

CONFRONTO TRAPPOLE PER IL MONITORAGGIO DI *HALYOMORPHA HALYS* IN PERETI DELLA PROVINCIA DI MODENA

G. VACCARI¹, A. POZZEBON², S. CARUSO¹, L. MAISTRELLO³

¹ Consorzio Fitosanitario Provinciale di Modena - Via Santi, 14, 41123 Modena

² DAFNAE Università degli studi di Padova - Viale dell'Università, 16
Agripolis, 35020 Legnaro Padova

³ Dipartimento di Scienze della Vita Università degli studi di Modena e Reggio Emilia - Via
G. Amendola, 2, 42122 Reggio Emilia
giacvac@gmail.com

RIASSUNTO

Halyomorpha halys (Heteroptera, Pentatomidae), è un insetto invasivo potenzialmente dannoso per molte colture di interesse agrario la cui presenza è stata segnalata per la prima volta in Italia nel 2012 in provincia di Modena, dove a partire dal 2015 si sono registrati danni ingenti soprattutto su pero. La difficoltà nel monitorare la sua presenza in campo unita alla forte preoccupazione per l'elevata potenzialità di danno, ha indotto gli agricoltori a intensificare le applicazioni di prodotti insetticidi ad ampio spettro d'azione. Disporre di uno strumento di monitoraggio efficiente per stimare la presenza della cimice asiatica in campo è indispensabile per un impiego razionale e sostenibile dei prodotti insetticidi. Il presente lavoro, condotto nel biennio 2016-2017 in pereti della provincia di Modena, ha l'obiettivo di individuare il dispositivo più adatto al monitoraggio di *H. halys* in questo particolare contesto agro-ecologico, valutando l'efficacia di cattura e l'attrattività dei principali modelli di trappole a feromoni di aggregazione nel corso dell'intera stagione produttiva. I dati mostrano come ci siano differenze significative tra i diversi modelli di trappole e di "dispenser" di feromoni disponibili in commercio. L'abbinamento del feromone Trécé[®] con la trappola piramide (Rescue e AgBio) è apparso il più affidabile.

Parole chiave: cimice asiatica marmorizzata, feromoni di aggregazione, specie invasiva

SUMMARY

COMPARISON OF TRAPS FOR *HALYOMORPHA HALYS* MONITORING IN PEAR ORCHARDS

Halyomorpha halys (Heteroptera, Pentatomidae), is an invasive insect pest that causes severe economic damages to multiple agricultural commodities. It was first detected in Italy in 2012 in the province of Modena, where severe damages in pear orchards have been reported since 2015. The difficulty in monitoring its presence in the orchard, coupled with the strong concern for the high damage potential, led farmers to intensify the applications of broad spectrum insecticide products. An efficient monitoring tool, for accurately assessing the presence and abundance of BMSB, is a fundamental goal for a rational and sustainable use of insecticides.

The present work, carried out in 2016 and 2017 in the province of Modena, aims at identifying the most suitable device for monitoring *H. halys* in pear orchards, assessing the effectiveness of various trap designs and baits over the entire production season. Preliminary results presented here show significant differences between the different traps and pheromone dispensers available on the market. The combination of pheromone Trécé and pyramid traps (Rescue and AgBio) seems to be the most reliable

Keywords: Brown Marmorated Stink Bug, aggregation pheromone, invasive species

INTRODUZIONE

A soli cinque anni dalla prima segnalazione (Maistrello et al., 2014), avvenuta in provincia di Modena, la cimice asiatica *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) rappresenta una delle avversità emergenti per l'agricoltura italiana. Originaria dell'Asia, è stata introdotta negli anni '90 negli Stati Uniti, dove dal 2010 è considerata un fitofago chiave dei frutteti (mele e pesche in particolare) (Leskey et al., 2012), con un elevato potenziale di danno anche su alcune colture ortive ed estensive (Koch et al., 2017). Dal 2012 la cimice asiatica si è diffusa progressivamente in Italia con grande rapidità, dapprima alle regioni del Nord (Maistrello et al. 2016a) e in seguito anche in alcune regioni del Centro e del Sud (Cesari et al., 2017). Dal 2014 le segnalazioni di danno attribuite a questo insetto, provenienti soprattutto da alcune aree frutticole del Nord Italia (Bariselli et al., 2016), si sono intensificate e hanno riguardato diverse colture tra le quali pero, melo, pesco e kiwi, con percentuali di danno talora estremamente elevate.

