

BIOLOGIA E DIFFUSIONE DI *HALYOMORPHA HALYS*, L'AUTOSTOPPISTA INVASIVO CHE SCONVOLGE LA DIFESA INTEGRATA

LARA MAISTRELLO^a

^a Dipartimento di Scienze della Vita, Centro BIOGEST-SITEIA, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Amendola 2, 42122 Reggio-Emilia; e-mail:lara.maistrello@unimore.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Cimice asiatica *Halyomorpha halys*: nuove acquisizioni e applicazioni nella difesa". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 22 febbraio 2019.

Biology and spread of Halyomorpha halys, the invasive hitchhiker that disrupts integrated pest management

Halyomorpha halys is an invasive fast-spreading pest of global importance native to East Asia, currently reported in the United States, Canada, Chile and Europe. Its bioecological features favour the human-assisted worldwide spread as a hitchhiker on inanimate objects by any means of transport and make its management in the field very difficult. *H. halys* causes severe damage to many crops and in Northern Italy it quickly became key-pest of fruit orchards, resulting in an increase in the number of treatments with broad spectrum insecticides, seriously disrupting previous IPM programs. The great success of this invasive species seems to be related to: i) the wide range of suitable host plants, both cultivated and spontaneous; ii) the great mobility of all instars; iii) the very high growth rate potential (in Northern Italy, $R_0 = 24.04$ and 5.44 for the overwintering and summer generation, respectively); iv) the scarcity and very low efficacy of the native biocontrol agents; iv) the strong association with human beings, especially during the overwintering period, that, beside making it a household nuisance pest, highly facilitates the diffusion through traveling people and goods.

KEY WORDS: Brown marmorated stink bug, invasive species, polyphagous crop pest, household nuisance pest, life table study.

Halyomorpha halys Stål, 1855 (Heteroptera, Pentatomidae) è un fitofago emergente di interesse globale (HAYE & WEBER, 2017). Originaria dell'Asia orientale (LEE *et al.*, 2013), introdotta nel continente Americano a partire da metà anni '90 (HOEBEKE & CARTER, 2003), dove attualmente è diffusa in quasi tutti gli Stati Uniti e diverse province del Canada (LESKEY & NIELSEN, 2018), è stata riportata anche in Cile dal 2016 (FAÚNDEZ & RIDER, 2017). Il primo rinvenimento in Europa è avvenuto in Svizzera nel 2004 (HAYE *et al.*, 2015a) e nel 2012, quando è stata trovata per la prima volta in Italia in Emilia Romagna (MAISTRELLO *et al.*, 2016), era già presente anche in Francia (CALLOT & BRUA, 2013) e Grecia (MILONAS & PARTSINEVELOS, 2014). A febbraio 2019 *H. halys* risulta diffusa in quasi tutti i paesi del continente Europeo e nei paesi sul Mar Nero (Fig. 1), (GAPON, 2016, MUSOLIN *et al.*, 2018, AK *et al.*, 2019) ad eccezione di Portogallo, Gran Bretagna e paesi del Nord Europa (CLAEREBOUT *et al.*, 2018, MAISTRELLO *et al.*, 2018, INATURALIST, 2019).

Le cause di una tale rapidissima espansione vanno ricercate nella biologia e nel comportamento della specie. In autunno gli adulti che entrano in svernamento, adattati fisiologicamente per resistere a condizioni sfavorevoli (non necessitano di alimentarsi, presentano elevata tolleranza a temperature sfavorevoli), si rifugiano in micro-habitat nascosti, asciutti e riparati,

che in natura trovano nelle fessure e interstizi in cima ad alberi eretti con corteccia spessa, come *Quercus* spp e *Robinia* spp (LEE *et al.*, 2014a). In aree antropizzate si rintanano aggregandosi anche in gran numero negli anfratti di strutture costruite dall'uomo come edifici ed oggetti inanimati di vario tipo: abitazioni, magazzini, capannoni, containers, veicoli, all'interno di imballaggi di vari tipi di merci, valige, vestiti ecc. E questo comportamento le rende quindi anche fastidiosi infestanti urbani, soprattutto nel caso di edifici circondati da aree verdi, sopraelevati rispetto al contesto (INKLEY, 2012). Se da un lato, questa stretta associazione con l'uomo può essere sfruttata nelle indagini "citizen science" per rilevare e seguire la diffusione in tempo reale della specie, elaborando anche modelli spaziotemporali di espansione (MAISTRELLO *et al.*, 2016, 2018, MALEK *et al.*, 2018, HANCOCK *et al.*, 2019), dall'altro è proprio questo il fattore chiave che facilita la diffusione di questo insetto autostoppista tramite tutti i mezzi di trasporto (MAISTRELLO *et al.*, 2018), rendendo di fatto inarrestabile ed estremamente rapida la sua propagazione nel mondo ed incrementandone le potenzialità invasive, anche perché queste cimici sfuggono alle regolari ispezioni fitosanitarie in quanto non viaggiano su materiale vegetale.

