.
- Almeida R.P.P., Blua M.J., Lopes J.R.S., Purcell A.H., 2005. Vector transmission of *Xylella fastidiosa*: Applying fundamental knowledge to generate management strategies. *Annals of the Entomological Society of America*, 98(6), 775-786.
- Bezerra-Silva G.C.D., Silva M.A., Pedreira De Miranda M., Spotti Lopes J.R., 2012. Effect of contact and systemic insecticides on the sharpshooters *Bucephalagonia Xanthophis* (Hemiptera: Cicadellidae), a vector of *Xylella fastidiosa* on citrus. *Florida Entomologist*, 95(4), 854-861.
- Bodino N., Plazio E., Picciau L., Cavalieri V., Dongiovanni E., Di Carolo M., Tauro D., Volani S., Salerno M., Russo V., Porcelli F., Gilioli G., Bosco D., 2017. Phenology population dynamics and host plants of *Philaenus spumarius* in Italian olive groves. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*, p. 19. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Büyükgüzel K., Yazgan Ş., 2001. Effects of antimicrobial agents on the survival and development of larvae of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on an artificial diet. *Turkish Journal of Zoology*, 26(1), 111-119.
- Cornara D., Nocera A., Corrado I., Verrastro V., Lamaj F., El Kenawy A., Russo V., Porcelli F., 2016. Lo *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera Reduviidae): un promettente predatore della *Macrohomotoma gladiata* (Kuwayama, 1908) (Psylloidea Homotomidae) sui *Ficus microcarpa* Hort. Berol. ex Walp. (Moraceae) ornamentali del verde urbano a Bari. *XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*. Padova, 20-24 giugno 2016.
- Cornara, D., Saponari, M., Zeilinger, A. R., de Stradis, A., Boscia, D., Loconsole, G., Bosco D., Martelli G. P., Almeida R. P. P., Porcelli, F., 2017. Spittlebugs as vectors of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in Italy. *Journal of pest science*, 90(2), 521-530.
- D'Accolti A., Picciotti U., Schiavarelli A., Gammino R.P., Salerno M., Diana F., Diana L., Verrastro V., Porcelli F., 2017a. Improved juvenile spittlebugs populations quantitative sampling. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 57. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- D'Accolti A., Picciotti U., Salerno M., Schiavarelli A., Gammino R.P., Diana F., Convertini S., Maffioli G., Facchinetti D., Porcelli F., 2017b. Further physical chemical control tools versus juvenile spittlebugs. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 57. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Dal Maso E., Cocking J., Montecchio L., 2014. Efficacy tests on commercial fungicides against ash dieback in vitro and by trunk injection. *Urban forestry & urban greening*, 13(4), 697-703.
- Davranoglou L. R., 2011 - *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), a New World reduviid discovered in Europe (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae). *Entomologist's Monthly Magazine*, 147, 157-162.
- De Clercq P., Degheele D., 1992. A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). *Entomophaga* 37, 149-157.
- De Clercq P., Merlevede, F., Tirry, L., 1998. Unnatural prey and artificial diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control*, 12(2), 137-142.
- Dioli, P., 2013. *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) new to Italy (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, 38, 232-233.
- Dongiovanni C., Cavalieri V., Altamura G., Di Carolo M., Fumarola G., Corrado I., Saponari M., de Lillo E., Porcelli F., 2016. Risultati preliminari di prove comparative di efficacia per

- il controllo di *Philaenus spumarius*, vettore di *Xylella fastidiosa*. *Atti Giornate Fitopatologiche* Vol. 1, 393-402.
- Dongiovanni C., Di Carolo M., Fumarola G., Tauro D., Cavalieri V., Altamura G., Saponari M., Porcelli F., 2017a. Preliminary evaluation of different insecticides against *Philaenus spumarius*. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 19. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Dongiovanni C., Cavalieri V., Altamura G., Di Carolo M., Fumarola G., Saponari M., Porcelli F., 2017b. Preliminary results of comparative efficacy evaluation trials against *Philaenus spumarius* L., vector of *Xylella fastidiosa*. In: D'Onghia A.M. (ed.), Brunel S. (ed.), Valentini F. (ed.). *Xylella fastidiosa & the Olive Quick Decline Syndrome (OQDS). A serious worldwide challenge for the safeguard of olive trees*. Bari: CIHEAM, 2017. pp. 79-80. (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 121)
- Driesche R. G. van; Peters T. M., 1987. Potential for increased use of biological control agents against pests of forage crops in Massachusetts. *Research Bulletin-Massachusetts Agricultural Experiment Station*, 718, 75–86.
- Dubey R., 2009. Microencapsulation technology and applications. *Defence Science Journal*, 59(1), 82.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2016. Workshop on *Xylella fastidiosa*: knowledge gaps and research priorities for the EU. EFSA supporting publication 2016: EN-1039. 74 pp.