Tra le aree più colpite in Italia è la provincia di Modena in cui la coltura del pero con una superficie coltivata di 6437 ha e una produzione media di 154,475 tonnellate per anno, riveste un'importanza fondamentale per il settore agricolo (Fanfani e Pieri, 2016). Un'indagine del 2016, condotta dall'Ufficio Tecnico della Fruit Modena Group, su 60 aziende che gestiscono complessivamente 400 ha di pero, ha valutato in 3.072.797 di euro il danno economico indotto da *H. halys* (Maistrello et al., 2017). Nella stessa provincia, monitoraggi svolti nel triennio 2014-2016, in aziende frutticole, hanno evidenziato che *H. halys* è la specie più diffusa tra gli eterotteri fitofagi e che la sua presenza è particolarmente abbondante non solo nei filari esterni dei frutteti, ma anche nelle siepi adiacenti a essi (Maistrello et al., 2017). Come molte altre cimici *H. halys* ha infatti un'elevata capacità di dispersione e possiede una spiccata tendenza a muoversi tra diverse piante ospiti (Lee e Leskey, 2015). Queste caratteristiche etologiche complicano notevolmente il monitoraggio dell'insetto, rendendo le tradizionali tecniche di cattura attiva ("frapping", sfalcio con retino e ispezioni visive) particolarmente difficili da applicare in contesti produttivi e poco adatte a individuare la presenza della cimice a inizio stagione, quando la tendenza a disperdersi risulta accentuata.

Le difficoltà nell'individuare precocemente la presenza della cimice asiatica nel frutteto, unita alla forte preoccupazione per l'elevata capacità di danneggiare i frutti, ha indotto gli agricoltori delle aree più colpite a intensificare i trattamenti con insetticidi ad ampio spettro d'azione (piretroidi, neonicotinoidi e fosfororganici), abbandonando in molti casi le strategie di difesa a basso impatto ambientale per il controllo dei fitofagi chiave (es. confusione sessuale e CpGV per la carpocapsa del pero).

Per questo l'individuazione di trappole in grado di stimare la presenza e l'abbondanza della cimice nei campi coltivati costituisce un passo fondamentale per ristabilire i principi dell'agricoltura integrata, riducendo l'impiego di insetticidi e garantendo al contempo un migliore e più razionale controllo delle popolazioni di *H. halys*.

Le trappole a feromoni di aggregazione sono attualmente il mezzo più promettente per il monitoraggio della cimice asiatica. Le primissime esperienze di impiego risalgono a non più di 10 anni fa, ma solo nel 2014 è stata messa a punto la miscela di feromoni ottimale, composta dal feromone di aggregazione specifico della cimice asiatica, e da quello di *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae) (Khrimian et al., 2014) che ne amplifica l'efficacia. Recentemente, negli Stati Uniti, è stata dimostrata la possibilità di utilizzare queste trappole come strumento di supporto alla decisione di intervento con insetticidi in meleto, con l'individuazione di una soglia di intervento (Short et al., 2017).

Già dal 2015 le trappole a feromoni di aggregazione Rescue® sono state saggiate in aziende agricole delle province di Modena e Reggio Emilia, dimostrandosi efficaci nel catturare

esemplari di *H. halys* dall'uscita all'entrata in svernamento, anche in un contesto agro-ecologico molto diverso da quello statunitense (Maistrello et al., 2016b). Questi dispositivi hanno però evidenziato, soprattutto a inizio stagione, una forte variabilità nelle catture, probabilmente causata da diversi fattori esterni, tra questi: l'attrattività delle piante circostanti, la vigoria e il portamento della pianta su cui vengono installati, la densità di popolazione dell'insetto.

