SULFOXAFLOR (ISOCLAST™ ACTIVE, CLOSER™), NUOVO INSETTICIDA DI DOW AGROSCIENCES. CARATTERISTICHE GENERALI E RISULTATI SPERIMENTALI

E. TESCARI, A. FENIO, L. BACCI, R. BRADASCIO, A. GIBERTI
Dow AgroSciences Italia S.r.l. - Viale Masini, 36, 40126 Bologna
tescari@dow.com

RIASSUNTO

Sulfoxaflor (Isoclast™, Closer™) é un nuovo insetticida frutto della ricerca Dow AgroSciences, appartenente alla famiglia chimica delle sulfoximine. Isoclast è estremamente efficace nei confronti di numerosi insetti quali afidi e aleurodidi. Sono in fase di sviluppo impieghi su cicaline e cocciniglie. E' stata richiesta la registrazione della formulazione 120 SC su solanacee, cucurbitacee, insalate, in pieno campo e in serra, nonchè su leguminose, cavoli, patata, ornamentali, pomacee, drupacee e agrumi. Successivamente, verrà richiesta la registrazione su vite, fragola e carciofo. Il meccanismo di azione della famiglia delle sulfoximine lo rende molto importante nelle strategie di gestione delle resistenze (IRM), in particolare contro popolazioni di afidi resistenti ai prodotti neonicotinoidi. Vengono presentati i risultati di numerose prove condotte nell'areale del sud Europa su solanacee, cucurbitacee, insalate e fruttiferi, in cui il prodotto ha dimostrato nei confronti delle più importanti specie di afidi e aleurodidi un'efficacia superiore o paragonabile a quella dei principali standard. Isoclast è uno strumento ideale per l'utilizzo in lotta integrata (IPM) in quanto ha caratteristiche di elevata efficacia unite ad una prolungata attività, con un profilo tossicologico ed ecotossicologico molto favorevole.

Parole chiave: sulfoximine, afidi, aleurodidi, controllo

SUMMARY

SULFOXAFLOR (ISOCLAST™ ACTIVE, CLOSER™), NEW INSECTICIDE BY DOW AGROSCIENCES: GENERAL CHARACTERISTICS AND EXPERIMENTAL RESULTS

Sulfoxaflor (Isoclast™, Closer™®) is a new insecticide, result of Dow AgroSciences Research, belonging to the sulfoximine chemical family. Isoclast is extremely effective against a number of insect pests such as aphids and whiteflies. Some additional tests on leafhoppers and mealybugs are ongoing. The registration of the 120 SC formulation on solanaceae, cucurbits and lettuce in the open field and greenhouse, as well as on legumes, brassicas, potato, ornamentals, pome, stone, citrus fruit has been requested. Label extensions are planned for vine, strawberry and artichoke. The mode of action of sulfoximine makes it very important in strategies for resistance management (IRM), in particular against aphid populations resistant to neonicotinoids. Results of extensive tests conducted in facilities in southern Europe on solanaceae, cucurbitaceae, salads and fruits against the most important species of aphids and whiteflies are presented. Isoclast showed a level of efficacy comparable to the most common commercial standard products against the main aphid and whitefly species. It is an ideal tool for use in Integrated Pest Management (IPM) as it has characteristics of high efficiency combined with a prolonged activity and a very favourable toxicological and ecotoxicological profile.

Keywords: sulfoximine, aphids, whiteflies, control

INTRODUZIONE

Isoclast™ (Closer™, denominazione ISO "sulfoxaflor") e` il primo insetticida della famiglia chimica delle sulfoximine, frutto della ricerca Dow AgroSciences.

Le sulfoximine appartengono ad una nuova classe di insetticidi specifici per il controllo di insetti che si alimentano della linfa vegetale. Isoclast è stata la prima sulfoximina pronta per la commercializzazione ed è venduto già in più di 30 paesi con i marchi registrati di Transform™ insecticide e Closer™ insecticide per l'uso su un vasto numero di colture quali cotone, orticole, pomacee, drupacee, soia, riso, cereali, agrumi, colture oleaginose, vite.

Gli insetti che si nutrono della linfa vegetale, specialmente quelli appartenenti all'ordine degli Emitteri e al sottordine degli Omotteri, sono tra i parassiti più dannosi all'agricoltura, in grado di causare perdite economiche ingenti sia per le colture arabili che orticole e frutticole. Molte popolazioni di fitofagi hanno sviluppato fenomeni di resistenza verso diversi meccanismi di azione insetticidi.

