

## INDAGINE SUGLI EFFETTI DELLA PRESENZA DI *HALYOMORPHA HALYS* NEL PROCESSO DI VINIFICAZIONE DELLE VARIETÀ PINOT GRIGIO, RIBOLLA GIALLA E MERLOT IN FRIULI VENEZIA GIULIA

L. BENVENUTO<sup>1</sup>, G. MALOSSINI<sup>1</sup>, I. BERNARDINELLI<sup>1</sup>, G. COLUSSI<sup>1</sup>,  
F. MASINO<sup>2,3</sup>, A. ANTONELLI<sup>2,3</sup>, F. ANACLERIO<sup>4</sup>, M. DE CANDIDO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Servizio Fitosanitario e chimico, ricerca, sperimentazione e assistenza tecnica - ERSA  
Via Sabbatini 5, 33050 Pozzuolo del Friuli Udine

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Vita - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, via  
Amendola 2 - Padiglione Besta 42122 Reggio Emilia

<sup>3</sup>Centro di Ricerca Interdipartimentale per il Miglioramento e la Valorizzazione delle Risorse  
Biologiche Agro-Alimentari BIOGEST - SITEIA, Università di Modena e Reggio Emilia,  
Tecnopolo, Piazzale Europa 1, 42124 Reggio Emilia

<sup>4</sup>VCR - Vivai Cooperativi Rauscedo  
luca.benvenuto@ersa.fvg.it

### RIASSUNTO

In Friuli Venezia Giulia la coltivazione della vite si estende su circa 25.000 ha, il settore vitivinicolo è considerato di assoluto rilievo per l'elevata qualità dei vini prodotti. Nell'arco di cinque anni *Halyomorpha halys* si è diffusa su tutto il territorio regionale con intensità molto elevate se comparate con quelle di altre regioni italiane. Già dai primi anni il potenziale impatto negativo della cimice marmorata asiatica sull'agricoltura si è manifestato con danni alle colture frutticole. Si è osservata la presenza anche su vigneti, principalmente a metà giugno, metà luglio e in alcune aree anche prima della vendemmia. L'obiettivo di questo lavoro riguarda la valutazione di un'eventuale interferenza della presenza di cimici in fase di vinificazione, con analisi del profilo aromatico di vini, ottenuti da microvinificazioni di tre varietà: Pinot grigio, Ribolla Gialla e Merlot. La prova è stata ripetuta per due anni (2017 e 2018). Le microvinificazioni sono state realizzate con un quantitativo di cimici vive molto elevato (3 per grappolo, con peso medio di 150g). I risultati delle analisi di laboratorio e delle prove di degustazione dei vini non hanno evidenziato la presenza di aldeidi specifiche prodotte da *Halyomorpha halys* né particolari sentori sgradevoli all'assaggio.

**Parole chiave:** profilo aromatico, cimice marmorata asiatica

### SUMMARY

EFFECTS OF *HALYOMORPHA HALYS* IN WINE PROCESSING OF THE VARIETIES  
PINOT GRIGIO, RIBOLLA GIALLA AND MERLOT IN FRIULI VENEZIA GIULIA

Viticulture in Friuli Venezia Giulia (northern Italy) covers about 25.000 ha and is renowned for the high quality of the wines produced. 5 years after the first detection, brown marmorated stink bug (BMSB) spread all over the region with population densities higher than those of the other Italian regions. Since the beginning, the negative impact of BMSB on agriculture was mainly related to damages of fruit crops. Its presence was also observed on vineyards in mid-June, mid-July and in several areas even before the harvest. The aim of this study was to evaluate the possible impact of BMSB on wine processing, with the analysis of the aromatic profile of wines of three varieties: Pinot Grigio, Ribolla Gialla and Merlot. Trials were carried out over two seasons (2017 and 2018). Microvinification considered a high amount of live adults BMSB (3 per cluster, average weight 150 g). Results did not show the presence of specific aldehydes produced by BMSB or particularly unpleasant taste of the wine.