Le analisi genetiche degli individui raccolti in diversi siti Europei evidenziano un'elevata diversità delle popolazioni invasive di *H. halys*, in particolare in

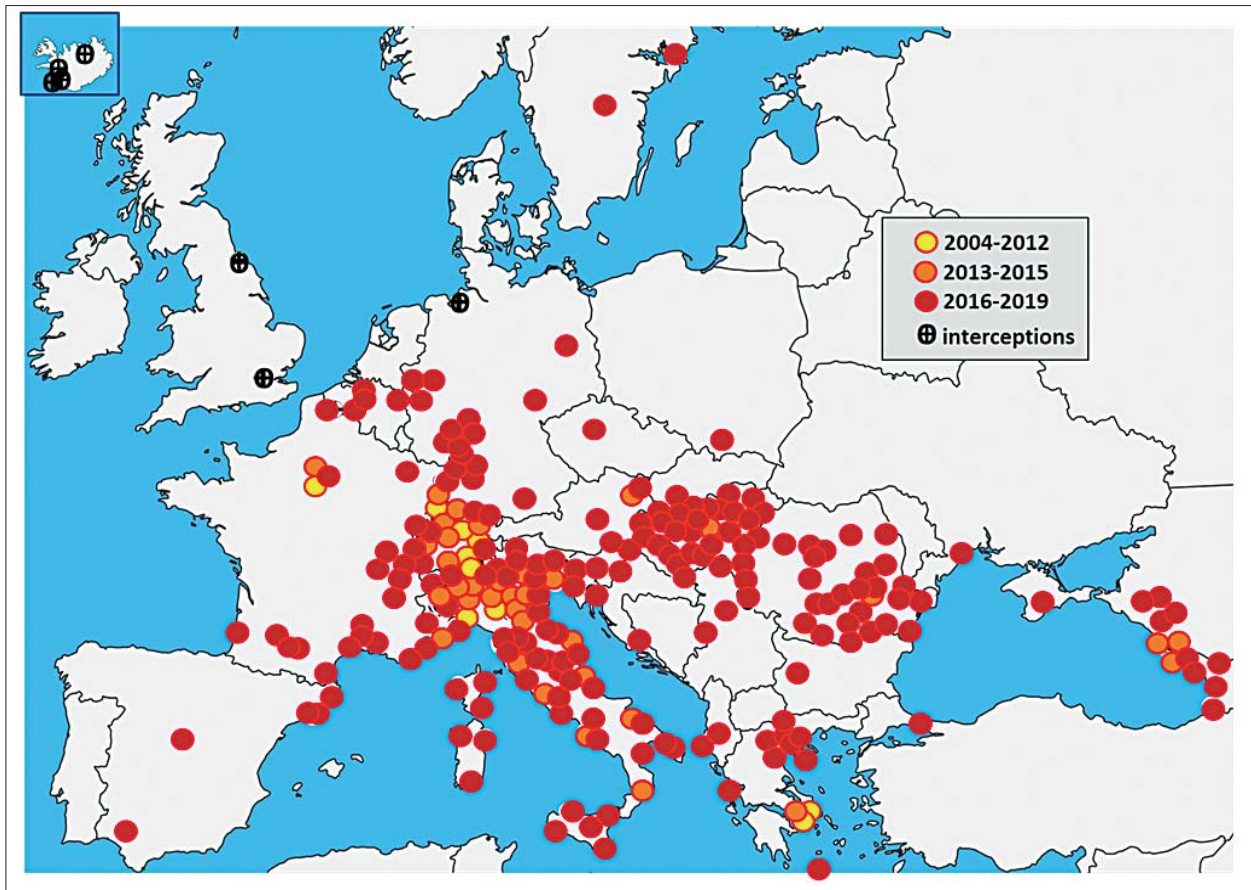


Fig. 1 – Diffusione di *Halyomorpha halys* in Europa (Febbraio 2019).