Il presente lavoro, condotto nel biennio 2016-2017 in pereti della provincia di Modena, ha l'obiettivo di individuare il dispositivo più adatto al monitoraggio di *H. halys* in questo particolare contesto agro-ecologico, valutando l'efficacia di cattura e l'attrattività dei principali modelli di trappola e dispenser nel corso dell'intera stagione produttiva.

Individuare il dispositivo più efficiente e affidabile nel catturare *H. halys* in tutti gli stadi di sviluppo, rappresenta un primo fondamentale passo per poter utilizzare le trappole a feromoni di aggregazione come strumento di supporto alle decisioni di difesa, in un contesto agro-ecologico molto diverso da quello statunitense.

MATERIALI E METODI

Trappole saggiate nel 2016

Sono state messe a confronto le combinazioni di trappole e dispenser di feromoni riportate nella tabella 1, per un totale di 4 tesi in prova.

Tabella 1. Tesi a confronto nel primo anno di prova

Tesi	Modello trappola	Tipologia "dispenser"	Nome tesi
1	AgBio	Rescue	Ag+Res
2	Rescue	Rescue	Res+Res
3	Rescue	Trécé	Res+Tré
4	Rescue	AgBio	Res+Ag

I tre diversi modelli di dispenser (AgBio, Rescue e Trécé) (figura 1a) sono stati impiegati all'interno del modello di trappola Rescue (figura 2 b), mentre il modello AgBio (figura 2a) è stato testato in combinazione col solo dispenser Rescue. Queste combinazioni hanno permesso di confrontare, a parità di feromone, il modello di riferimento utilizzato negli USA, ovvero la trappola a piramide AgBio, con la trappola Rescue (modello introdotto e utilizzato in Emilia Romagna dal 2015) e di confrontare, a parità di trappola, i tre principali modelli di dispenser.

Trappole saggiate nel 2017

Sono state messe a confronto le combinazioni di trappole e dispenser di feromoni riportate nella tabella 2, per un totale di 5 tesi in prova.

Tabella 2. Tesi a confronto nel secondo anno di prova

Tesi	Modello trappola	Tipologia dispenser	Nome tesi
1	AgBio	Trécé	Ag+Tré
2	Rescue	Trécé	Res+Tré
3	Rescue	Rescue	Res+Res
4	Sticky trap	Trécé	Sti+Tré
5	Double funnel	Trécé	Dou+Tré

Nel secondo anno di sperimentazione l'attenzione è stata rivolta al confronto tra modelli di trappole. Oltre ai modelli a piramide *AgBio* e *Rescue*, già saggiati nel 2016 sono stati considerati due modelli di trappole della ditta Trécé: Sticky Sheet (figura 2 c), già reperibile sul mercato e Double Funnel (figura 2 d), ancora in fase di sviluppo. Tutti e quattro i modelli sono stati testati con il dispenser Trécé. Come nel 2016 il modello di trappola *Rescue* è stato valutato anche in combinazione col “dispenser” originale *Rescue*, permettendo un confronto tra i dispenser *Rescue* e *Trécé*, in questo secondo anno però per entrambe le ditte sono stati testati due nuovi dispenser, sviluppati a partire da quelli verificati nel 2016 (figura 1 b).

Figura 1. Dispenser di feromoni saggiati nel 2016 (a) da sinistra *AgBio*, *Rescue* e *Trécé* e nel 2017 (b) da sinistra *Rescue* e *Trécé*



Figura 2. Modelli di trappole testati nei due anni di prova, *AgBio* Dead Inn Pyramid Trap® (a), *Rescue* Trap® (b), *Trécé* Sticky Sheet® (c), *Trécé* Double Funnel® (d)



Protocollo sperimentale

Le prove sono state condotte a Modena, in pereti biologici o non trattati. Gli stessi siti e lo stesso protocollo sono stati utilizzati sia nel 2016 che nel 2017.

