ESPERIENZE DI CONTROLLO CON ISOCLAST DI ADULTI E NEANIDI DI *ALEYRODIDAE* SU COLTURE ORTICOLE IN SERRA

S. CONVERTINI[1], M. CIOFFI[1], E. TESCARI[2], A. FENIO[2], L. BACCI[2]
[1]Reagri S.r.l. - Via Chiatona, 5, 74016 Massafra (TA),
[2]Dow AgroSciences Italia S.r.l. - Viale Masini, 36, 40126 (Bologna)
bacci@dow.com

Gli aleirodidi *Bemisia tabaci* e *Trialeurodes vaporariorum*, rappresentano due dei più problematici e persistenti parassiti delle serre, per i quali i danni indiretti (fumaggine e trasmissione di virosi) sono spesso più gravi dei danni diretti. La difficoltà nella gestione della difesa è soprattutto legata alla prolungata presenza della coltura e degli aleurodidi in serra che determina un elevato numero di generazioni e un conseguente elevato numero di trattamenti per i quali diventa d'obbligo alternare principi attivi con diverso meccanismo d'azione. Ulteriore alternativa da inserire all'interno dei programmi di difesa integrata è rappresentata da Isoclast™ (sulfoxaflor, Closer®), nuova sostanza insetticida sviluppata dalla Dow AgroSciences, con un nuovo meccanismo d'azione. Studi di efficacia svolti negli ultimi tre anni sotto serra, hanno permesso di valutare le diverse strategie di difesa alternando Isoclast con gli altri principi attivi presenti sul mercato. Sfruttando la sua azione trasversale sia sulle neanidi che sugli adulti di mosche bianche, la sperimentazione ha permesso di ottimizzare il posizionamento della molecola, spesso in apertura della strategia, sfruttando il potere abbattente sullo stadio adulto e la conseguente riduzione delle ovideposizioni.
Parole chiave: sulfoximine, sulfoxaflor, rincoti, IPM, Closer

SUMMARY

EXPERIENCES WITH ISOCLAST FOR THE CONTROL OF *ALEYRODIDAE* ON PROTECTED VEGETABLE CROPS

Bemisia tabaci and *Trialeurodes vaporariorum* are two of the most problematic and persistent greenhouse pests, and their indirect damages (sooty mold fungus and virus transmission) are often worse than direct damages. Their control is difficult mainly because of the prolonged presence in greenhouse of both the crop and the pest which causes a large number of whiteflies generations and a consequent high number of treatments; it is therefore necessary to alternate different active ingredients having different mechanisms of action. Isoclast™ (sulfoxaflor, Closer®) is a new alternative to be included in the integrated management programs; it is a new insecticide developed by Dow AgroSciences with a new mechanism of action. Trials carried out over the last three years in greenhouse conditions, made it possible to evaluate different control strategies by alternating Isoclast with standard reference products. Isoclast is active both on the neanids and on the adults of whiteflies, and this is useful to optimize the positioning of the a.s., often at the beginning of the strategy, exploiting the knock down effect on the adult stage and the consequent reduction of the oviposition activity.
Keywords: sulfoximine, sulfoxaflor, IPM, Closer

INTRODUZIONE

Gli aleirodidi sono fra gli insetti economicamente più importanti, dannosi a piante coltivate e ornamentali. Nonostante si tratti di un gruppo principalmente tropicale, molte specie si sono diffuse in tutte le aree temperato – calde e diverse specie sono dannose in colture protette nelle aree temperato - fredde.

Gli aleirodidi danneggiano le piante ospiti sottraendo linfa elaborata e le infestazioni particolarmente intense possono portare a morte la pianta. Infatti, in condizioni ottimali, popolazioni molto numerose possono svilupparsi in sole tre settimane (Mound e Halsey, 1978). Ciò riduce la produttività, si ha una riduzione della fotosintesi e della respirazione e della competizione per gli elementi nutritivi. La produzione di abbondante melata in alcune specie e il successivo sviluppo di fumaggine contribuiscono a peggiorare la situazione spesso in modo incisivo.