Italia (CESARI *et al.*, 2015, 2017) e in Grecia (MORRISON *et al.*, 2017), dimostrando che si tratta del frutto di molteplici introduzioni, ancora in corso, dall'Asia e da altri paesi in cui è stata introdotta a seguito degli scambi commerciali e dei viaggi delle persone e confermando l'ipotesi che la diffusione assistita dall'uomo svolga un ruolo importante nel potenziale invasivo di questa specie.

D'altra parte sono in aumento le intercettazioni di individui anche vivi di *H. halys* nelle dogane, porti e aeroporti in diversi paesi in Europa e nel mondo, in particolare Australia e Nuova Zelanda (CHARLES *et al.*, 2019, HORWOOD *et al.*, 2019), e rappresentano motivo di grande preoccupazione per le autorità di biosicurezza, che devono attuare misure speciali per ridurre i rischi di contaminazione, con ricadute negative sugli scambi commerciali internazionali. Specificamente, a partire da metà gennaio 2018 sia Australia¹ che Nuova Zelanda² hanno deciso di imporre trattamenti obbligatori sulle merci provenienti da tutti i paesi

europei in cui è accertata la presenza di cimice asiatica, determinando un incremento dei costi a carico delle imprese esportatrici per effettuare i trattamenti (con calore o fumigazioni) seguendo specifici protocolli e ritardi nella consegna delle merci.

Il grande successo di questa specie invasiva in grado di causare danni molto gravi alle colture, si riconduce sempre alle caratteristiche bioecologiche e comportamentali, tali anche da renderne assai difficile la gestione in campo. La capacità di insediamento nelle nuove aree in cui è introdotta è facilitata dall'aver un ampio range di piante ospiti (oltre 300 specie), che include una grande varietà di colture frutticole, ortive ed estensive, così come piante ornamentali e spontanee (LEE *et al.*, 2013, HAYE *et al.*, 2014a, MAISTRELLO *et al.*, 2016, MARTINSON *et al.*, 2016, LESKEY & NIELSEN, 2018). *H. halys* si nutre pungendo e succhiando tessuti vegetali (Fig. 2) causando deformità, discromie, cicatrici, depressioni, macchie e suberificazioni (Fig. 3), che rendono i prodotti non commerciabili; tali punture causano inoltre infezioni secondarie e danni post-raccolta.

Parte del successo di *H. halys* risiede anche nella elevata mobilità di tutti gli stadi: gli adulti volano in media 2 km/giorno, ma possono arrivare a compiere fino a 116 km/giorno (WIMAN *et al.*, 2014, LEE & LESKEY, 2015), mentre gli stadi giovanili possono

¹ <https://www.agriculture.gov.au/import/before/brown-marmorated-stink-bugs>

² <https://www.biosecurity.govt.nz/law-and-policy/requirements/ihs-import-health-standards/vehicle-machinery-and-parts-import-health-standard-tool/>



Fig. 2 – Adulto di *Halyomorpha halys* mentre si nutre su un frutto (Foto Elena Costi, UNIMORE).



Fig. 3 – Danni da *Halyomorpha halys* su pero causati da punture precoci (a sinistra, foto G. Aldrovandi) e punture tardive (a destra, foto G. Vaccari).

percorrere oltre 20 m/giorno spostandosi tra le diverse piante (LEE *et al.*, 2014b).

I parametri biologici di *H. halys* in Europa sono stati indagati per mezzo di indagini “life table” sia in Svizzera (HAYE *et al.*, 2014b), che in Italia (COSTI *et al.*, 2017) utilizzando individui raccolti in autunno, mantenuti alle condizioni ambientali esterne di temperatura, umidità e fotoperiodo. Si registrava giornalmente il numero di individui che via via usciva dallo svernamento e tra quelli sopravvissuti, un gruppo con *sex ratio* 1:1, mantenuto in condizioni ambientali esterne con cibo e acqua *ad libitum*, è stato regolarmente monitorato per registrarne fecondità, tempi di sviluppo

e mortalità. In Svizzera si registra un’unica generazione (ma nel 2017 e 2018 ne sono state osservate 2; Tim Haye, comunicazione personale) ed un numero medio di circa 80 uova/femmina ($R_0 = 5,69$). Per quanto riguarda l’Italia le indagini sono avvenute in Emilia Romagna nell’arco di 4 anni (2015-2018) ed i risultati sul ciclo biologico di *H. halys* possono essere così sintetizzati: il picco di uscite dallo svernamento è tra aprile e metà maggio; si registrano due generazioni complete, parzialmente sovrapposte, con compresenza dei diversi stadi di sviluppo; l’inizio delle ovideposizioni è metà maggio per la generazione svernante e metà luglio per quella estiva; vengono prodotte in media