Sulfoxaflor (Isoclast) agisce su questi insetti sia per contatto che per ingestione e possiede un buon potere abbattente unito ad un ottimo effetto residuale. Lo spettro di azione è molto ampio e comprende afidi, aleurodidi, cicaline e cocciniglie (Babcok *et al.,* 2011*)*.

Lo scopo di questo lavoro è quello di fornire una panoramica delle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche di Isoclast. Vengono, inoltre, presentati i dati di efficacia nei confronti dei più importanti parassiti presenti nella richiesta di registrazione.

Proprietà fisico-chimiche

La scoperta di Isoclast è il risultato di una ricerca all'interno della famiglia chimica delle sulfoximine che, precedentemente, non erano state esaminate in profondità come prodotti chimici per la protezione delle colture dai parassiti. Questo ha rappresentato una opportunità per lo sviluppo di una nuova famiglia chimica nel panorama dei prodotti antiparassitari.

Le prime sulfoximine selezionate hanno evidenziato un alto livello di attività aficida e l'ulteriore miglioramento di alcune caratteristiche specifiche ha portato allo sviluppo di Isoclast, prima sulfoximina ad essere stata selezionata per la commercializzazione.

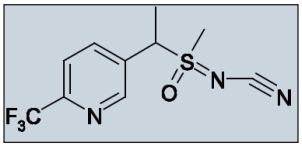
La struttura chimica delle sulfoximine conferisce loro caratteristiche uniche. Come altre classi di insetticidi (spinosine, neonicotinoidi) le sulfoximine agiscono sui recettori nicotinici dell'acetilcolina (nAChRs), ma presentano caratteristiche che le distinguono dagli altri insetticidi che agiscono sugli stessi siti (Sparks *et al*., 2012). Sono infatti efficaci su un vasto numero di insetti parassiti resistenti ad altre classi di insetticidi, comprese molte specie resistenti ai neonicotinoidi.

Associata a questa mancanza di resistenza incrociata, le sulfoximine come Isoclast costituiscono dei substrati poveri per gli enzimi metabolici coinvolti nella resistenza ad altre classi di insetticidi e quindi difficilmente aggredibili.

Le proprietà fisico-chimiche di isoclast sono riportate in tabella 1.

Tabella 1. Proprietà chimico-fisiche di sulfoxaflor (Isoclast)

Nome commerciale Principio attivo Nome comune ISO Gruppo chimico	Closer Isoclast sulfoxaflor (provvisorio) sulfoximine
Nome chimico (IUPAC)	[methyl(oxo){1-[6-(trifluoromethyl)-3-pyridyl]ethyl}-λ6-sulfanylidene]cyanamide
Formula chimica	C10H10F3N3OS

Nome chimico (CAS)	Cyanamide, N-[methyloxido[1-[6-(trifluoromethyl)-3-pyridinyl]ethyl]-λ4-sulfanylidene]	
Formula di struttura		
Peso molecolare	277,27 g/mol	
Densità relativa	1,5191 g/mL at 20°C (purificato)	
Aspetto	Polvere bianca (solido)	
Punto di fusione (°C)	112,9	
Punto di ebollizione	Si decompone a 167,7°C, prima dell'ebollizione	
Infiammabilità	Non altamente infiammabile	
Pressione di vapore (20°C)	≤1,4 x 10-6 Pa	
Coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua(log KOW) a 19°C	pH 5: Log Kow = 0,806 pH 7: Log Kow = 0,802 pH 9: Log Kow = 0,799	
Costante di dissociazione (pK_a)	>10 (non completamente dissociate entro intervalli di pH rilevanti per l'ambiente)	
Stabilità idrolitica (DT50)	stabile	
Fotostabilità in acqua (DT_{50})	attesa stabile in condizioni sterili	
Fotolisi nel suolo (DT_{50})	attesa stabile in condizioni sterili(DT_{50} <1 giorno in terreno aerobico in laboratorio)	
Solubilità in acqua (mg/L a 20°C)	acqua pura 670 mg/L acqua tamponata pH = 5: 1.380 mg/L acqua tamponata pH = 7: 570 mg/L acqua tamponata pH = 9: 550 mg/L	
Solubilità in solventi organici (g/L a 20°C)	**Solventi**	**TGAI**
	Metanolo	93,1 g/L
	Acetone	217 g/L
	Xylene	0,743 g/L
	1,2-DCE	39,6 g/L
	Etilacetato	95,2 g/L
	Eptano	0,000242 g/L
	Ottanolo	1,66 g/L