**Keywords:** aromatic profile, BMSB

## INTRODUZIONE

La cimice marmorata asiatica (*Halyomorpha halys*) è un emittente pentatomide di origine alloctona che ha avuto modo di diffondersi molto rapidamente nel Nord Italia. La prima segnalazione è stata effettuata su un vigneto nella provincia di Modena nel 2012 (Maistrello et al., 2014) e a distanza di sette anni si è diffusa su buona parte del nord Italia e in numerosi Paesi europei (Maistrello, 2018). Si tratta di un insetto particolarmente difficile da controllare a causa dell'elevata mobilità tra le colture.

In Friuli Venezia Giulia i primi rinvenimenti sono stati osservati nel 2014 su melo e nell'arco di cinque stagioni ha progressivamente colonizzato il resto della regione e dalla fine del 2018 si considera presente in tutto il territorio (Malossini et al., 2018). In questa regione i danni più consistenti sono proprio a carico delle colture frutticole (melo, pero e pesco), coltivate su superfici relativamente ridotte (2.700 ha) se paragonate a quelle della vite (25.000 ha) (Cacioli, 2018). Il settore vitivinicolo è considerato di assoluto rilievo per la qualità dei vini prodotti e per l'importanza a livello economico. Pertanto, la concomitante rapida diffusione di *H. halys* nel territorio regionale e la sua presenza nei vigneti ha destato molta apprensione tra gli operatori del settore. Il timore risiede nella possibilità che la cimice marmorata asiatica sia in grado di diventare un potenziale pericolo a causa di danni diretti ai grappoli, con conseguente riduzione della produzione, e soprattutto possa causare odori sgradevoli nei processi di vinificazione. Negli Stati Uniti *H. halys* ha creato grosse preoccupazioni con i primi rinvenimenti in diversi vigneti della costa Atlantica nel 2010 (Rice et al., 2014). È stata infatti rilevata la presenza di tutti gli stadi di sviluppo di *H. halys* su grappoli, dove ha avuto modo di svilupparsi e secondo alcuni lavori tutti gli stadi dell'insetto possono essere fonte di danno ai grappoli (Bernon, 2004). Le foglie della vite sono un ottimo substrato per le ovideposizioni di questo pentatomide. È stato anche stimato che la presenza di 5 individui di *H. halys* per grappolo possa causare una perdita della produzione (Smith et al., 2014).

Poiché in Friuli Venezia Giulia non sono stati segnalati cali della produzione attribuibili alla presenza di cimici, sebbene la pressione del pentatomide sia molto elevata, si è voluto porre maggiore attenzione ad eventuali interferenze nel processo di vinificazione (odore rilasciato dalle cimici). Da cimici poste sotto stress, infatti, sono state rilevate con analisi in gascromatografia accoppiata con spettrometro di massa multimediale (MDGC-MS), più di 39 molecole. Le principali risultano essere tridecano, dodecano, *trans*-2-decenale. Tridecano e *trans*-2-decenale assieme costituiscono il 70 % del totale delle sostanze rilasciate da *H. halys* (Baldwin et al., 2014; Solomon, 2013). L'odore sgradevole emanato dalle cimici è dovuto principalmente alla presenza del *trans*-2-decenale (Baldwin et al., 2014) con una soglia di percezione bassa (Mohekar et al., 2017). Negli Stati Uniti sono state condotte diverse esperienze per verificare se la presenza di queste molecole potesse creare problemi in fase di vinificazione ed i test sono stati realizzati sia su vini bianchi che rossi (Pinot Nero) (Mohekar et al., 2017).

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di verificare una possibile interferenza dovuta alla presenza di cimici in fase di vinificazione. La valutazione è stata eseguita con l'analisi del profilo aromatico di tre vini (Pinot grigio, Ribolla Gialla, Merlot).