285 uova/femmina dalla generazione svernante e 215 da quella estiva ($R_0 = 24.04$ e 5.44 rispettivamente per le due generazioni) (COSTI *et al.*, 2017); la durata media della vita è circa un anno per la generazione svernante e 70-80 giorni per quella estiva. Si è osservata una considerevole variabilità tra i diversi anni nelle tempistiche di uscita dallo svernamento, di ovideposizione e tempi di sviluppo e sui valori di fecondità e mortalità da uovo ad adulto, attribuibile alle diverse condizioni climatiche.

È inoltre da rilevare la scarsità e la ridotta efficacia degli antagonisti naturali nativi nelle aree in cui la cimice è stata introdotta (ABRAM *et al.*, 2017). Indagini in campo in Europa hanno dimostrato che la parassitizzazione delle uova di cimice Asiatica variava dal 2,7-38,5% in Svizzera (usando uova di sentinella congelate) all'1-3% in Emilia Romagna (usando uova di sentinella fresche) fino al 12-21% in Piemonte (raccogliendo uova deposte naturalmente). In tutti questi studi la specie predominante di parassitoide oofago è il generalista *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera: Eupelmidae) (HAYE *et al.*, 2015b, COSTI *et al.*, 2018, MORAGLIO *et al.*, 2020). Nelle stesse indagini, una quantità variabile di uova è stata persa o ha mostrato sintomi dovuti alla predazione (masticazione o suzione): fino al 31% in Svizzera; 2-5% in Emilia Romagna; 0,4-8,7% in Piemonte. In uno studio di laboratorio la formica arborea *Crematogaster scutellaris* (Olivier) (Hymenoptera: Formicidae), non ha predato le uova ma si è dimostrata molto efficace nel predare tutti gli stadi giovanili, dimostrando tempi di predazione più rapidi sugli stadi di neanide rispetto a quelli di ninfa (CASTRACANI *et al.*, 2017). Altri studi di laboratorio effettuati utilizzando specie native europee di diversi predatori generalisti raccolti in natura hanno dimostrato che le neanidi possono essere predate da alcune specie di Tettigonidae, Reduviidae e Nabidae (BULGARINI *et al.*, 2019).

Da una indagine effettuata tra il 2014 e il 2016 in alcune aziende del territorio modenese e reggiano nei pereti e nelle aree incolte adiacenti (siepi ed aree erbacee) utilizzando tecniche attive per valutare l'abbondanza, la stagionalità e l'impatto di *H. halys* e di altri eterotteri fitofagi, è emerso che già pochi anni dopo la prima scoperta, questa specie invasiva superava largamente in abbondanza tutti gli altri Eterotteri, e che era presente nei frutteti lungo tutta la stagione produttiva causando danni considerevoli (oltre il 50% di frutti deformi nella maggioranza delle aziende campionate) soprattutto nelle aree perimetrali (MAISTRELLO *et al.*, 2017). Questo studio ha dimostrato per la prima volta il grande potenziale dannoso di *H. halys* come nuovo fitofago chiave dei frutteti per l'Europa meridionale e i rilievi effettuati negli anni successivi in questa ed altre aree frutticole del nord Italia hanno confermato ampiamente la gravità dei

danni causati da questo fitofago e le conseguenze della sua invasione nella gestione dei frutteti.