Meccanismo di azione

Isoclast agisce sui recettori nicotinici dell'acetilcolina (nAChRs) e i dati disponibili indicano che presenta interazioni complesse e uniche con questi recettori nicotinici, distinte da quelle osservate per i neonicotinoidi. Esso presenta uno scarso indice di resistenza incrociata con molte popolazioni resistenti non solo ai neonicotinoidi, ma anche ad altri insetticidi caratterizzati da diversi meccanismi di azione (carbammati, fosforganici, piretroidi).

Questa bassa affinità con popolazioni resistenti ai neonicotinoidi è dovuta principalmente ad un diverso metabolismo dell'enzima monoossigenasi, che è il meccanismo principale per la resistenza degli insetticidi. Studi di laboratorio hanno dimostrato che la monoossigenasi che degrada i neonicotinoidi non produce alcun effetto su Isoclast.

Gli insetti trattati evidenziano tremori ed eccitazione, movimento ondulatorio delle antenne, estensione e piegamento delle zampe, seguiti da parziale o completa paralisi e successiva morte.

L'appartenenza ad una classe chimica differente e la mancanza di resistenza incrociata suggeriscono che l'efficacia di Isoclast sia immutata anche in presenza di popolazioni resistenti ad altri insetticidi.

Per le ragioni sopra elencate, l'Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) ha classificato Isoclast appartenente al sottogruppo 4C delle sulfoximine. Al momento, esso è la sola molecola inclusa in questo sottogruppo.

Isoclast può quindi essere considerata una molecola molto utile in un programma di rotazione dei diversi meccanismi di azione e adatta a strategie di gestione della resistenza.

Comportamento nella pianta

Isoclast è efficace nei confronti degli insetti parassiti sia per contatto che per ingestione ed è in grado di evidenziare un buon potere abbattente unito ad una valida attività residuale.

Una volta distribuito sulle superfici vegetali, Isoclast possiede un movimento traslaminare (si sposta verso la superficie fogliare opposta) e viene traslocato nella pianta attraverso lo xilema.

E' quindi in grado di colpire anche insetti nascosti in foglie accartocciate.

Tossicità nei riguardi degli organismi non-bersaglio

Isoclast ha dimostrato una tossicità acuta molto bassa nei confronti dei mammiferi (tabella 2). Non vi sono state indicazioni di mutagenicità, teratogenicità o oncogenicità sulle basi dei risultati negativi ottenuti con i vari test. Il prodotto ha evidenziato una bassa tossicità anche su altri organismi non mammiferi quali uccelli, pesci e lombrichi (tabella 3).

Tabella 2. Profilo tossicologico di Isoclast active nei confronti degli organismi mammiferi

Studio	Specie o metodologia di test	Risultato
Acuta orale DL_{50},	Ratto	1.000 mg/kg
Acuta dermale DL_{50}	Ratto	>5.000 mg/kg
Acuta inalazione CL_{50}	Ratto	>2,09 mg/L
Irritazione dermale	Coniglio	Minima
Irritazione oculare	Coniglio	Leggera
Irritazione cutanea	Topo	Nessuna
Dieta, esposizione 4 settimane	Ratto	NOAEL = 24,8 mg/kg bw/giorno
Dieta, esposizione 13 settimane	Ratto	NOAEL = 1.000 mg/kg bw/giorno
Esposizione dermal, 4 settimane	Ratto	NOAEL = 1.000 mg/kg bw/giorno
Tossicità su sviluppo	Ratto	NOAEL = 11,5 mg/kg bw/giorno
Genotossicità	Test di Ames	Negativo
	Aberrazione cromosomica	Negativo
	Micronucleo di topo (*in vivo*)	Negativo
Neurotossicità acuta	Ratto	NOAEL = 25 mg/kg bw/giorno

Tabella 3. Profilo tossicologico di Isoclast nei confronti degli organismi non-mammiferi