Il confronto tra le diverse tesi è stato replicato 4 volte, ogni replica era situata su un filare esterno del frutteto confinante con una siepe o con un'area incolta. Due repliche sono state allestite in un pereto biologico situato nel comune di Carpi (MO), una in un pereto biologico situato nella frazione di San Donnino (MO) e una in un pereto non gestito situato nel comune di Campogalliano (MO).

All'interno di ogni replica le trappole (tesi) sono state posizionate direttamente sulle piante di pero a circa 2 m di altezza, o nel caso del modello *AgBio* a terra a circa 4 m dalle piante del frutteto, comunque sempre rispettando le indicazioni fornite dalle ditte produttrici. Ogni

trappola era distanziata dalle altre di 30-40 m. La disposizione delle trappole all'interno di ogni replica veniva cambiata settimanalmente in modo casuale.

Le trappole sono state controllate con cadenza settimanale, conteggiando gli individui di *H. halys* catturati, separandoli in maschi e femmine adulti, e nei diversi stadi preimmaginali. Inoltre sono stati conteggiati ed identificati gli altri pentatomidi catturati. Le trappole sono state installate nella prima settimana di maggio e l'ultimo rilievo è stato eseguito il 17 ottobre nel 2016, e il 23 ottobre nel 2017. I dispenser di feromoni sono stati sostituiti periodicamente, rispettando le indicazioni delle ditte produttrici.

Al termine della prova i dati raccolti sono stati analizzati mediante analisi della varianza per misure ripetute, con procedura mixed del SAS. L'effetto della tesi è stato valutato mediante F test ($\alpha = 0,05$) e un t test ($\alpha = 0,05$) è stato utilizzato nel confronto tra tesi.

RISULTATI

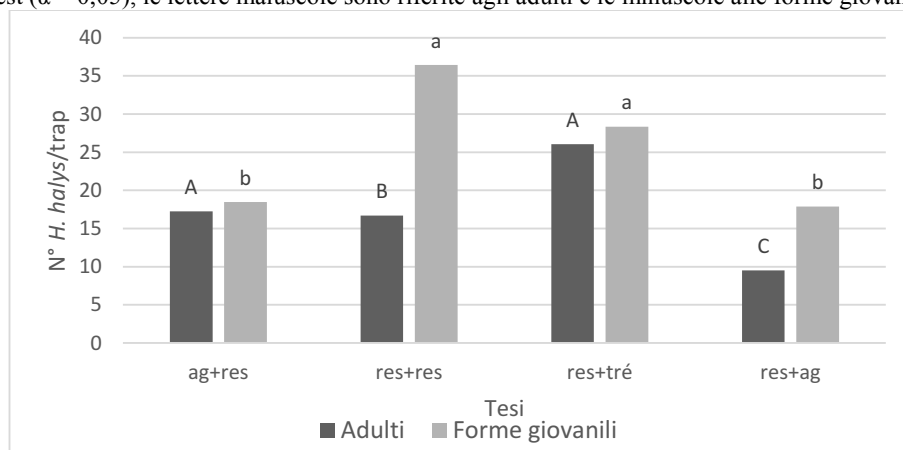
Nel 2016 in tutte le tesi le catture di adulti sono iniziate già dal primo rilievo eseguito il 9 maggio.

La prima cattura di forme giovanili è stata registrata il 6 giugno nella tesi Res+Ag, tutte le altre tesi hanno catturato le prime forme giovanili solo 2 settimane dopo. Tuttavia bisogna evidenziare come nella tesi Res+Ag le catture siano rimaste estremamente basse e sporadiche fino ai primi di luglio.

L'analisi della varianza per misure ripetute ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le tesi testate sia nel catturare adulti ($p < 0001$) che forme giovanili ($p = 0006$).

In particolare le tesi Ag+Res e Res+Tré hanno catturato statisticamente più esemplari adulti rispetto alla tesi Res+Res, la quale a sua volta ha evidenziato una capacità di cattura maggiore rispetto alla tesi Res+Ag. Per quanto riguarda invece la capacità di cattura nei confronti delle forme giovanili le tesi Res+Res e Res+Tré sono risultate più efficaci rispetto alle altre (figura 3).