Le specie di aleirodidi censite nel bacino del Mediterraneo sono 57, native o naturalizzate, appartenenti a 26 generi (Martin et al., 2000; Porcelli, 2008), infeudate per la maggior parte su piante arboree (Mound e Halsey, 1978; Martin, 1987). Tra queste, le specie maggiormente dannose alle colture sia in pieno campo che in serra sono *Bemisia tabaci* e *Trialeurodes vaporariorum*. Si tratta di due aleirodidi cosmopoliti e molto polifagi, di difficile gestione in particolare nelle serre; risultano tra gli insetti più dannosi soprattutto per l'elevata efficienza nella trasmissione di temibili virosi (e.g. TYLCV, ToLCNDV, CYSDV e ToCV) (CABI, 2018).

Il ridotto numero di principi attivi impiegabili per il controllo delle mosche bianche e i cambiamenti che hanno interessato negli ultimi anni le linee di difesa, hanno determinato un aumento della gravità del danno provocato da questi fitomizi, in particolare in ambienti serricoli, dove gli aleirodi sono capaci di compiere cicli sovrapposti durante tutto l'anno.

Negli ultimi anni (2015-2017), a tal proposito, sono state valutate in serra nuove molecole, inserite nell'ambito di strategie di controllo specifiche nei confronti delle due specie più diffuse di aleirodidi (*B. tabaci* ed *T. vaporariorum*) i cui dettagli sono descritti in tabella 1.

Isoclast™ (sulfoxaflor, Closer®) è un nuovo insetticida prodotto dalla Dow AgroSciences appartenente alla famiglia chimica delle sulfoximine. È estremamente efficace nei confronti di numerosi insetti con apparato boccale pungente-succhiante come cocciniglie, pseudoccidi, afidi, aleirodidi e cicaline, nelle principali colture quali fruttiferi, orticole e ornamentali (Babcok et al*.,* 2011, Tescari et al*.,* 2016). L'insetticida unisce l'azione di contatto e per ingestione garantendo un elevato effetto *knockdown* e una eccellente persistenza di efficacia comparabile ai più importanti standard di mercato.

Tali caratteristiche associate ad un profilo tossicologico ed eco-tossicologico molto favorevole, rendono Isoclast lo strumento ideale da impiegare nell'Integrated Pest Management (IPM). Le sulfoximine sono attive nei confronti dei recettori nicotinici dell'acetilcolina (nAChRs), ma hanno caratteristiche che le distinguono dagli altri insetticidi che agiscono sugli stessi siti (Sparks et al*.,* 2012). Sono efficaci nei confronti di un ampio *range* di insetti resistenti ad altre classi di insetticidi, incluse molte specie resistenti ai neonicotinoidi.

Il meccanismo d'azione di Isoclast lo rende molto importante nelle strategie di gestione della resistenza (IRM).

Il prodotto non è un neonicotinoide. Agisce sui recettori nicotinici dell'acetilcolina (nAChRs) e i dati disponibili mostrano che interagisce con tali recettori in un modo unico e complesso che è differente da quello osservato per i neonicotinoidi. Isoclast mostra una bassa resistenza incrociata con molte popolazioni resistenti non solo ai neonicotinoidi, ma anche ad altri insetticidi caratterizzati da differente meccanismo d'azione (carbammati, organo fosforici, piretroidi). Per tutte queste ragioni, la Commissione IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) lo ha classificato nel sottogruppo 4C che include la famiglia delle sulfoximine. Al momento è l'unica molecola presente in tale sottogruppo.

MATERIALI E METODI

Tra il 2015 e il 2017 sono state condotte diverse prove sperimentali in serra, al fine di valutare l'efficacia di Isoclast, da solo ed in strategia, nei confronti di *B. tabaci* e *T. vaporariorum*.

Gli esemplari raccolti in campo, sono stati montati su vetrino ed identificati morfologicamente, al fine di accertare la specie *target*.

Nelle sottostanti tabelle vengono riportati i dettagli agronomici, colturali ed applicativi dei siti in cui sono state effettuate le prove sperimentali.