Uccelli, tossicità acuta	Orale DL_{50} = 676 mg/kg Colino della Virginia
Uccelli, tossicità dieta	Dieta 5-giorni CL_{50} >5.620 mg/kg di dieta Colino della Virginia
Uccelli, tossicità sulla riproduzione	NOAEL = 81,2 mg/kg Colino della Virginia NOAEL = 25,9 mg/kg Anatra Non sono stati osservati effetti sulla riproduzione a tutti i dosaggi
Pesci, tossicità acuta	96 ore CL_{50} >387 mg/L Trota iridea (Rainbow trout) 96 ore CL_{50} >363 mg/L Pesce persico (Bluegill sunfish) 96 ore CL_{50} >402 mg/L Carpa comune 96 ore CL_{50} = 266 mg/L *Cyprinodon variegatus* (Sheepshead minnow)
Pesci, tossicità cronica	NOEC = 5,05 mg/L *Pimephales promelas* (Fathead minnow) NOEC = 1,21 mg/L *Cyprinodon variegatus* (Sheepshead minnow)
Invetebrati, tossicità acuta	*Daphnia magna* 48 ore EC50 >399 mg/L Gamberetto *Americamysis bahia* (Mysid shrimp) 96 ore CL_{50} = 0,643mg/L Ostrica orientale (Eastern oyster) 96 ore EC_{50} = 86,5 mg/L Lombrico 4 giorni LC50 = 0,885 mg/kg terreno
Invertebrati, tossicità cronica	*Daphnia magna* 1 giorno NOEC = 50 mg/L *Americamysis bahia* 8 giorni NOEC = 0,114 mg/L *Chironomus riparius* 8 giorni NOEC = 0,0455 mg/L Lombrico 56 giorni NOEC = 0,1 mg/kg terreno
Piante acquatiche, tossicità acuta	7 giorni EC_{50} >99 mg/L Lemna (*Lemna gibba*)

Tossicità su insetti pronubi

Gli effetti di Isoclast su ape (*Apis mellifera*) e su bombi (*Bombus terrestris*) sono stati ampiamente studiati in prove di laboratorio e in tunnel che simulavano le condizioni di campo. Le sue caratteristiche quali una bassa tossicità residuale unita ad una breve persistenza ambientale, lo rendono più selettivo su api rispetto a molti dei più comuni insetticidi. Isoclast è stato utilizzato su milioni di ettari coltivati in diversi anni senza che siano stati segnalati danni alle api.

Destino ambientale

Isoclast viene degradato molto rapidamente. Il meccanismo di degradazione predominante è rappresentato dalla degradazione microbica. La degradazione nel suolo è molto rapida e il potenziale di lisciviazione è molto basso. Di conseguenza, Isoclast non presenta un pericolo per le acque sotterranee.

Il metabolismo del prodotto nelle piante è stato studiato su campioni di diverse colture e i risultati hanno dimostrato che esso è simile nelle diverse specie. Sebbene vengano prodotti dei metaboliti, Isoclast costituisce la maggior parte dei residui.

Negli animali, il metabolismo di Isoclast è stato studiato nei ratti, ruminanti e pollame. Non si accumula nei tessuti adiposi e viene rapidamente assorbito ed eliminato con un metabolismo sostanzialmente trascurabile.

Nell'aria, i dati misurati indicano che, in seguito al normale uso etichetta, i livelli di Isoclast sono molto bassi.

In base ai dati disponibili, l'uso di Isoclast secondo le indicazioni in etichetta costituisce un livello di rischio per l'ambiente classificato come estremamente basso.

Formulazioni e colture interessate

La registrazione di Isoclast da parte di Dow AgroSciences in Europa è attualmente in corso ed è prevista per l'Italia una sola formulazione per trattamenti fogliari, le cui caratteristiche sono illustrate in tabella 4.

La formulazione Closer è una formulazione 120 SC (sospensione concentrata a 120 g/litro di sostanza attiva) ed è specifica per solanacee e cucurbitacee in pieno campo e in serra, patata, insalate, cavoli, leguminose, ornamentali e floreali, pomacee, drupacee e agrumi.

E' in preparazione un dossier per la richiesta di estensione su vite, fragola e carciofo. Il dosaggio di Isoclast va dai 24 ai 48 grammi di sostanza attiva per ettaro a seconda del tipo di parassita.