## MATERIALI E METODI

I campioni di vino sono stati ottenuti da uve di tre varietà coltivate in Friuli Venezia Giulia e rappresentative di tre tipologie di vinificazione: Pinot grigio (vinificazione in bianco), Ribolla Gialla (vinificazione base spumante), Merlot (vinificazione in rosso). La sperimentazione è stata condotta su vini ottenuti dalle vendemmie 2017 e 2018 (tabella 1) in cui si è avuta

un'ampia diffusione di *H. halys* soprattutto nelle aree di pianura, dove è maggiormente concentrata la viticoltura. In entrambe le stagioni sono stati eseguiti monitoraggi visivi per verificare il momento in cui i diversi stadi di sviluppo di *H. halys* cominciavano a comparire nei vigneti. In fase di vendemmia si è quindi proceduto a raccogliere da varie piante ospiti un quantitativo di cimici adulte necessarie alla sperimentazione, la quale è stata condotta confrontando i vini contaminati da cimici con vini testimone.

Sui vini si è proceduto con l'analisi del profilo aromatico per verificare la presenza di composti volatili, come 2-*trans*-decenale e tridecano, prodotti dalle cimici poste sotto stress durante la fase di vinificazione.

Tabella 1. Codici identificativi dei campioni analizzati

Codice	Vino	Codice	Vino	Anno
RT17	Ribolla Testimone	RC17	Ribolla Contaminata da cimice	2017
RT18	Ribolla Testimone	RC18	Ribolla Contaminata da cimice	2018
PGT17	Pinot Grigio Testimone	PGC17	Pinot Grigio Contaminata da cimice	2017
PGT18	Pinot Grigio Testimone	PGC18	Pinot Grigio Contaminata da cimice	2018
MT17	Merlot Testimone	MC17	Merlot Contaminato da cimice	2017
MT18	Merlot Testimone	MC18	Merlot Contaminato da cimice	2018

### Monitoraggio

Sono stati eseguiti rilievi di tipo visivo in alcuni vigneti per verificare la presenza dei diversi stadi di sviluppo di *H. halys* nel corso della stagione e valutare i livelli di infestazione.

### Vinificazione

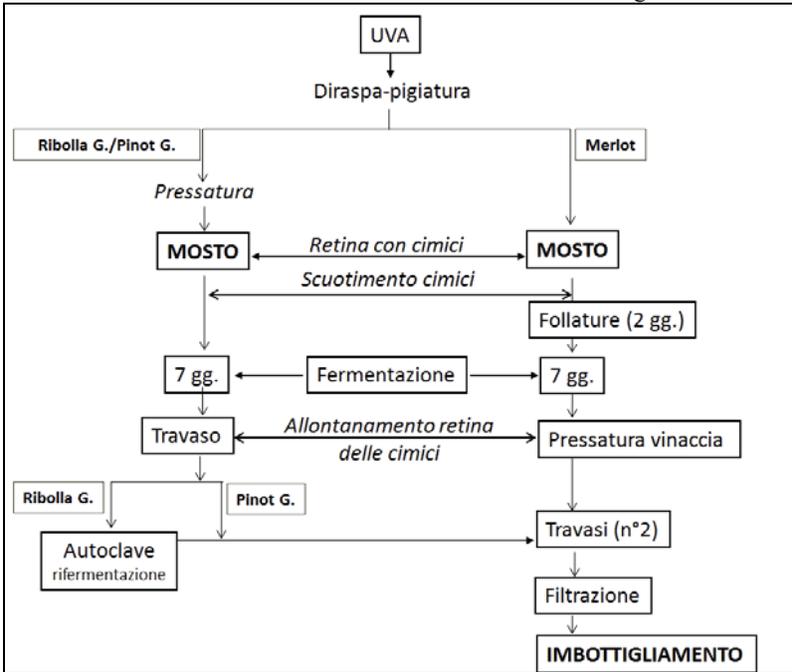
Sono state eseguite tre diverse tipologie di vinificazione che prevedevano la presenza accidentale di individui adulti di *H. halys* all'interno del processo di vinificazione delle uve Ribolla Gialla, Pinot Grigio e Merlot. Sono stati utilizzati 150 kg di uva di ciascuna varietà per procedere alla vinificazione. Il mosto ottenuto dopo la pressatura e la diraspa-pigiatura è stato suddiviso in due quote equivalenti di 50 L. Nella prima quota sono state inserite cimici adulte vive, poste all'interno di una retina, che prima di essere lasciata nel mosto per il resto del processo di fermentazione, è stata colpita energicamente per mettere le cimici in condizioni di stress (trattato). La seconda quota di mosto, invece, non ha previsto l'aggiunta di cimici (testimone). Il numero di cimici aggiunte è stato calcolato prevedendo 3 individui adulti per grappolo, considerando un grappolo dal peso medio di 150 g, quindi per ogni microvinificazione venivano inserite circa 1500 cimici per un peso totale di cimici di 150 g (0,1 g peso medio stimato di una cimice adulta). Il processo di vinificazione dei vini è schematizzato nella figura 1.