Tabella 1. Dettagli delle prove sperimentali svolte tra il 2015 ed il 2017 nei confronti di *B. tabaci* e *T. vaporariorum*

Prova	Anno	Centro di saggio	Regione	Coltura	Specie
1	2015	AgriTecnoScervice	Lazio	Cetriolo	*T. vaporariorum*
2	2015	AgriTecnoScervice	Lazio	Pomodoro	*T. vaporariorum*
3	2015	AgriTecnoScervice	Lazio	Pomodoro	*T. vaporariorum*
4	2015	ReAgri srl	Puglia	Melanzana	*B.tabaci*
5	2015	AgriGeos	Sicilia	Pomodoro	*B.tabaci*
6	2016	AgriTecnoScervice	Lazio	Pomodoro	*T. vaporariorum*
7	2016	ReAgri srl	Puglia	Melanzana	*B.tabaci*
8	2016	ReAgri srl	Puglia	Peperone	*B.tabaci*
9	2017	ReAgri srl	Sicilia	Pomodoro	*B.tabaci*
10	2017	ReAgri srl	Sicilia	Pomodoro	*B.tabaci*
11	2017	ReAgri srl	Puglia	Melanzana	*B.tabaci*
12	2017	AgriTecnoScervice	Lazio	Zucchino	*B.tabaci*
13	2017	AgriTecnoScervice	Lazio	Pomodoro	*T. vaporariorum*

Per le diverse strategie sono stati utilizzati alcuni degli insetticidi con riconosciuta efficacia nei confronti delle mosche bianche le cui caratteristiche sono riportate in tabella 2.

Tabella 2. Caratteristiche dei formulati utilizzati nelle prove sperimentali

Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione % - g/L - g/kg	Formulazione	Dose formulato
Closer	Isoclast	120	SC	200/400 mL/ha
Teppeki	Flonicamid	500	WG	0,1/0,12 kg/ha
Confidor 200 SL	Imidacloprid	200	SL	0,75 L/ha
Movento 48 SC	Spirotetramat	48	SC	1,5/2 L/ha
Flipper	Sali potassici di acidi grassi	73	EC	1% v/v
Sivanto	Flupyradifurone	200	SL	0,6 L/ha
Exirel	Cyantraniliprole	99,6	SE	1 L/ha
Codacide	Olio di colza	864	L	2,5 L/ha

Nelle prove svolte nel 2015 sono state saggiate strategie con due interventi applicativi, al fine di valutare l'azione di Isoclast a 400 o 200 mL/ha alternato con alcune delle molecole di corrente uso per il controllo degli aleurodi.

Nel 2016-2017, il programma sperimentale ha previsto l'estensione del numero di applicazioni a cinque interventi. Lo scopo è stato di valutare un tempo di copertura più esteso alternando i due trattamenti di Isoclast a 200 mL/ha con una delle molecole a diverso meccanismo d'azione. Le strategie sono state tutte concluse con una applicazione di Flipper, associando la capacità di contenimento del parassita al favorevole dal profilo di vista residuale.

Tutte le prove, sono state eseguite con uno schema a blocchi randomizzati con quattro repliche, secondo i principi delle Buone Pratiche Fitosanitarie come definito nel Reg. (EU)

1107/2009 e secondo le linee guida EPPO PP 1/135(4), 1/152(4), 1/181(4), 1/225(2), 1/239(2) e 1/36(3). Per tutte le applicazioni è stata usata una irroratrice ad aria compressa, montante ugelli ad induzione d'aria e calibrata per applicare un volume/ha in funzione del protocollo sperimentale. Ad ogni rilievo è stato valutato in campo il numero di adulti su 20 foglie random per plot, ed in laboratorio il numero di uova, neanidi e pupe per cm^2 di superficie fogliare. Tutte le prove sono partite con un livello di infestazione iniziale di 1-2 neanidi per foglia. I dati sono stati analizzati usando il test Tukey ($p \leq 0,05$). L'efficacia è stata riportata in termini percentuali rispetto al testimone non trattato secondo la formula di Abbott. Tutti i dati sono stati elaborati con il software ARM (Gylling Data Management).