- Froza J. A.; Correr F. V.; Lopes J. R. S., 2017. Evaluation of sampling methods for sharpshooters and spittlebugs in Brazilian olive orchards. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 52. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Harper G., Whittaker J. B., 1976. The role of natural enemies in the colour polymorphism of *Philaenus spumarius* (L.). *The Journal of Animal Ecology*, 91-104.
- Irwin M. E., Ruesink W. G., 1986. Vector intensity: a product of propensity and activity. *Plant virus epidemics: monitoring, modelling and predicting outbreaks/edited by George D. McLean, Ronald G. Garrett, William G. Ruesink*.
- Janse J. D. e Obradovic A., 2010. *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology*, 92(1), 35-48 Supplements.
- Kehlmaier C., 2010. Syrphoidea (Diptera, Pipunculidae and Syrphidae) previously unrecorded from Sardinia (Italy), with the description of a new species of the genus *Pipunculus* (Latreille). *Studia dipterolog*, 16(2009), 155-167.
- Kolokytha P., Sterk G. Side effects of Flipper/Relevant (carboxylic acid potassium salts) on beneficial agents. *Pesticides and Beneficial Organisms IOBC-WPRS Bulletin Vol. 125*, 2017, 36-40.
- Mbata K. J., Hart E. R., Lewis R. E., 1987. Reproductive behavior in *Zelus renardii* Kolenati 1857 (Hemiptera: Reduviidae). *Iowa state journal of research (USA)*.
- Mezei I., Convertini S., Drei F., Tesconi E., Tornè M., Cavalieri V., Dongiovanni C., Porcelli F., 2017. Isoclast™ Active as a new tool for controlling *Xylella fastidiosa* invasion via vector control. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 58. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Miranda M. A., Marqués A., Sureda T., Amore A., Paredes-Esquível C., Leza M., Beidas O., Olmo D., Morente M., Fereres A., Juan A., 2017. Seasonal pattern hosts and abundance of the potential vectors of *Xylella fastidiosa* in Mallorca. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 20. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.



- Montecchio L., 2013. A Venturi effect can help cure our trees. *Journal of Visualized Experiments*. Oct 01, (80).
- Papachristos D. P., Dimitriou A., Antonatos S., Kapantaidaki D., Milonas P., 2017. Presence and seasonal appearance of Aphrophoridae, Cercopidae and Cicadellidae in Greece. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. p. 54. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Petrakis P. V., Moulet P., 2011. First record of the Nearctic *Zelus renardii* (Heteroptera, Reduviidae, Harpactocorinae) in Europe. *Entomologia Hellenica*, 20 (2011), 75-81.
- Regione Puglia, 2014. Linee guida per il contenimento della diffusione di “*Xylella fastidiosa*” subspecie *pauca* ceppo CoDiRO e la prevenzione e il contenimento del Complesso del Disseccamento Rapido dell’Olivo (CoDiRO). pp 42.
- Regione Puglia, 2016. Misure fitosanitarie da attuare per il contenimento della diffusione di *Xylella fastidiosa* subspecie *pauca* ceppo CoDiRO. Delibera n. 459/2016. Bollettino Ufficiale Regionale n. 46 del 26 aprile 2016. pp. 28.
- Sahayaraj K. e Balasubramanian R., 2017. Artificial rearing of reduviid predators for pest management, Springer, Singapore, 181 pp
- Salerno M., Russo V., Sefa V., Lamaj F., Basher N., Verrastro V., Porcelli F., 2017. *Zelus renardii* an assassin bug candidate for *Philaenus spumarius* biocontrol. *European conference on Xylella 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts*. pp 22-23. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Saponari M., Loconsole G., Cornara D., Yokomi R. K., De Stradis A., Boscia D., Bosco D., Martelli G. P., Krukner R., Porcelli F., 2014. Infectivity and Trasmission of *Xylella fatidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *Journal of Economic Entomology*, 107(4), 1316-1319.
- Silva P. T. D., Fries L. L. M., Menezes C. R. D., Holkem A. T., Schwan C. L., Wigmann É. F., Oliveira Bastos J. D. e Silva C. D. B. D., 2014. Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology. *Ciência Rural*, 44(7), 1304-1311.
- Sparks T. C., Watson G. B., Loso M. R., Geng C., Babcock J. M., Thomas J. D., 2013. Sulfoxafloer and the sulfoximine insecticides: chemistry, mode of action and basis for efficacy on resistant insects. *Pesticide biochemistry and physiology*, 107(1), 1–7.
- Weaver, C. R., King D. R., 1954. Meadow spittlebug. *Research Bulletin no. 741. Ohio Agricultural Experiment Station*, Wooster, OH
- Whittaker J. B., 1969. The biology of Pipunculidae (Diptera) parasitising some British Cercopidae (Homoptera). *Physiological Entomology*, 44(1-3), 17-24.
- Whittaker J. B., 1973. Density regulation in a population of *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera: Cercopidae). *The Journal of Animal Ecology*, 42, 163-172.
- Yurtsever S., 2000. On the polymorphic meadow spittlebug, *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera: Cercopidae). *Turkish Journal of Zoology*, 24(4), 447-460.