Figura 3. Catture medie per settimana di adulti e forme giovanili di *H. halys* ottenute nel 2016. Lettere diverse sopra le colonne indicano differenze statisticamente significative tra le tesi al t test ($\alpha = 0,05$), le lettere maiuscole sono riferite agli adulti e le minuscole alle forme giovanili



Considerando solo le tre tesi che confrontano a parità di trappola dispenser diversi, si evidenzia come il dispenser Trécé abbia attratto più adulti rispetto agli altri due dispenser, differenziandosi statisticamente sia dal dispenser Rescue che da quello AgBio. La differenza nelle catture è risultata particolarmente evidente nel periodo estivo (fine luglio agosto).

Per quanto riguarda le forme giovanili invece i dispenser Trécé e Rescue appaiono ugualmente attrattivi, differenziandosi entrambi dal dispenser AgBio che anche in questo caso è risultato il meno attrattivo.

Considerando invece solo i modelli di trappole, la piramide AgBio si è dimostrata più efficiente nel catturare adulti rispetto a Rescue, tuttavia considerando le forme giovanili il modello Rescue ha registrato più catture rispetto alla trappola AgBio.

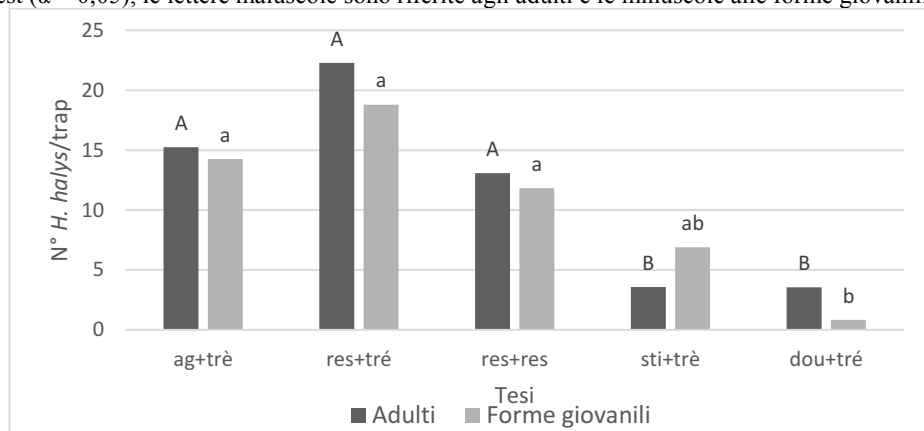
Tutte le tesi testate si sono dimostrate estremamente selettive, infatti i pentatomidi diversi da *H. halys* catturati in tutto il periodo di prova rappresentavano meno dell'1% di tutte le cimici catturate.

Nel 2017, come nell'anno precedente, le catture degli esemplari adulti di *H. halys* sono iniziate per tutte le tesi al primo rilievo di maggio.

La prima cattura di forme giovanili è stata registrata il 29 maggio nelle tesi Res+Res e Sti+Tré. Le altre tesi Res+Tré, Ag+Tré e Dou+Tré hanno iniziato a catturare rispettivamente con una, due e tre settimane di ritardo.

Anche nel secondo anno di prova l'analisi della varianza per misure ripetute ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le tesi sia nel catturare adulti ($p < 0,0001$) che forme giovanili ($p = 0,0039$). Quello che emerge è che le tesi Ag+Tré, Res+Res, Res+Tré hanno catturato più adulti rispetto a Dou+Tré e Sti+Tré. Nel caso delle forme giovanili le Sti+Tré non hanno mostrato differenze statisticamente significative rispetto alle altre tesi (figura 4).

Figura 4. Catture medie per settimana di adulti e forme giovanili di *H. halys* ottenute nel 2017. Lettere diverse sopra le colonne indicano differenze statisticamente significative tra le tesi al t test ($\alpha = 0,05$), le lettere maiuscole sono riferite agli adulti e le minuscole alle forme giovanili.