Non esistono insetticidi specifici efficaci contro la cimice Asiatica e i prodotti disponibili non danno risultati soddisfacenti in termini di riduzione dei danni, a causa del limitato effetto abbattente iniziale e della breve attività residuale (LESKEY *et al.* 2012a, LESKEY *et al.*, 2014). Analogamente a quanto accaduto negli Stati Uniti (LESKEY *et al.*, 2012b), anche in Italia nelle aree fortemente colpite da *H. halys* è aumentato di conseguenza l'impiego di insetticidi ad ampio spettro, stravolgendo i precedenti programmi di difesa integrata e determinando, a lungo termine, un impatto negativo sull'economia e sull'ambiente. Ad esempio, secondo i disciplinari di difesa integrata su pero in Emilia Romagna³, nel 2014 contro questo insetto erano autorizzati al massimo 5 trattamenti con neonicotinoidi e organofosfati, mentre nel 2019 sono stati autorizzati fino a 10 trattamenti, includendo anche 2 trattamenti con piretroidi. Alcuni studi hanno evidenziato l'efficacia delle reti multifunzionali (CANDIAN *et al.*, 2018, CARUSO & VERGNANI, 2019) e delle strategie che intensificano i trattamenti nelle aree perimetrali dei frutteti (BLAAUW *et al.*, 2015). Nell'ottica di razionalizzare la gestione della cimice Asiatica verso una maggiore sostenibilità, è necessario ponderare l'utilizzo delle diverse strategie in un contesto che possa valorizzare ed implementare il controllo biologico sia da parte di agenti nativi che, in futuro, anche di quelli esotici.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è frutto delle ricerche eseguite nell'ambito del Progetto "Strumenti e protocolli innovativi per il monitoraggio ed il controllo sostenibile della cimice aliena *Halyomorpha halys*, nuova minaccia fitosanitaria, e di altri eterotteri dannosi alle colture frutticole del territorio modenese" (SIME 2013.0665) cofinanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena, e del Progetto "HALYS" PSR 2014-2020 Op. 16.1.01 - GO PEI-Agri - FA 4B, con il coordinamento del CRPV, cofinanziato dalla Regione Emilia Romagna.

BIBLIOGRAFIA

ABRAM P.K., HOELMER K.A., ACEBES-DORIA A., ANDREWS H., BEERS E.H., BERGH J.C., BESSIN R., BIDDINGER D., BOTCH P., BUFFINGTON M.L., CORNELIUS M.L., COSTI E., DELFOSSE E.S., DIECKHOFF C., DOBSON R., DONAIS Z., GRIESHOP M., HAMILTON G., HAYE T., HEDSTROM C.,

³ <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agro-alimentari/temi/bio-agro-climambiente/agricoltura-integrata/disciplinari-produzione-integrata-vegetale/Collezione-dpi/2019/disciplinari-2019>