### Estrazione e quantificazione dei composti aromatici

La procedura per l'estrazione in fase solida è stata effettuata mediante cartucce IST Isolute C18-EC (Biotage) da 5g precedentemente attivate con metanolo. Una prefissata quantità di standard interno (2-ottanolo; 10,000 ppm in etanolo) è stato aggiunto al campione il quale è stato, quindi, estratto con cartucce ed eluito con diclorometano. L'estratto ottenuto è stato separato dall'acqua residua mediante congelamento e concentrato a piccolo volume (0,1 mL).

Successivamente, la frazione aromatica estratta è stata analizzata usando un gascromatografo accoppiato allo spettrometro di massa (GC/MS) (Montevecchi et al., 2015).

Figura 1. Processo di vinificazione delle uve Ribolla Gialla e Pinot Grigio



## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Monitoraggio

Dai monitoraggi visivi, eseguiti in entrambe le annate, si è osservato che la presenza di *H. halys* (adulti e forme giovanili) nei vigneti avviene principalmente in due periodi: tra la metà di giugno e la metà di luglio e in alcune aree, in maniera anche massiccia, a ridosso della vendemmia. Nel corso dei monitoraggi si è potuto rilevare anche la presenza di ovature di *H. halys* che vengono deposte sulla pagina inferiore delle foglie. Le cimici sono presenti maggiormente nei filari di bordo. Durante le ore più calde tendono a nascondersi all'interno dei grappoli o tra le foglie.

È stato difficile verificare la presenza di danni diretti agli acini, poiché questi possono presentare lievi depressioni causate da stress fisiologici e abiotici come scottature e rammollimenti dell'epidermide che potrebbero indurre a identificare il danno come diretta conseguenza della puntura delle cimici. Non si è mai riscontrato un numero medio di cimici superiore a 3 per grappolo, anche nelle zone a più elevato livello di infestazione.

### Analisi dei vini e del profilo aromatico

I vini ottenuti in entrambe le annate sono stati analizzati per i principali parametri utilizzati in enologia. I dati sono paragonabili per i vini ottenuti in presenza di cimici e quelli che ne erano privi. I valori riscontrati sono da considerarsi in linea con quelli storici osservati per i

vini oggetto dello studio ottenuti da uve coltivate nella pianura delle Grave della Regione Friuli Venezia Giulia (tabella 2).

Tabella 2. Analisi dei principali parametri enologici in pre-imbottigliamento

Varietà	Acidità Totale (g/L)	Acido Tartarico (g/L)	Acido Malico (g/L)	pH	Estratto netto (g/L)	Flavonoidi (mg/L)	Antociani (mg/L)	Polifenoli totali (mg/L)	Alcool (%)	Acidità volatile (g/L)	Zuccheri riduttori (g/L)
RT18	5,44	2,8	0,37	3,2	17,1	-	-	-	11,64	0,37	8,09
RC18	5,58	2,85	0,36	3,23	17,07	-	-	-	11,91	0,38	7,01
PGT18	5,5	2,51	1,19	3,25	18,72	-	-	-	13,07	0,16	1,46
PGC18	5,4	2,61	0,74	3,28	19,26	-	-	-	13,07	0,23	1,53
MT18	4,93	1,73	0	3,66	26,64	1850	678	2118	13,34	0,57	2,58
MC18	4,96	1,61	0,02	3,72	27,13	1710	698	2045	13,34	0,56	2,83

