

RISULTATI DI PROVE SPERIMENTALI IN SEMICAMPO E LABORATORIO CON DERIVATI NATURALI E BAGNANTI PER IL CONTROLLO DI *HALYOMORPHA HALYS*

M. PASINI¹, L. TOSI¹, M. DAL CERO¹, P. BECCARI¹, D. PISANI²

¹ AGREA Centro Studi - Via G. Garibaldi 5/16, 37057 San Giovanni Lupatoto (VR)

² Università degli Studi di Verona - Dip.to di Biotecnologie - Via Ca' Vignal 1, 37134 Verona
max.pasini@agrea.it

RIASSUNTO

Sono state condotte alcune prove sperimentali in semicampo e laboratorio, con prodotti di varia natura, contro la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*). Alle condizioni in cui si è operato, la sostanza attiva acetamiprid ha mostrato il 100% di efficacia, il piretro naturale e il formulato a base di farina di brassicacee + olio di senape hanno fornito efficacia variabile dal 20 al 40%. La zeolite ha evidenziato anch'essa un'efficacia variabile (dal 20 al 70%) a seconda della dose. Caolino, maltodestrina, lecitina di soia e un olio trattato con ozono hanno ottenuto scarsa efficacia. È stata dimostrata l'azione insetticida di alcuni coadiuvanti usati con funzione bagnante o antischiuma, tra cui eptametiltrisilossano, ottenendo un'efficacia variabile tra 65 e 100%, con una DL₅₀ stimata attorno ai 40 mL/hL e un'azione più importante su neanidi rispetto agli adulti. Un test di fitotossicità su piante di pomodoro e vite ha però evidenziato che l'uso di questo derivato silossanico presenta problemi di selettività.

Parole chiave: cimice asiatica, controllo, coadiuvanti, insetticidi

SUMMARY

EXPERIMENTAL RESULTS OF SEMI-FIELD AND LABORATORY TRIALS IN THE CONTROL OF *HALYOMORPHA HALYS*

Experimental tests were carried out in the semi-field and in the laboratory against the Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys* Stål), in order to extend the spectrum of possible insecticides and further clarify the effectiveness of some of them already in use. At the experimental conditions, the active substance acetamiprid showed 100% efficacy, pyrethrum and a formulation based on brassica flour + mustard oil provided variable efficacy from 20 to 40%. Zeolite tested at different dosages also obtained efficacy levels variable from 20 to 70%. Kaolin, maltodextrin, soy lecithin and a formulation based on oil treated with ozone gave scarce effect. The insecticidal action of some adjuvants used with a wetting or anti-foam function was proved. Eptamethyltrisiloxane effect was investigated obtaining efficacy levels variable between 65 and 100%, with an estimated LD₅₀ around 43 mL/hL and a most important action towards nymphs compared to adults. However, a further phytotoxicity test on tomato and grapevine, clarified that the use of this siloxane derivative presents some selectivity problems.

Keywords: BMSB, control, adjuvants, insecticides

INTRODUZIONE

La lotta alla cimice asiatica (*Halyomorpha halys* Stål) è alquanto difficoltosa e allo stato attuale la lotta chimica non è in grado di contenere i gravissimi danni che le popolazioni del fitomizo, ancora in espansione, causano alle colture ortofrutticole (Leskey e Nielsen, 2018; Maistrello et al., 2018). Assieme a insetticidi di sintesi, che sono stati oggetto di diverse sperimentazioni (Nannini et al., 2016; Pasqualini et al., 2016), sono stati saggianti in questi anni anche diversi prodotti alternativi o derivati naturali, cercando di compensare la carenza di

mezzi di difesa nell'ambito dell'agricoltura biologica e nello stesso tempo ampliare lo spettro di meccanismi di azione (Lee et al., 2014; Nannini e Bortolotti, 2018; Pasini et al., 2018). La soluzione principe per abbassare le popolazioni a livelli adeguati a limitare i danni su valori compatibili con la redditività, è l'introduzione della lotta biologica classica (Stahl et al., 2019; Haye et al., 2019; Sabbatini et al., 2018). Per ridurre l'impatto della cimice asiatica sulle colture è stata dimostrata l'utilità di abbinare le reti multifunzionali ai trattamenti chimici (Caruso e Vergnani, 2019); altri metodi alternativi, sempre non risolutivi, sono allo studio in una prospettiva di lotta integrata: metodo "Attract and Kill", catture massali a fine estate, ecc. (Tommasini et al., 2019).