Nell'elaborazione finale, i risultati delle prove svolte nel 2015, sono stati raggruppati ed elaborati, in funzione della specie *target* (tre per *T. vaporariorum* e due per *B. tabaci*) (tabella 3 e 4). Le otto prove svolte nel 2016 e 2017 sono state elaborate nel loro insieme mediante metanalisi con "StatMart", ottenendo una percentuale di efficacia media complessiva (tabella 5).

RISULTATI

Tutte le prove hanno dato evidenza dell'eccellente efficacia di Isoclast nei confronti sia di *T. vaporariorum* che di *B. tabaci*. L'efficacia è evidente soprattutto sugli stadi giovanili (neanidi) e sugli adulti, con conseguente riduzione delle ovideposizioni e quindi anche delle pupe.

Risultati complessivi delle prove su *T. vaporariorum* nel 2015 (tabella 3):

A un giorno dalla prima applicazione, Isoclast ha garantito un potere abbattente sugli adulti statisticamente superiore agli altri insetticidi saggiati (compreso tra 83,9% e 90,4%). Flipper ha dato un buon controllo sugli adulti, paragonabile all'imidacloprid, mentre spirotetramat conferma lo scarso effetto *knock-down* sugli adulti di aleirodidi.

A tre giorni dalla prima applicazione, Isoclast mantiene un buon livello di controllo (compreso tra il 76% e l'81,6%), mentre gli altri insetticidi mostrano un'efficacia inferiore al 70%.

Sulle neanidi, a dieci giorni dall'ultima applicazione, conferma una buona persistenza con un controllo compreso tra 76,3% e 87,8%, paragonabile ai commerciali utilizzati nelle prove.

A 18 giorni dall'ultima applicazione, l'efficacia è ancora alta per tutte le tesi con livelli di controllo compresi tra 74,8% e 94,1%.

Risultati complessivi delle prove su *B. tabaci*:

Anche su *B. tabaci*, Isoclast mostra un elevato potere abbattente sugli adulti a un giorno dalla prima applicazione con livelli di controllo statisticamente superiori agli altri insetticidi utilizzati e compresi tra 68,3% e 85,3%. Il controllo è stato invece inferiore al 45% per tutte le altre tesi (tabella 4).

Sulle neanidi dell'aleirode a 10 giorni dall'ultimo intervento, la doppia applicazione di Isoclast garantisce un controllo superiore al 75% e paragonabile esclusivamente alla doppia applicazione di spirotetramat.

Tabella 3. Efficacia (%) su *T. vaporariorum* a 1 e 3 giorni da A (adulti) e a 10 e 18 giorni da C (neanidi) – anno 2015 (media di tre prove)

Tesi		Epoca* applicativa	Dose formulato (mL o kg/ha)	adulti		neanidi	
				1 gg A	3 gg A	10 gg C	18 gg C
1	Isoclast	A	200	85,5 c**	81,6 c	82,7 b	94,1 b
	Olio di colza	A	2500				
	Isoclast	C	200				
	Olio di colza	C	2500				
2	Isoclast	A	400	88,5 c	80,9 c	87,8 b	91,6 b
	Olio di colza	A	2500				
	Flonicamid	C	120				
3	Imidacloprid	A	750	83,9 c	76,8 c	76,3 b	75,3 b
	Isoclast	C	200				
	Olio di colza	C	2500				
4	Imidacloprid	A	750	70,5 bc	67,1 bc	80,7 b	84 b
	Spirotetramat	C	1500				
5	Spirotetramat	A	1500	43,3 b	40,8 b	87,2 b	86,6 b
	Spirotetramat	C	1500				
6	Flipper	A	1 % v/v	52,1 b	52,8 bc	78,5 b	77,2 b
	Isoclast	B	200				
	Olio di colza	B	2500				
7	Isoclast	A	200	90,4 c	76 c	76,5 b	74,8 b
	Olio di colza	A	2500				
	Flipper	C	1 % v/v				
8	Testimone	-	-	0 a	0 a	0 a	0 a