Nei vini esaminati, testimoni e controlli, sono stati cercati 53 composti aromatici. Gli alcoli superiori rappresentano la classe più abbondante con una concentrazione totale che oscilla tra 333 mg/L nel campione RT17 e 570 mg/L nel PGC2017 (tabella 3). Gli alcoli superiori che maggiormente influenzano il profilo aromatico dei vini sono gli alcol isoamilici e alcol fenilico in quanto superano, sempre, la concentrazione soglia di percezione. Il valore OAV (Odor Activity Value) di questi composti aromatici, calcolato come rapporto tra concentrazione media nei diversi campioni e la propria soglia di percezione, risulta essere rispettivamente di 9,32 e 1,35 per alcol isoamilico e fenilico (dati non riportati) e sono in accordo con il valore di  $OAV > 1$ . E' noto che tanto più questo valore è alto tanto maggiore risulta il contributo sensoriale del composto nel vino. Come si evince dalla tabella 3, i vini trattati con le cimici mostrano un contenuto in alcoli superiori sempre maggiore rispetto al proprio testimone.

Valori molto alti di questi composti (300-400 mg/L) potrebbero non contribuire in maniera positiva alla qualità del prodotto (Montevicchi et al., 2015; Rapp et al., 1986). Molti dei vini, soprattutto quelli contaminati, evidenziano valori abbondantemente superiori alla soglia critica di 400 mg/L.

Riguardo a quanto detto sull'aumento del contenuto di alcoli superiori nei vini trattati, è bene ricordare che alcol isobutilico, fenilico ed alcoli isoamilici si originano dal metabolismo degli aminoacidi da parte dei lieviti (leucina, isoleucina, valina, isovalina, fenilalanina) e potrebbe, quindi, non essere escluso un contributo delle cimici sul contenuto di questi composti. Questo avvalorato quanto riportato in un recente studio effettuato sui vini contaminati da *H. halys*, ossia che possibili modificazioni del corredo aromatico di un vino potrebbe essere riconducibile ad una influenza indiretta dell'insetto quando presente in vinificazione (Tommasini et al., 2018).

Nessuna presenza di composti volatili quali aldeidi insature a corta catena (*trans*-2-esenale, *trans*-2-ottenale, *trans*-2-decenale) tipiche dell'insetto, nonché i corrispettivi esteri che possono originarsi durante la conservazione in bottiglia (*trans*-2-esenil, *trans*-2-octenil e *trans*-2-decenil acetati) sono stati ritrovati nei vini contaminati. Questo risultato è perfettamente in linea con quanto riscontrato in precedenti studi. La presenza di questi composti rilasciati nel mosto dalle cimici nel processo di vinificazione tende notevolmente ad abbassarsi sotto la soglia di sensibilità dello strumento e sotto la soglia di percezione olfattiva (Mohekar et al., 2017) a causa della loro elevata volatilità ed instabilità. Inoltre, durante la

fermentazione l'allontanamento dei composti volatili della cimice può essere favorito dall'azione strippante della CO<sub>2</sub>.

E' da sottolineare, tuttavia, nei campioni di vino sottoposti allo studio, la presenza di alcuni idrocarburi ( $\Sigma$ aldeidi e idrocarburi), quali per esempio il tridecano che alcuni autori hanno associato alla possibile contaminazione da cimici (Mohekar et al., 2017a). Nei nostri studi non è stato possibile confermare questo risultato in quanto il composto è stato ritrovato in tutti i campioni analizzati in concentrazioni tra loro molto simili se paragoniamo il vino contaminato al suo testimone.