L'uso di sostanze alternative o di origine naturale non sempre è supportato da una adeguata sperimentazione, soprattutto per il fatto che queste non sono normate così rigidamente come i prodotti fitosanitari. Questo lavoro, che riporta i risultati di alcune prove sperimentali svolte in ambiente di semicampo e laboratorio, ha inteso portare un contributo sperimentale in questo senso, rivedendo anche il comportamento di sostanze già sperimentate (Pasini et al., 2018). In particolare, è stato approfondito il ruolo di alcuni coadiuvanti, olio minerale e altre sostanze di recente introduzione in miscela con piretro naturale e l'attività insetticida di sostanze di origine minerale (zeolite e caolino).

MATERIALI E METODI

Nella tarda estate del 2018 sono state condotte due prove di efficacia in ambiente confinato (semicampo). La prima era orientata a determinare l'effetto insetticida diretto su neanidi di terzo stadio (contatto dell'insetto con lo spray, confinandolo all'interno di retini di tulle assieme alla pianta ospite). La seconda è stata impostata a seguito dei risultati della prima, i cui prodotti con migliore attività sono stati saggiati anche per l'effetto indiretto (contatto tarsale dell'insetto con il residuo dello spray sulla pianta ospite dopo asciugatura). I prodotti e i dosaggi saggiati in queste prove sono riportati nella tabella 1 e 2.

Tabella 1. Prodotti a confronto nella prima prova di semicampo (effetto spray diretto)

Prodotto	Sostanza attiva	% conc	Dose formulato g o mL/hL	Obiettivo/commento
Epik SL	acetamiprid	4,67	200	Standard di rif.
Asset	piretro naturale	4	120	Efficacia piretro da solo e in miscela con coadiuvanti e altri prodotti
Asset+Biolid Up	p.n. + olio minerale	4 + 80	120+500	
Asset+Lecitina **	p.n. + lecitina di soia	4 + 80	120+200	
Asset+Eradicoat	p.n. + maltodestrina	4 + 49	120+2500	
Asset+Silwet Fastex*	p.n. + eptametiltrisilossano	4 + 84	120+100	
Duo Fruit **	olio senape + farina brassicacee		1000+300	Efficacia Duo Fruit da solo e con olio
Duo Fruit+Biolid UP	o.s. + f.b. + olio minerale		1000+300+500	
Biolid up	olio minerale	80	1000	Termini di confronto per le tesi precedenti
Lecitina **	lecitina di soia	80	200	
Eradicoat	maltodestrina	49	2500	
Silwet Fastex *	eptametiltrisilossano	84	100	
Biozon**	olio veg. trattato con ozono		1000	Altre sostanze alternative
Surround WP **	polvere di roccia (caolino)	95	5000	
Zeolite Cubana **	polvere di roccia (zeolite)		3000	

* Coadiuvante; ** Corroborante

A seguito dei risultati e per rispondere ai diversi quesiti sperimentali sorti, sono state impostate le prove in laboratorio, descritte nelle tabelle 3 e 4. Inoltre, per saggiare la possibile fitotossicità di uno dei coadiuvanti impiegati nelle precedenti due prove, è stata impostata una ulteriore prova di semicampo, su vite e pomodoro (tabella 5).

Tabella 2. Prodotti a confronto nella seconda prova di semicampo (effetto residuo)

Prodotto	Sostanza attiva	% conc.	Dose formulato g o mL/hL	Obiettivo/commento
Epik SL	Acetamiprid	4,67	200	Effetto della componente di contatto tarsale per alcuni prodotti
Asset	piretro naturale	4	120	
Biolid Up	olio minerale	80	1000	
Silwet Fastex	eptametiltrisilossano	84	100	

Tabella 3. Prodotti a confronto nelle prime due prove di laboratorio (neanidi 3° stadio)