*A: prime neanidi - *B: 3-4 giorni da A - *C: 7-8 giorni da A

**I valori affiancati dalla stessa lettera nella stessa colonna non differiscono statisticamente al test di Tukey per p≤0,05

Tabella 4. Efficacia (%) su *B. tabaci* a 1 giorno da A (adulti) e a 10 giorni da B (neanidi) – anno 2015 (media di due prove)

Tesi		Epoca* applicativa	Dose formulato (mL o kg/ha)	Adulti 1 gg A	Neanidi 10 gg B
1	Isoclast	A	200	68,3 cd**	78,1 b
	Olio di colza	A	2500		
	Isoclast	B	200		
	Olio di colza	B	2500		
2	Isoclast	A	400	85,3 d	60,5 b
	Olio di colza	A	2500		
	Flonicamid	B	120		
3	Imidacloprid	A	750	28,2 b	60,2 b
	Isoclast	B	200		
	Olio di colza	B	2500		
4	Imidacloprid	A	750	40,4 bc	61,8 b
	Spirotetramat	B	1500		
5	Spirotetramat	A	1500	32,7 b	80,2 b
	Spirotetramat	B	1500		
6	Testimone	-	-	0 a	0 a

*A: prime neanidi - *B: 7-8 giorni da A

**Vedi tabella 3

Risultati complessivi delle prove su *B. tabaci* e *T. vaporariorum* 2016-2017:

Nell'analisi complessiva delle 8 prove eseguite tra il 2016 e 2017 tutte le strategie hanno dato un efficace controllo di entrambi gli aleurodi. Dopo il primo trattamento, Isoclast ha evidenziato un ottimo potere abbattente sugli adulti già dopo le 24 ore comparabile con il flupyradifurone. Tale azione decresce dopo circa 4 giorni dall'intervento come si può rilevare dal rilievo a 7 giorni dal trattamento. L'azione di controllo di Isoclast sulle neanidi diventa rilevabile a partire dal terzo giorno dal trattamento e si evidenzia nettamente dopo 7 giorni con un'efficacia superiore al 70%. Al termine dell'utilizzo di insetticidi ad azione sistemica (7 giorni dalla quarta applicazione), tutte le strategie hanno determinato un elevato controllo degli adulti (compreso tra 76,3% e 88,6%) e delle neanidi (compreso tra 82,1% e 84,5%). La successiva applicazione del Flipper, nonostante la sola azione di contatto, ha comunque mantenuto il livello di popolazione degli aleurodi con un'efficacia della strategia dopo 7 giorni compresa tra 81,8% e 89% per gli adulti e tra 78,5% e 89,6% per le neanidi (tabella 5).

Tabella 5. Efficacia (%) su *T. vaporariorum* e *B. tabaci* delle prove eseguite tra il 2016 ed il 2017

Tesi		Epoca applicativa	Dose formulato (mL o kg/ha)	Adulti				Neanidi		
				1 gg A	7 gg A	7 gg D	7 gg E	7 gg A	7 gg D	7 gg E
1	Isoclast	A	200	66,6 b**	55,2 b	88,6 b	87,8 b	71 b	84,3 b	81,3 b
	Olio di colza	A	2500							
	Cyantraniliprole	B	1000							
	Isoclast	C	200							
	Olio di colza	C	2500							
	Cyantraniliprole	D	1000							
	Flipper	E	1 % v/v							
2	Isoclast	A	200	65,4 b	52,9 b	80,6 b	87,1 b	77,4 b	82,1 b	78,5 b
	Olio di colza	A	2500							
	Flonicamid	B	0,1							
	Isoclast	C	200							
	Olio di colza	C	2500							
	Flonicamid	D	0,1							
	Flipper	E	1 % v/v							
3	Isoclast	A	200	68,0 b	45,5 b	76,3 b	81,8 b	75,8 b	84,5 b	89,6 c
	Codacide oil	A	2500							
	Spirotetramat	B	2000							
	Isoclast	C	200							
	Olio di colza	C	2500							
	Spirotetramat	D	2000							
	Flipper	E	1 % v/v							
4	Flupyradifurone	A	600	69,3 b	55,9 b	81,9 b	89 b	73,5 b	82,9 b	81,2 b
	Spirotetramat	B	2000							
	Flupyradifurone	C	600							
	Spirotetramat	D	2000							
	Flipper	E	1 % v/v							
5	Testimone	-	-	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