Se gli alcoli superiori aumentano nei vini contaminati rispetto al controllo, altre classi di composti aromatici sembrano non modificarsi in maniera apprezzabile ( $\Sigma$  alcoli) o diminuire E' il caso del contenuto totale degli esteri degli acidi grassi a corta catena ( $\Sigma$ esteri degli acidi grassi) e degli acetati ( $\Sigma$ acetati) che diminuiscono in determinati vini contaminati (MC17 e RC18) (tabella 3). Apparentemente la diminuzione del contenuto di queste classi di composti non sembra essere legato ad una causa specifica e neanche alla presenza dell'insetto, ma può accadere che variabili di altra natura possano incidere maggiormente.

Infine, i campioni di vino analizzati mostrano la presenza di fenoli volatili in concentrazione molto bassa, in particolare il 4-etilfenolo, con note di garofano e pepato. Per questi composti volatili si osserva, in qualche raro caso, un aumento nei campioni contaminati che tuttavia non impatta sull'aroma dei campioni in quanto la loro concentrazione (ug/L) è notevolmente sotto la soglia di percezione di 0,15 mg/L (tabella 3).

Tabella 3. Concentrazione totale per classi di composti dei vini contaminati da cimici e testimoni delle annate 2017 e 2018

RIBOLLA GIALLA (Composti aromatici)	RT17	RC17	RT18	RC18
$\Sigma$ alcoli superiori (mg/L)	333	472	366	413
$\Sigma$ alcoli (ug/L)	7170	7059	7117	7331
$\Sigma$ esteri acidi grassi (ug/L)	5149	5271	5392	5668
$\Sigma$ acetati (ug/L)	763	1272	1618	1361
$\Sigma$ acidi (ug/L)	9534	9491	7380	10645
$\Sigma$ aldeidi ed idrocarburi (ug/L)	12,91	3,39	3,38	3,09
$\Sigma$ fenoli volatili (ug/L)	0,32	0,36	0,29	0,2
PINOT GRIGIO (Composti aromatici)	PGT17	PTGC17	PGT18	PGC18
$\Sigma$ alcoli superiori (mg/L)	564	570	434	439
$\Sigma$ alcoli (ug/L)	6934	7739	7294	7824
$\Sigma$ esteri acidi grassi (ug/L)	5545	6917	10291	9697
$\Sigma$ acetati (ug/L)	1203	1382	3672	4619
$\Sigma$ acidi (ug/L)	11753	9923	11340	10186
$\Sigma$ aldeidi ed idrocarburi (ug/L)	0,21	0,65	0,09	0,13
$\Sigma$ fenoli volatili (ug/L)	0,4	0,47	0,18	0,36
MERLOT (Composti aromatici)	MT17	MC17	MT18	MC18
$\Sigma$ alcoli superiori (mg/L)	393	496	336	495
$\Sigma$ alcoli (ug/L)	5794	6420	5676	5545
$\Sigma$ esteri acidi grassi (ug/L)	10263	4870	3886	4836
$\Sigma$ acetati (ug/L)	1255	1066	719	925
$\Sigma$ acidi (ug/L)	6904	3819	4387	3882
$\Sigma$ aldeidi ed idrocarburi (ug/L)	1,18	2,81	8,99	5,08
$\Sigma$ fenoli volatili (ug/L)	0,44	0,32	0,55	0,19

## CONCLUSIONI

Le prove di microvinificazione eseguite su Merlot, Ribolla Gialla e Pinot Grigio, in presenza di alte quantità di cimici, hanno permesso di verificare, come già osservato da precedenti esperienze con l'analisi del profilo aromatico di altri vini (Mohekar et al., 2017), che le sostanze responsabili degli odori sgradevoli rilasciate dalle cimici (*trans*-esenale, *trans*-2-ottenale, *trans*-2-decenale) non sono presenti nei vini considerati.

Questa informazione consente di ritenere che, agli attuali elevati livelli di popolazione di *H. halys* presenti in regione, la coltivazione della vite da vino non sia soggetta a danni riconducibili ad alterazioni negative nel processo di vinificazione.

Non sono state osservate anomalie nel profilo aromatico dei tre vini, anche con tipologie di vinificazione differenti, dovute al contatto diretto delle cimici nel processo di vinificazione.