Tabella 4. Colture presenti nell'etichetta del formulato Closer

Pomodoro, peperone, melanzana, peperoni piccanti, pepino in pieno campo e serra
Zucchine, cetrioli, zucche, meloni, angurie in pieno campo e serra
Patata, patata dolce
Lattughe, insalate, rucola, baby leaf, valerianella, scarola/indivia, foglie di spinaci, portulaca, bieta da foglia e da costa, erba cipollina, prezzemolo, salvia, rosmarino, timo, basilico, foglie di alloro, dragoncello, ortica, origano, stevia
Cavoli broccoli, cavolfiori, cavoli cappucci, cavoli verza, cavoli di Bruxelles, cavolo cinese, cime di rapa, cavoli neri
Fagiolo e pisello con e senza baccello freschi e secchi, lenticchie, ceci, cicerchie, fave, lupini
Bulbose, ornamentali e floreali (in pieno campo e serra)
Melo, pero, cotogne, nespole, nespole del Giappone, nashi
Pesche, nettarine, susine, ciliege, visciole/amarene, ciliegie nere, mirabolane, giuggiole
Arancio, limone, mandarino, clementino, tacle, pompelmo, pomelo, limette, tangelo, tangelolo, tangerino, bergamotto, chinotto, cedri

MATERIALI E METODI

Un notevole numero di prove in Europa, negli USA e in altri areali hanno dimostrato l'eccellente profilo di efficacia di Isoclast contro i principali insetti parassiti ad apparato boccale pungente-succhiante delle colture orticole, ornamentali, pomacee, drupacee, vite, agrumi.

Per lo specifico areale del sud Europa, le prove sono state condotte in Italia, Francia, Spagna, Portogallo e Grecia secondo lo schema sperimentale a blocco randomizzato, seguendo le guide EPPO generali no.135,153,181 e quelle specifiche n° 21 e 258 "Aphids on top fruit", n° 23 "Aphids on ornamental plants", n° 24 "Aphids on Potato, Sugar Beet, Pea, Broad Bean and other vegetables", n° 36 "*Trialeurodes vaporariorum*", n° 72 "*Planococcus citri*", n° 74 "Scales on citrus", n° 131 "*Quadraspidiotus perniciosus*", n° 149 "*Aphis gossypii* on cotton",

n° 230 “Aphids on potato”. Nei casi in cui non era disponibile la guida specifica, sono state seguite quelle più aderenti.

Il momento di applicazione ha seguito le pratiche agricole della zona ospitante la prova con volumi di adacquamento variabili tra i 200 e i 1500 L/ha di acqua e un numero di trattamenti tra 1 e 2 a seconda del tipo di parassita e del livello di infestazione. I rilievi hanno seguito le indicazioni specifiche delle guide EPPO e sono comunque riferiti al numero di forme mobili. Ulteriori indicazioni sulle caratteristiche delle prove condotte sono riportate nel capitolo successivo, al fine di una più agevole comprensione dei risultati.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Tra i vari parassiti controllati da Isoclast, i principali sono certamente gli afidi. Tra il 2008 e il 2010, è stata condotta su cucurbitacee in pieno campo una serie di 24 prove nel sud Europa (2 in Francia, 10 in Spagna, 10 in Italia e 2 in Grecia) per valutare l’efficacia di Isoclast in riferimento al prodotto commerciale acetamiprid contro *Aphis gossypii*, la specie predominante (tabella 5).

In protocollo vi era una applicazione allo stadio BBCH 17-89, variabile tra le diverse specie. Il livello di infestazione al momento dell’applicazione era tra 1 e 513 afidi/foglia. Le prove erano su cetriolo (4 prove), zucchino (9 prove), melone (8 prove) e cocomero (3 prove), tutte coltivate in pieno campo. Il volume d’acqua utilizzato era di 200-1500 L/ha.

Tabella 5. Riassunto dei dati provenienti da 24 prove condotte tra il 2008 e il 2010 contro afidi (*A. gossypii*) su cucurbitacee in pieno campo

Tesi / Principio attivo	Dose g p.a./ha	% media controllo (Abbott) sul numero di forme mobili				
		Giorni dal trattamento				
		1-2	3-4	6-10	13-16	20-21
Isoclast	24	83,4	97,3	95,5	96,7	98,4
Acetamiprid	75	94,8	99,4	99,7	99,7	99,9

Un ridotto numero di specie minori come *Aphis fabae*, *Myzus persicae* e *Aphis nasturtii* è stato rilevato in alcune prove. In generale, l’efficacia di Isoclast a 24 g p.a./ha, che è la dose raccomandata in etichetta, è stata analoga a quella di acetamiprid ad ogni rilievo e in tutte le specie presenti.