Prima prova				
Prodotto	Sostanza attiva	% conc.	Dose formulato g o mL/hL	Obiettivo/commento
Silwet Fastex	eptametiltrisilossano	84	100	Verificare se coadiuvanti con diversa sostanza attiva e composizione hanno lo stesso effetto di eptametiltrisilossano
Trend 90	alcool isodecilico etossilato	90	100	
Agral Gold	nonilfenol-etilene ossido	60	100	
Sticman	lattice sintetico	40	100	
Bagnante Sariaf	sorbitan-oleato etossilato	12	100	
Powershut	alchilettere solfato	26,84	100	
Codacide	olio di colza	95	100	
Lecitina	lecitina di soia	80	200	Nuova verifica in laboratorio per alcuni prodotti
Eradicoat	maltodestrina	49	2500	
Zeolite cubana	zeolite		900	
Seconda prova				
Asset	piretro naturale	4	120	Standard di riferim.to
Zeolite cubana	polvere di roccia (zeolite)		300/600/900	Nuova verifica in laboratorio
Surround WP	polvere di roccia (caolino)	95	5000/10000	
PCF 02/15	sapone potassico	90	1000	Nuovo prodotto a due dosaggi
PCF 02/15	sapone potassico	90	2000	
Silwet Fastex	eptametiltrisilossano	84	100	Nuova verifica in laboratorio
Duo Fruit	olio senape + farina brassicacee		1000+ 300	

Le prove di semicampo sono state condotte in una serra sperimentale nel periodo settembre-ottobre 2018, con temperatura oscillante tra 20 e 30°C e U.R. del 60-70%. L'unità sperimentale era costituita da barbatelle di vite trapiantate in vaso da 25 cm di diametro e lasciate sviluppare fino a una sufficiente presenza di foglie. Dai campi di soia sono stati catturati gli individui necessari, da cui sono stati selezionati i giovani di terzo stadio che sono stati introdotti in numero di 10 all'interno di retini di tulle posizionati su un telaio di supporto attorno alla pianta. Come fonte alimentare sono stati usati grappoli di vite prelevati da vigneto e opportunamente ridotti in dimensione, mentre come fonte di idratazione è stata usata una provetta con acqua tamponata con cotone. Sono state utilizzate 4 repliche costituite ciascuna da una pianta. L'applicazione dei prodotti è stata fatta con pompetta spray manuale fino a completa bagnatura della superficie fogliare, corrispondente ad un volume di circa 10 mL per ogni pianta trattata. I rilievi sono stati eseguiti dopo 3 giorni dall'applicazione, determinando

quindi l'effetto dell'esposizione continua al prodotto saggiato, contando il numero di individui vivi e morti. I dati elementari, espressi come numero di individui sopravvissuti, sono stati sottoposti ad Anova e test SNK, previa trasformazione ove richiesto dalla natura e distribuzione dei dati. Sulla base dei risultati di mortalità delle singole repliche, è stata poi calcolata la mortalità corretta per ogni tesi a confronto secondo la formula di Abbott.

Tabella 4. Prodotti a confronto nella terza (neanidi 3° stadio) e quarta prova di laboratorio (confronto neanidi e adulti)

Terza prova				
Prodotto	Sostanza attiva	% conc.	Dose formulato g o mL/hL	Obiettivo/commento
Silwet Fastex	eptametiltrisilossano	84	50, 100, 200, 500	Curva dose-risposta
Quarta prova				
Silwet Fastex	eptametiltrisilossano	84	100	Effetto su neanidi di 3° stadio e adulti
Biolid Up	olio minerale	80	1000	

Le prove di laboratorio sono state condotte in cella climatica con temperatura costante di 25°C, U.R.= 60% e fotoperiodo di 16:8. L'unità sperimentale era costituita da una scatola Petri di 12 cm di diametro in cui veniva posta una base di carta da filtro imbevuta di acqua in modo sufficiente per l'idratazione dei 10 individui immessi. Sul coperchio è stata tolta una ampia superficie, sostituita da retino tipo tulle per permettere una efficiente aerazione e l'asciugatura completa del prodotto. Una volta introdotti i 10 individui, l'applicazione è stata fatta con una micro-spruzzetta in grado di erogare circa 0,5 mL per volta, distribuendo complessivamente un volume di circa 1 mL per ogni scatola Petri, colpendo quindi direttamente gli individui presenti (effetto diretto). Le repliche erano 3 o 4 nella prima e seconda prova, 8 o 16 nel caso della terza e quarta prova, ciascuna costituita da una singola scatola. I rilievi e le elaborazioni sono stati eseguiti come per le prove di semicampo, tranne che per la prova di dose-risposta, in cui è stato impiegato un software specifico per l'analisi dei probit.