Considerando il confronto tra dispenser, in questo secondo anno di prove non sono emerse differenze statisticamente significative tra i nuovi dispenser Trécé e Rescue, tuttavia anche in questo caso si è osservata una tendenza di Trécé a ottenere maggiori catture di adulti nel periodo estivo.

Per quanto riguarda i modelli di trappola invece, quelli a piramide (*AgBio* e *Rescue*) si sono dimostrati decisamente più efficaci dei due modelli di *Trécé* nel catturare cimici adulte, tale differenza è risultata invece statisticamente significativa solo nei confronti della *Double Funnel* per quanto riguarda le catture delle forme giovanili, ma non nei confronti di *Sticky Trap*.

Nel 2017 le trappole hanno mostrato livelli di selettività molto elevati nei confronti di altri pentatomidi, simili a quelli riscontrati nel 2016.

DISCUSSIONE

Le prove presentate hanno evidenziato come l'efficacia dei dispositivi di cattura sia determinata sia dal dispenser che dal modello di trappola.

In particolare i risultati ottenuti nel primo anno di confronto hanno evidenziato una scarsa efficacia del dispenser *AgBio* nell'attrarre *H. halys* in tutti gli stadi di sviluppo.

Al contrario il dispenser di feromoni *Trécé* si è dimostrato il più efficace tra quelli testati nel catturare gli adulti di *H. halys*. Nel 2017 l'esca *Trécé*, pur non differenziandosi statisticamente da quella *Rescue* ha comunque evidenziato una tendenza a catturare più adulti soprattutto nel periodo estivo. La minore attrattività di *Rescue* in questo periodo potrebbe essere imputata ad una maggiore instabilità nell'erogazione del feromone, che in presenza di temperature elevate potrebbe esaurirsi più rapidamente rispetto al dispenser *Trécé*.

Il confronto tra i modelli di trappole ha invece evidenziato come quelli a piramide risultino i più efficaci nel catturare adulti di *H. halys*. In particolare il modello *Rescue* è più efficace nel catturare le forme giovanili e la *AgBio* nel catturare adulti, tale differenza risulta statisticamente significativa solo nel 2016. Questo risultato è apparentemente in contraddizione con quanto rilevato da Morrison et al., (2015) in cui la piramide *AgBio* risulta essere decisamente più efficace della *Rescue*, sia nel catturare adulti che forme giovanili. Bisogna sottolineare come nel lavoro di Morrison la trappola *Rescue* è stata installata appendendola a un ramo con la base semplicemente a contatto con le foglie. Nel nostro lavoro invece, le trappole sono state installate ancorando saldamente la base della trappola al tronco o ad un ramo della pianta. Lo stesso Morrison dimostra come le trappole a piramide appese risultino decisamente meno efficaci rispetto alle trappole ancorate alla pianta. Questi risultati confermano come, per il buon funzionamento della trappola *Rescue*, sia indispensabile un corretto posizionamento, ovvero facendo in modo che la base sia saldamente legata e a contatto con il tronco o con un ramo della pianta su cui viene installata.

CONCLUSIONI

L'elaborazione preliminare dei dati qui presentata mostra come ci siano differenze significative tra i diversi modelli di trappole e di dispenser di feromoni disponibili in commercio, un'elaborazione più approfondita dei dati potrà fare emergere ulteriori informazioni utili all'individuazione della trappola più adatta a monitorare la cimice asiatica in un contesto agricolo come quello modenese.

Attualmente tra i dispositivi di cattura commerciali disponibili in Italia, la *Rescue Trap* risulta essere il miglior dispositivo per il monitoraggio di *H. halys* nel pereto, a condizione che venga installato in modo corretto sulla pianta, ancorando saldamente la base della trappola al tronco o a un ramo principale.

L'efficacia dei dispositivi *AgBio* (*Dead-Inn Pyramid Trap*) e *Trécé* (*Sticky Sheet* e *Double Funnel*) appare limitata nel primo caso dalla scarsa attrattività del dispenser di feromone e nel secondo caso dalla scarsa capacità di cattura delle trappole.