- HERLIHY M.V., HODDLE M.S., HOOKS C.R.R., JENTSCH P., JOSHI N.K., KUCHAR T.P., LARA J., LEE J.C., LEGRAND A., LESKEY T.C., LOWENSTEIN D., MAISTRELLO L., MATHESW C.R., MILNES J.M., MORRISON W.R., NIELSEN A.L., OGBURN E.C., PICKETT C.H., POLEY K., POTE J., RADL J., SHREWSBURY P.M., TALAMAS E., TAVELLA L., WALGENBACH J.F., WATERWORTH R., WEBER D.C., WELTY C., WIMAN N.G., 2017 – *Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe*. - J. Pest Sci., 90: 1009-1020.
- AK K., ULUCA M., AYDIN Ö., GOKTURK T., 2019 – *Important invasive species and its pest status in Turkey: Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae)*. - J. Plant Dis. Prot., 126: 401-408.
- BLAAUW B.R., POLK D., NIELSEN A.L., 2015 – *IPM-CPR for peaches: incorporating behaviorally-based methods to manage Halyomorpha halys and key pests in peach*. - Pest Manag. Sci., 71: 1513-1522.
- BULGARINI G., BADRA Z., MAISTRELLO L., 2019 – *Predatory ability of wild generalist predators against eggs and first instar nymphs of Halyomorpha halys*, In IOBC-WPRS Bull. Presented at the Proceedings of the meeting at Lisbon (Portugal), 20-25 January 2019: “Merging pheromones and other semiochemicals with integrated fruit production: current approaches and applications from research to field implementation in a changing environment”, pp. 106-107.
- CALLOT H.-J., BRUA C., 2013 – *Halyomorpha halys (Stål, 1855), la punaise diabolique, nouvelle espèce pour la faune de France (Heteroptera Pentatomidae)*. - L'Entomologiste, 69: 69-71.
- CANDIAN V., PANSÀ M.G., BRIANO R., PEANO C., TEDESCHI R., TAVELLA L., 2018 – *Exclusion nets: a promising tool to prevent Halyomorpha halys from damaging nectarines and apples in NW Italy*. -Bull. Insectology., 71: 21-30.
- CARUSO S., VERGNANI S., 2019 – *Cimice asiatica: buon controllo con le reti multifunzionali*. - Inf. Agrar., 24-25: 47-50.
- CASTRACANI C., BULGARINI G., GIANNETTI D., SPOTTI F.A., MAISTRELLO L., MORI A., GRASSO D.A., 2017 – *Predatory ability of the ant Crematogaster scutellaris on the brown marmorated stink bug Halyomorpha halys*. - J. Pest Sci., 90: 1181-1190.
- CESARI M., MAISTRELLO L., GANZERLI F., DIOLI P., REBECCHI L., GUIDETTI R., 2015 – *A pest alien invasion in progress: potential pathways of origin of the brown marmorated stink bug Halyomorpha halys populations in Italy*. - J. Pest Sci., 88: 1-7.
- CESARI M., MAISTRELLO L., PIEMONTESE L., BONINI R., DIOLI P., LEE W., PARK C.-G., PARTSINEVELOS G.K., REBECCHI L., 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*. - Biol. Inv., 20: 1073-1092.
- CHARLES J.G., AVILA G.A., HOELMER K.A., HUNT S., GARDNER-GEE R., MACDONALD F., DAVIS V., 2019 – *Experimental assessment of the biosafety of Trissolcus japonicus in New Zealand, prior to the anticipated arrival of the invasive pest Halyomorpha halys*. - BioControl, 64: 367-379.
- CLAEREBOUT S., HAYE T., ÓLAFSSON E., PANNIER É., BULTOT J., 2018 – *Premières occurrences de Halyomorpha halys (Stål, 1855) pour la Belgique et actualisation de sa répartition en Europe (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae)*. - Bull. Société R. Belge D'Entomologie, 154: 2015-227.
- COSTI E., HAYE T., MAISTRELLO L., 2017 – *Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys, in southern Europe*. - J. Pest Sci., 90: 1059-1067.
- COSTI E., HAYE T., MAISTRELLO L., 2018 – *Surveying native egg parasitoids and predators of the invasive Halyomorpha halys in Northern Italy*. - J. Appl. Entomol., 143: 299-307.
- FAÜNDEZ E.I., RIDER D.A., 2017 – *The brown marmorated stink bug Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) in Chile*. - Arq. Entomoloxicos, 17: 305-307.
- GAPON D.A., 2016 – *First records of the brown marmorated stink bug Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Georgia*. - Entomol. Rev., 96: 1086-1088.
- HANCOCK T.J., LEE D.-H., BERGH J.C., MORRISON W.R., LESKEY T.C., 2019 – *Presence of the invasive brown marmorated stink bug Halyomorpha halys (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) on home exteriors during the autumn dispersal period: Results generated by citizen scientists*. - Agric. For. Entomol., 21: 99-108.
- HAYE T., WYNGER D., GARIEPY T., 2014 a – *Recent range expansion of brown marmorated stink bug in Europe*. In Proc. Eighth Int. Conf. Urban Pests. Zurich, Switzerland, pp. 309-314
- HAYE T., ABDALLAH S., GARIEPY T., WYNGER D., 2014 b – *Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys, in Europe*. - J. Pest Sci., 87: 407-418.
- HAYE T., GARIEPY T., HOELMER K., ROSSI J.-P., STREITO J.-C., TASSUS X., DESNEUX N., 2015 a – *Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, Halyomorpha halys: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide*. - J. Pest Sci., 88: 665-673.
- HAYE T., FISCHER S., ZHANG J., GARIEPY T., 2015 b – *Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe?* - J. Pest Sci., 88: 693-705.
- HAYE T., WEBER D.C., 2017 – *Special issue on the brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys: an emerging pest of global concern*. - J. Pest Sci., 90: 987-988.
- HOEBEKE E.R., CARTER M.E., 2003 – *Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America*. - Proc. Entomol. Soc. Wash., 105: 225-237.
- HORWOOD M., MILNES J.M., COOPER W.R., 2019 – *Brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae), detections in Western Sydney, New South Wales, Australia*. - Austral Entomol., 58: 857-865.
- INATURALIST, 2019 – <https://www.inaturalist.org/taxa/81923-Halyomorpha-halys>.
- INKLEY D.B., 2012 – *Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae)*. - J. Entomol. Sci., 47: 125-130.
- LEE D.-H., SHORT B.D., JOSEPH S.V., BERGH J.C., LESKEY T.C., 2013 – *Review of the biology, ecology, and management of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the Republic of Korea*. - Environ. Entomol., 42: 627-641.
- LEE D.-H., CULLUM J.P., ANDERSON J.L., DAUGHERTY J.L., BECKETT L.M., LESKEY T.C., 2014 a – *Characterization of overwintering sites of the invasive Brown Marmorated Stink Bug in natural landscapes using human surveyors and detector canines* - PLoS ONE, 9: e91575.
- LEE D.-H., NIELSEN A.L., LESKEY T.C., 2014 b – *Dispersal capacity and behavior of nymphal stages of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) evaluated under*