Questo dato è confortato anche da degustazioni eseguite da professionisti e da non esperti del settore nel primo anno di prova, i quali non sono stati in grado di identificare i vini ottenuti in presenza di cimici.

Pertanto, da quanto emerso in questo studio, si può ritenere che la presenza di cimici, anche con l'attuale pressione rilevata nei vigneti del Friuli Venezia Giulia, non possa creare problemi per il profilo aromatico nei vini ottenuti.

## LAVORI CITATI

- Baldwin R.L. IV, Zhang A., Fultz S. W., Abubeker S., Harris C., Connor E.E., Van Hekken D.L., 2014. Hot topic: Brown marmorated stink bug odor compounds do not transfer into milk by feeding bug-contaminated corn silage to lactating dairy cattle. *J dairy Sci.*, 97, 1877-1884
- Bernon G., 2004. Biology of *Halyomorpha halys*, the brown marmorated stink bug (BMSB) Final Report - USDA APHIS CPHST Project T3P01. USDA APHIS
- Cacioli P., 2018. Annuario statistico italiano 2018 ed. ISTAT. Pagine XXIV+777
- 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., Dutto M., Volani S., Pasquali S., Gilioli G., 2018. Tracking the Spread of Sneaking Aliens by Integrating Crowdsourcing and Spatial Modelling: The Italian Invasion of *Halyomorpha halys*. *BioScience*, 68, 12, 979-989.
- Malossini G., Bernardinelli I., Benvenuto L., 2018. *Halyomorpha halys*: stato dell'arte monitoraggio in Friuli Venezia Giulia a 5 anni dal primo rinvenimento. *Notiziario ERSA*, 3, 21-25.
- Mohekar P., Lapis T.J., Wiman N.G., Lim J., Tomasino E., 2017 Brown Marmorated Stink Bug Taint in Pinot noir: Detection and Consume Rejection Thresholds of *trans*-2-Decenal, *Am. J. Enol. Vitic.*, 68, 1, 120-126.
- Mohekar P., Osborne J.P., Wiman N.G., Walton V., Tomasino E., 2017a. Influence of Winemaking Processing Steps on the Amounts of (E)-2-Decenal and Tridecane as Off-Odorants Caused by Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys*), *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 65, 872-878.
- Montevicchi G., Masino F., Vasile Simone G., Cerretti E., Antonelli A., 2015. Aromatic profile of white sweet semi-sparkling wine from Malvasia di Candia Aromatica grapes. *South African J. Enol. Vitic.*, 36, 2, 267-276.

- Rice K.B., Bergh C.J., Bergmann E.J., Biddinger D.J., Dieckhoff C., Dively G., Fraser H., Garipey T., Hamilton G., Haye T., Herbert A., Hoelmer K., Hooks C.R., Jones A., Krawczyk G., Kuhar T., Martinson H., Mitchell W., Nielsen A.L., Pfeiffer D.G., Raupp M. J., Rodriguez-Saona C., Shearer P., Shrewsbury P., Venugopal P.D., Whalen J., Wiman N. G., Leskey T.C., 2014. Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 5, 3, A1-A13.
- Smith, J.R., Hesler, S.P., Loeb G.M., 2014. Potential Impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on Grape Production in the Finger Lakes Region of New York. *J Entomol. Sci.*, 49, 290-303. Doi:10. 18471/0749-8004-49.3.290
- Solomon D., Dutcher D., Raymond T., 2013. Characterization of *Halyomorpha halys* (brown marmorated stink bug) biogenic volatile organic compound emissions and their role in secondary organic aerosol formation. *J. Air Waste Manag. Assoc.*, 63, 11, 1264-1269
- Rapp A., Manderly H., 1986. Wine aroma. *Experientia*, 42, 8, 873-884.
- Tommasini, M.G., Nannini R., Bortolotti P.P., Casoli L., Montevecchi G., Masino F., Antonelli A., Simoni M., Preti M., 2018. Cimice asiatica in vigneto, vero o falso problema?. *Vite & Vino*, 2, 60-67.