La prova di fitotossicità con eptametiltrisilossano è stata eseguita nelle stesse condizioni di semicampo, su piante di pomodoro di 30 gg di vita e su barbatelle di vite di due anni che erano a disposizione nella serra sperimentale, applicando il prodotto da solo fino a completa bagnatura a quattro dosi: 100, 200, 500 e 1000 mL/hL, corrispondenti rispettivamente alla dose di campo e 2-5-10 volte tanto. L'unico rilievo è stato effettuato dopo 3 giorni, registrando la % stimata di area fogliare con sintomi e la vigoria % rispetto alla pianta senza sintomi nelle migliori condizioni.

RISULTATI

Prove di semicampo

Come riportato nella tabella 5 e in base all'analisi dei dati si evince che le sostanze che hanno prodotto una significativa mortalità rispetto al testimone sono: acetamiprid (standard chimico di riferimento), con il 100% di mortalità, la miscela piretro + coadiuvante eptametiltrisilossano (85%), la zeolite cubana (70%) e, sorprendentemente, il coadiuvante da solo (65%). Il piretro naturale, sia da solo che in miscela con i diversi coadiuvanti, ha invece fatto registrare una mortalità piuttosto bassa e anche la sua miscela con olio minerale ha dato risultati che sono al di sotto di quelli raggiunti in precedenti sperimentazioni (Pasini et al., 2018), così come scarsa è l'efficacia del prodotto a base di olio trattato con ozono. Come era

logico aspettarsi, visti i dati delle miscele con piretro, anche i coadiuvanti da soli non hanno ottenuto efficacia accettabile. Anche il prodotto a base di farina di brassicacee + olio di senape conferma la bassa efficacia già osservata in altre sperimentazioni su più anni (Pasini et al., 2018). Nella verifica dell'effetto residuo (contatto tarsale) il piretro naturale ha ottenuto una efficacia stranamente superiore, anche se non di molto, sufficiente però a farlo staccare in modo significativo dagli altri confronti (eptametiltrisilossano e olio minerale). Per contro, alla domanda se esistesse o meno un effetto di contatto tarsale dell'eptametiltrisilossano e dell'olio minerale, è stata data risposta negativa, come ampiamente atteso. Anche acetamiprid ha visto scendere di molto la sua efficacia passando al contatto indiretto (39% mortalità).

Tabella 5. Numero neanidi di terzo stadio vive e % mortalità corretta nelle due prove di efficacia in semicampo

Tesi / sostanza attiva	Effetto diretto spray (esposizione 3 gg)		Effetto residuo	
	N. vivi 3 gg dopo appl. ¹	% mortalità corretta	N. vivi 3 gg dopo appl. ²	% mortalità corretta
Testimone	9,3 a	-	9,3 a	-
Acetamiprid	0 d	100	5,7 ab	39
Piretro	6 ab	35	5 b	47
Piretro + olio minerale	7 ab	24	-	-
Piretro + lecitina di soia	6,3 ab	32	-	-
Piretro + maltodestrina	6,3 ab	33	-	-
Piretro + eptametiltrisilossano	1,3 cd	85	-	-
Olio di senape + farina di brassicacee	7,3 a	21	-	-
Olio senape + f. brassicacee + olio min.	5,7 ab	39	-	-
Olio minerale	6,7 ab	28	9 a	4
Lecitina di soia	6,7 ab	29	-	-
Maltodestrina	8 a	14	-	-
Eptametiltrisilossano	3,3 bc	65	8,3 a	11
Olio vegetale trattato con ozono	6,7 ab	29	-	-
Polvere di roccia-caolino	7,3 a	21	-	-
Polvere di roccia-zeolite (3 kg/hL)	2,7 cd	70	-	-

¹ P=0,0001, lettere diverse indicano differenze statisticamente significative; ² P=0,0166

Per quanto riguarda l'efficacia di zeolite cubana, è necessario precisare che il dosaggio utilizzato in questa prova (3 kg/hL) è stato di molto superiore alle quantità normalmente utilizzate in campo, corrisponde a ben 30 kg/ha, mentre i dosaggi normali sono dell'ordine dei 3-9 kg/ha, considerando un volume standard di 1000 L/ha.