L'abbinamento del feromone *Trécé* con i modelli a piramide (sia *Rescue* che *AgBio*) garantisce un miglioramento e una maggiore affidabilità delle trappole. Questa soluzione

potrebbe essere utilizzata almeno a fini sperimentali fino a quando non saranno disponibili dispositivi di cattura più efficaci.

Ringraziamenti

Questi studi sono stati finanziati dalla Regione Emilia Romagna nell'ambito del PSR 2014-2020 Op. 16.1.01 - GO PEI-Agri - FA 4B, Pr. "HALYS" con il coordinamento del CRPV.

LAVORI CITATI

- Bariselli M., Bugiani R., Maistrello L., 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *EPPO Bulletin*, 46 (2), 332-334.
- Cesari M., Maistrello L., Piemontese L., Bonini R., Dioli P., Lee W., Guidetti R., 2017. Genetic diversity of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* in the invaded territories of Europe and its patterns of diffusion in Italy. *Biological Invasions*, 1-20.
- Fanfani R., Pieri R., 2016. Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna. Rapporto 2015. Unione delle Camere di commercio dell'Emilia Romagna, Assessorato agricoltura, caccia e pesca.
- Khrimian A., Zhang A., Weber D.C., Ho H.-Y., Aldrich J.R., Vermillion K.E., Siegler M.A., Shiralil S., Guzman F., Leskey T.C. 2014. Discovery of the Aggregation Pheromone of the Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys*) through the Creation of Stereoisomeric Libraries of 1-Bisabolen-3-ols. *Journal of Natural Products*, 77,(7), 1708–1717.
- Koch R. L., Pezzini D. T., Michel A. P., Hunt T. E., 2017. Identification, Biology, Impacts, and Management of Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) of Soybean and Corn in the Midwestern United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 8 (1), 11.
- Lee D. H., Leskey T.C., 2015. Flight behavior of foraging and overwintering brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Bulletin of Entomological Research* FirstView, 1–8. doi: 10.1017/S0007485315000462
- Leskey T.C., Hamilton G.C., Wright S.E., 2012b. Pest Status of the Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* in the USA. *Pest Management*, 23 (5), 218–226.
- Maistrello L., Dioli P., Vaccari G., Nannini R., Bortolotti P., Caruso S., Costi E., Montermini A., Casoli L., Bariselli M., 2014. Primi rinvenimenti in Italia della cimice esotica *Halyomorpha halys*, una nuova minaccia per la frutticoltura. *Atti delle Giornate Fitopatologiche*, 1, 283–288.
- Maistrello L., Dioli P., Bariselli M., Mazzoli L., Giacalone-Forini I. 2016a. Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of *Halyomorpha halys* in Southern Europe. *Biological Invasions*, 18 (11), 3109-3116.
- Maistrello L., Vaccari G., Bortolini S., Costi E., Guidetti R., Bortolotti P., Caruso S., Dioli P., Nannini R., Montermini A., Casoli L. 2016b. Monitoraggio in campo e danni della cimice aliena *Halyomorpha halys* in Emilia Romagna: da minaccia a problema concreto. *Atti delle Giornate Fitopatologiche*, 1, 171–178.
- Maistrello L., Vaccari G., Caruso S., Costi E., Bortolini S., Macavei L., Foca G., Ulrici A., Bortolotti P.P., Nannini R., Casoli L., Fornaciari M., Mazzoli G. L., Dioli P., 2017. Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy. *Journal of Pest Science*, 90 (4), 1231-1244.
- Morrison III W. R., Cullum J. P., Leskey T. C., 2015. Evaluation of trap designs and deployment strategies for capturing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of economic entomology*, 108 (4), 1683-1692.
- Short B. D., Khrimian A., Leskey T. C., 2017. Pheromone-based decision support tools for management of *Halyomorpha halys* in apple orchards: development of a trap-based treatment threshold. *Journal of Pest Science*, 1-14.