*A: prime neanidi - *B: 7-8 giorni da A - *C: 7-8 giorni da B - *D: 7-8 giorni da C - *E: 7-8 giorni da D
**Vedi tabella 3

CONCLUSIONI

Per quanto riguarda le prove svolte nel 2015, Isoclast ha evidenziato una buona efficacia sia su *B. tabaci* che su *T. vaporarioum*. La doppia applicazione (200 mL/ha) ha dato il miglior controllo e persistenza, comunque comparabile alle altre tesi in cui il prodotto è stato alternato ad altri principi attivi.

Le strategie applicate nel 2016 e 2017 hanno confermato un ottimo controllo dei parassiti, garantito anche dall'alternanza di diversi meccanismi d'azione.

L'elevato potere abbattente di Isoclast sugli adulti ne suggerisce un utilizzo in apertura di strategia, in quanto tale stadio è in genere quello più facilmente rilevabile dall'azienda agricola e che spesso dà il via al programma dei trattamenti. Tale azione combinata con una buona efficacia sulle neanidi, garantisce una persistenza del controllo particolarmente importante anche considerando la scalarità delle ovideposizioni e l'accavallamento dei cicli degli aleirodi.

A chiusura della strategia, Flipper ha mantenuto un buon controllo delle popolazioni suggerendone l'utilizzo in prossimità della raccolta, anche grazie al suo profilo ecotossicologico favorevole e al differente meccanismo d'azione.

L'efficacia di Isoclast e Flipper, unita al favorevole profilo tossicologico ed ecotossicologico e al loro differente meccanismo d'azione, li rendono strumenti estremamente interessanti nella gestione delle resistenze.

LAVORI CITATI

Abbott W.S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal Economic Entomology, 18, 265-267.

ARM, Gylling Data Management, https://www.gdmdata.com/.

CABI, 2018. *Bemisia tabaci*. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. www.cabi.org/isc.

EPPO (2017) PPI – Efficacy evaluation of plant protection products. Available at: http://archives.eppo.int/EPPOStandards/efficacy.htm

Babcock, J. M., J. X. Huang, M. Loso, G. Nakamura, T. Sparks, J. D. Thomas, and G. Watson, 2011. Biological Characterization of sulfoxaflor, a novel insecticide. *Pest Management Science,* 67,328–334.

Martin, J.H. 1987. An identification guide to the common whitefly pest species of the world (Homoptera, Aleyrodidae). *Tropical Pest Management,* 33: 298-322.

Martin, J.H.; Mifsud, D.; Rapisarda, C. 2000. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. *Bulletin of Entomological Research*, 90: 407–448.

Mound, L.A.; Halsey, S.H. 1978. *Whitefly of the World*. British Museum (Natural History). John Wiley e Sons. Chichester, 340pp.

Porcelli, F. 2008. First record of *Aleurocanthus spiniferus* (Homoptera: Aleyrodidae) in Apulia, Southern Italy. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 38(3): 518-520.

Sparks, T. C., M. R. Loso, G. B. Watson, J. M. Babcock, V. Kramer, Y. Zhu, and J. D. Thomas, 2012. Sulfoxaflor. Pages1226–1237 in Kramer, W., U. Schirmer, P. Jeschke, and M. Witschel (eds.), Modern Crop Protection Compounds, 2nd Ed., Vol. 3. Wiley-VCH, New York.

Tescari, E., Fenio, A., Bacci, L., Bradascio, R., Giberti A., Sulfoxaflor (Isoclast™ active, Closer™), nuovo insetticida di Dow AgroSciences. caratteristiche generali e risultati sperimentali. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2016, 1, 3-12.

®™ Trademark of The Dow Chemical Company ("DOW") or an affiliated company of Dow.