Prove di laboratorio

I risultati ottenuti dall'impiego di zeolite cubana e di eptametiltrisilossano e altre esigenze di approfondimento e chiarimento di quanto accaduto in serra, hanno indotto a proseguire in laboratorio con altre prove i cui risultati sono riportati nelle tabelle 6 e 7.

La prima prova impostata in laboratorio dimostra che anche altre sostanze attive di diversa natura, classificate come coadiuvanti e impiegate per lo più come agenti bagnanti o antischiuma, presentano un certo effetto insetticida diretto (tabella 5). Infatti, accanto alla conferma per eptametiltrisilossano, anche nonilfenol-etilene ossido e il lattice sintetico hanno prodotto significativa mortalità, rispettivamente 78 e 69%, facendo distinguere statisticamente le medie degli individui rimasti vivi rispetto al testimone. La zeolite cubana, pur registrando

un certo effetto, non ha ottenuto risultati statisticamente significativi in questa prova, dove è stata applicata alla dose di 900 g/hL, corrispondenti a 9 kg/ha, quindi nella prima prova il dosaggio era circa 3 volte quello massimo normalmente utilizzato. Si confermano invece gli scarsi risultati di lecitina e maltodestrina già osservati nella prova di semicampo.

Tabella 6. Numero di neanidi di terzo stadio vive e % mortalità corretta nella prima prova di laboratorio

Tesi / sostanza attiva	N. vivi 3 gg dopo applicazione ¹	% mortalità corretta
Testimone	5,3 ab	-
Eptametiltrisilossano	0 d	100
Alcool isodecilico etossilato	6,3 a	0
Nonilfenol-etilene ossido	1 cd	78
Lattice sintetico	1,7 bcd	69
Sorbitan-oleato etossilato	4,7 abc	8
Alchiletere solfato	3 abcd	39
Olio di colza	4,7 abc	11
Lecitina di soia	5 abc	0
Maltodestrina	4,7 abc	11
Polvere di roccia -zeolite (900 g/hL)	2,7 abcd	56

¹ Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative, P=0,0007

Tabella 7. Numero di neanidi di terzo stadio vive e % mortalità corretta nella seconda prova di laboratorio

Tesi / sostanza attiva	N. vivi 3 gg dopo appl. ¹	% mortalità corretta
Testimone	9,7 a	-
Piretro	2,7 b	72
Polvere di roccia-zeolite (300 g/hL)	8,7 a	10
Polvere di roccia-zeolite (600 g/hL)	9,3 a	3
Polvere di roccia-zeolite (900 g/hL)	7,7 a	21
Polvere di roccia-caolino (5 kg/hL)	9,3 a	3
Polvere di roccia-caolino (10 kg/hL)	9,7 a	0
PCF 02/15 (1 L/hL)	7,3 a	24
PCF 02/15 (2 L/hL)	1,7 b	83
Eptametiltrisilossano	1 b	90
Olio di senape + farina di brassicacee	5,7 a	41

¹ Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative, P=0,0001

La seconda prova di laboratorio ha ulteriormente confermato alcuni dati delle precedenti. Scarso è l'effetto insetticida diretto per zeolite cubana, ai tre dosaggi saggiati, così come scarso o nullo è l'effetto diretto insetticida del caolino. Un nuovo prodotto a base di sapone molle potassico ha invece rivelato una buona efficacia al dosaggio maggiore utilizzato (83%), risultato che, assieme a quello del piretro (72%) e di eptametiltrisilossano (90%), si distingue statisticamente dagli altri in termini di numero di individui rimasti vivi a 3 gg dall'applicazione. Il risultato più elevato del piretro è spiegabile considerando le condizioni ambientali della prova di laboratorio dove, mancando l'irraggiamento solare, la stabilità della molecola è stata sicuramente superiore e quindi ha permesso una maggiore durata d'azione. Il

miscuglio olio di senape + farina di brassicacee conferma la medio-bassa efficacia della prova precedente (41%).