- laboratory and field conditions*. - J. Insect Behav., 27: 639-651.
- LEE D.-H., LESKEY T.C., 2015 – *Flight behavior of foraging and overwintering brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae)*. - Bull. Entomol. Res., 105: 566-573.
- LESKEY T.C., LEE D.-H., SHORT B.D., WRIGHT S.E., 2012 a – *Impact of insecticides on the invasive Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae): Analysis of insecticide lethality*. - J. Econ. Entomol., 105: 1726-1735.
- LESKEY T.C., SHORT B.D., BUTLER B.R., WRIGHT S.E., 2012 b – *Impact of the Invasive Brown Marmorated Stink Bug, Halyomorpha halys (Stål), in Mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: case studies of commercial management*. - Psyche J. Entomol., 2012.
- LESKEY T.C., SHORT B.D., LEE D.-H., 2014 – *Efficacy of insecticide residues on adult Halyomorpha halys (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards*. - Pest Manag. Sci., 70: 1097-1104.
- LESKEY T.C., NIELSEN A.L., 2018 – *Impact of the invasive Brown Marmorated Stink Bug in North America and Europe: history, biology, ecology, and management*. - Annu. Rev. Entomol., 63: 599-618.
- MAISTRELLO L., DIOLI P., BARISELLI M., MAZZOLI G.L., GIACALONE-FORINI I., 2016 – *Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of Halyomorpha halys in Southern Europe*. - Biol. Inv., 18: 3109-3116.
- 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*. - J. Pest Sci., 90: 1231-1244.
- MAISTRELLO L., DIOLI P., DUTTO M., VOLANI S., PASQUALI S., GILIOLI G., 2018 – *Tracking the spread of sneaking aliens by integrating crowdsourcing and spatial modeling: the Italian invasion of Halyomorpha halys*. - BioScience, 68: 979-989.
- MALEK R., TATTONI C., CIOLLI M., CORRADINI S., ANDREIS D., IBRAHIM A., MAZZONI V., ERIKSSON A., ANFORA G., 2018 – *Coupling Traditional Monitoring and Citizen Science to Disentangle the Invasion of Halyomorpha halys* - ISPRS Int. J. Geo-Inf., 7: 171.
- MARTINSON H.M., BERGMANN E.J., VENUGOPAL P.D., RILEY C.B., SHREWSBURY P.M., RAUPP M.J., 2016 – *Invasive stink bug favors naïve plants: Testing the role of plant geographic origin in diverse, managed environments*. - Sci. Rep., 6.
- MILONAS P. G., PARTSINEVELOU G.K., 2014 – *First report of brown marmorated stink bug Halyomorpha halys Stål (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece*. - EPPO Bull., 44: 183-186.
- MORAGLIO S.T., TORTORICI F., PANSÀ M.G., CASTELLI G., PONTINI M., SCOVERO S., VISENTIN S., TAVELLA L., 2020 – *A 3-year survey on parasitism of Halyomorpha halys by egg parasitoids in northern Italy*. - J. Pest Sci., 93: 183-194.
- MUSOLIN D.L., KONJEVIĆ A., KARPUN N.N., PROTSSENKO V.YE., AYBA L.YA., SAULICH A.KH., 2018 – *Invasive brown marmorated stink bug Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Serbia: history of invasion, range expansion, early stages of establishment, and first records of damage to local crops*. - Arthropod-Plant Interact., 12: 517-529.
- WIMAN N.G., WALTON V.M., SHEARER P.W., RONDON S.I., LEE J.C., 2014 – *Factors affecting flight capacity of brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae)*. - J. Pest Sci., 88: 37-47.