Grafico 1. Curva dose-risposta di eptametiltrisilossano su neanidi di terzo stadio, 1 giorno dopo trattamento

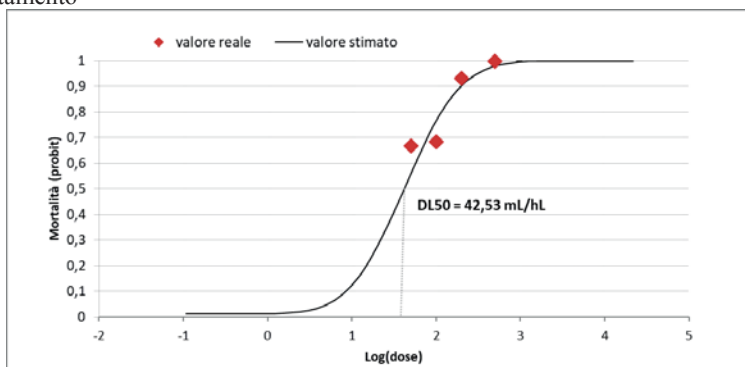
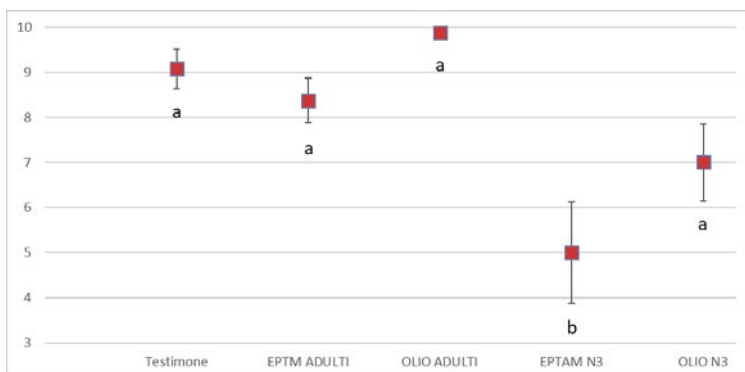


Grafico 2. Numero individui vivi nel test di confronto neanidi-adulti con il silossano e l'olio minerale



Il test sui diversi dosaggi di eptametiltrisilossano, ha consentito di determinare la curva dose-risposta rappresentata nel grafico 1, dove è possibile osservare il valore della DL_{50} in base ai dati elaborati, pari all'incirca a 43 mL/hL.

Per quanto riguarda l'ultimo test di laboratorio, i cui risultati sono riportati nel grafico 2, l'analisi statistica ha consentito di escludere interazioni tra il fattore prodotto saggiato e il fattore stadio di sviluppo, pertanto si è proceduto con l'analisi della varianza applicata con disegno completamente randomizzato ad una via. Si può osservare che tendenzialmente, lo stadio più sensibile è quello di neanide, come atteso e che l'eptametiltrisilossano svolge un controllo significativamente maggiore sulle neanidi rispetto agli adulti, mentre l'olio minerale, pur causando una certa mortalità, non arriva a differenziarsi dal testimone.

Fitotossicità di eptametiltrisilossano su pomodoro e vite

I dati ottenuti nella prova di fitotossicità sono rappresentati nel grafico 3, mentre nelle figure 1 e 2 sono visibili i sintomi provocati dall'esposizione al prodotto.

Grafico 3. Rilievi di fitotossicità eseguiti su piante di pomodoro (sinistra) e vite (destra), 3 gg dopo l'applicazione

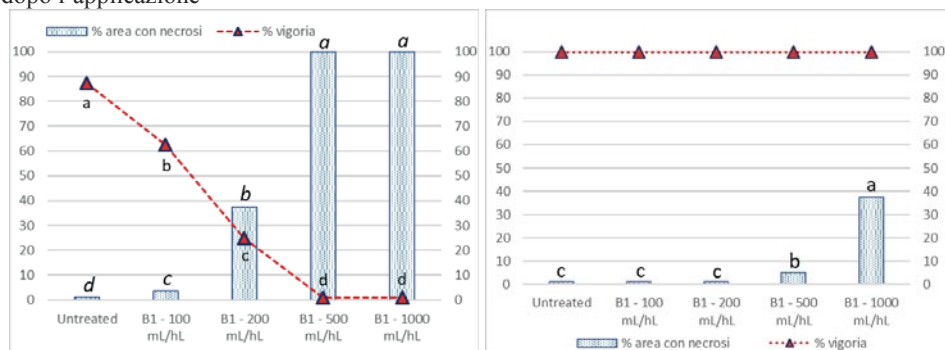


Figura 1. Sintomi di fitotossicità su pomodoro e vite causata da eptametiltrisilossano



La risposta delle due specie è diversa, così come lo è in parte il sintomo rilevato sulle foglie, essendo diversa la microstruttura della superficie fogliare. Su pomodoro appaiono leggeri sintomi di fitotossicità già alla dose normale di 100 mL/hL, che tendono significativamente ad aumentare passando da 200 a 500-1000 mL/hL, dove si ha la morte della giovane pianta. Strettamente legata a questo dato è la vigoria generale della pianta, che essendo giovane risente pesantemente dell'effetto fitotossico (grafico 3). Su vite invece, la vigoria rimane inalterata, essendo pianta arborea anche se giovane, mentre la fitotossicità si presenta significativamente solo dai 500 ai 1000 mL/hL. Il sintomo rilevato su pomodoro (figura 1) consiste in una apparente lessatura del tessuto, con aree idropiche marginali che si estendono progressivamente a tutto il lembo fogliare con necrosi e avvizzimento. Su vite (figura 2) si osservano aree necrotiche scure che progressivamente si allargano e tendono ad imbrunire, interessando l'intero lembo fogliare in qualche caso.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati ottenuti nella sperimentazione relativi ai coadiuvanti eptametiltrisilossano, nonilfenol-etilene e lattice sintetico rappresentano una novità e non si conoscono altri lavori sperimentali né su *H. halys*, né su altri fitofagi. Il dimeticone, della stessa famiglia chimica dei silossani organo-modificati, è stato sperimentato per combattere il pidocchio del capo (*Pediculus capitis*), con un'azione mista tra induzione di anossia e blocco dell'escrezione di acqua (Burges, 2009). Nel caso di eptametiltrisilossano, da osservazioni dirette durante le prove è emerso che la mortalità si esprime praticamente entro i primi minuti, un dato poco compatibile con una morte per sola anossia. Dopo 15-30 minuti di immersione in sola acqua l'insetto appare morto, ma se rimesso all'aria si rivitalizza nel giro di circa 1 ora, cosa che non avviene immergendolo solo per un secondo nella stessa acqua ma addizionata del coadiuvante a concentrazione di 100 mL/hL, dove invece l'insetto viene ucciso in modo definitivo. Di certo comunque sarebbe importante approfondire il vero meccanismo d'azione, partendo dalle caratteristiche fisico-chimiche dei silossani organo-modificati, descritte da Haensel et al. (2014). Tra gli aspetti negativi vi è in primis la scarsa disponibilità di prodotti con sostanze di questa famiglia: ad oggi esiste solo un'etichetta che ne prevede l'uso su piante arboree. Inoltre, l'azione esclusivamente di contatto ridurrà sicuramente l'attività una volta passati in campo, senza contare l'aspetto della fitotossicità che dovrebbe essere ulteriormente approfondito.

Un secondo punto di discussione è l'effetto delle zeoliti, che dai dati sembra essere legato alla dose utilizzata e il cui preciso meccanismo di azione, in bibliografia viene spiegato in diversi modi: blocco degli spiracoli e asfissia, abrasione della cuticola e conseguente disidratazione, blocco dell'acqua in uscita dalla cuticola, ingestione della polvere, assorbimento da lipidi epicuticolari ed essiccazione (Subramanyum e Roesli, 2000). L'uso della zeolite in miscela con altri insetticidi è una pratica riscontrata in campo, ma viste le elevatissime proprietà di adsorbimento (la sostanza è utilizzata anche come "crivello" molecolare in applicazioni industriali e come substrato per la lenta cessione degli elementi in fertilizzazione), rimane da chiarire il preciso ruolo fisico-chimico nel bilancio tra adsorbimento e cessione. Bisogna infatti escludere che, invece che favorire l'esplicazione dell'azione abbattente, non possa invece causare l'adsorbimento in modo irreversibile della sostanza attiva miscelata.

Il preparato a base di sapone molle potassico ha evidenziato un certo potenziale insetticida, capacità già sfruttata nella pratica contro altri fitomizi (afidi, aleurodidi, ecc.). Esistono altre conferme sperimentali dell'efficacia in laboratorio dei saponi potassici su *H. halys* (Bergmann e Raupp, 2014), ma sarebbe necessario proseguire con altre sperimentazioni in semi-campo e in campo.

LAVORI CITATI

- Bergmann E.J., Raupp M.J., 2014. Efficacies of common ready to use insecticides against *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Fla. Entomol.*, 97,2, 791-800.
- Burges I.F., 2009. The mode of action of dimeticone 4% lotion against head lice, *Pediculus capitis*. *BMC Pharmacology*, doi:10.1186/1471-2210-9-3.
- Caruso S., Vergnani S., 2019. Cimice asiatica: buon controllo con le reti multifunzionali. *L'Informatore Agrario*, 24, 25, 47-50.
- Haye T., Moraglio S.T., Stahl J., Visentin S., Gregorio T., Tavella L., 2019. Fundamental host range of *Trissolcus japonicus* in Europe. *J. Pest Sci.* <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01127-3>.
- Lee D.H., Short B.D., Nielsen A.L., Leskey T.C., 2014. Impact of organic insecticides on the survivorship and mobility of *Halyomorpha halys* (stål) (Hemiptera: Pentatomidae) in the laboratory. *Fla. Entomol.*, 97,2, 414-421.
- 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. *Ann. Rev. Entomol.*, 63, 599-618.
- Maistrello L., Vaccari G., Caruso S., Costi E., Bortolini S., Macavei L., Foca G., Ulrici A., Bortolotti P., Nannini R., Casoli L., Fornaciari M., Mazzoli G.L., Dioli P., 2018. L'invasiva *Halyomorpha halys* è fitofago chiave dei frutteti: risultati del monitoraggio triennale in Emilia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 273-284.
- Nannini R., Bortolotti P.P., 2018. Prove di semicampo con insetticidi per il contenimento di *Halyomorpha halys*. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 273-284.
- Nannini R., Bortolotti P.P., Casoli L., Boselli M., 2016. Attività di diversi insetticidi contro la cimice asiatica. *L'Informatore Agrario*, 17, 53-58.
- Pasini M., Tosi L., Mori N., 2018. Cimice asiatica, bassa efficacia di insetticidi di origine naturale. *L'Informatore Agrario*, 3, 59-61.
- Pasqualini E., Scannavini M., Preti M., Depalo L., Masetti A., 2016. Attività di diversi insetticidi contro *Halyomorpha halys*. *L'Informatore Agrario*, 20, 50-53.
- Sabbatini Peverieri G., Talamas E., Bon M.C., Marianelli L., Bernardinelli I., Malossini G., Benvenuto L., Roversi P.F., Hoelmer K., 2018. Two Asian egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in northern Italy: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae). *J. Hymen. Res.*, 67, 37-53.
- Stahl J.M., Babendreier D., Marazzi C., Caruso S., Costi E., Maistrello L., Haye T., 2019. Can *Anastatus bifasciatus* be used for augmentative biological control of the brown marmorated stink bug in fruit orchards? *Insects*, 10, 108, 1-14.
- Subramanyam, Bh., Roesli, R., 2000. Inert dusts, *In: Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM* (Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. Eds), Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, pp. 321-380.
- Tommasini M.G., Maistrello L., Vaccari G., Nannini R., Bortolotti P.P., Caruso S., Casoli L., Vergnani S., Preti M., Montanari M., Landi M., Simoni M., Costi E., Di Bella E., Bulgarelli G., Masino F., Antonelli A., 2019. Approccio multidisciplinare per contenere la cimice asiatica. *L'Informatore Agrario*, 13, 38-43.