Tra il 2008 e il 2010, è stata condotta su solanacee in pieno campo una serie di 12 prove nel sud Europa (2 in Francia, 7 in Spagna e 3 in Italia) per valutare l’efficacia di Isoclast in riferimento al prodotto commerciale acetamiprid contro *A. gossypii*, *M. persicae* e *Macrosiphum euphorbiae* (tabella 6). In protocollo vi era una applicazione allo stadio BBCH 29-89, variabile tra le diverse specie. Il livello di infestazione al momento dell’applicazione era tra 2 e 40 afidi/foglia. Le prove erano su peperone (una prova), pomodoro (7 prove) e melanzana (4 prove), tutte coltivate in pieno campo. Il volume d’acqua utilizzato era di 300-1.000 L/ha.

Tabella 6. Riassunto dei dati provenienti da 12 prove condotte tra il il 2008 e il 2010 contro afidi (*A. gossypii*, *M. persicae, M. euphorbiae*) su solanacee in pieno campo

Specie	Tesi / Principio attivo	Dose g p.a./ha	% media controllo (Abbott) sul numero di forme mobili			
			Giorni dal trattamento			
			1-4	7-8	13-14	20-22
A. gossypii	Isoclast	24	98,9	99,6	93,4	92,3
	Acetamiprid	75	99,8	99,1	92,8	87,2
M. persicae	Isoclast	24	81,3	94,2	96,5	-
	Acetamiprid	75	93,5	96,9	94,3	-
M. euphorbiae	Isoclast	24	90,4	96,7	99,2	95,2
	Acetamiprid	75	82,2	84	99,9	94,1

Tra il 2008 e 2013, è stata condotta su pomacee una serie di 52 prove nel sud Europa (Francia, Spagna, Portogallo, Italia e Grecia) per valutare l'efficacia di Isoclast in riferimento ai prodotti commerciali acetamiprid, imidacloprid, flonicamid, chlorpyrifos, clothianidin, spirotetramat e pirimicarb contro *Dysaphis plantaginea*, *Aphis pomi*, *Eriosoma lanigerum*, *A. fabae*, *A. gossypii* e *Aphis spireacola* (tabella 7). Una applicazione in protocollo allo stadio BBCH 32-78, variabile tra le diverse specie e varietà. Il livello di infestazione al momento dell'applicazione era tra 1 e 182 afidi/germoglio (media di 182 su *A. pomi*, 129 su *A. gossypii*, 55 su *A. fabae*, 120 su *D. plantaginea*, 48 su *E. lanigerum*). Il volume d'acqua utilizzato era di 500-1000 L/ha.

Tabella 7. Riassunto dei dati di prove condotte tra il 2008 e il 2013 contro *D. plantaginea, E. lanigerum, M. persicae* su pomacee e drupacee. Applicazioni preventive e curative

Tipo di applicazione	Tesi / Principio attivo	Dose g p.a./ha	% media controllo (Abbott) sul numero di forme mobili				
			Giorni dal trattamento				
D. plantaginea (7 prove su pomacee con trattamento preventivo)			28-36	41-49	60-64	71-75	
	Isoclast	24	99,9	95,7	95,7	92,1	
	Acetamiprid	75	96,6	82,2	91,1	91,9	
	Flonicamid	60-70	97,2	90,9	65,6	-	
	Imidacloprid	120-150	98,1	93,8	100	92,7	
D. plantaginea (19 prove su pomacee con trattamento curativo)			2-3	5-9	10-17	-	
	Isoclast	24	70,7	93,5	94,8	-	
	Acetamiprid	50-75	64,5	81,8	91,8	-	
	Flonicamid	70	54	85	92,4	-	
	Imidacloprid	120-150	73,4	91,8	96,7	-	
E. lanigerum (4 prove su pomacee con trattamento preventivo)			6-8	13-14	18-22	27-48	
	Isoclast	48	87,1	86,1	76,4	52,7	
	Pirimicarb	375	59,3	71,1	67,6	65,3	
	Clorpirifos-etile	640-750	46,2	86,7	90,8	91,4	
	Spirotetramat	150-190	-	50	51,5	63,1	
M. persicae (13 prove su drupacee con trattamento curativo)			2-3	7	14	21	28
	Isoclast	36	81,3	91,5	94,4	92,7	87,7
	Acetamiprid	50-75	74,1	72	65,4	25,3	38,1
	Flonicamid	60-75	68,6	90,3	75,6	84,2	79,6
	Imidacloprid	70-150	78	83	82,5	75,4	75,4

Tra il 2007 e il 2012, è stata condotta su solanacee coltivate in ambiente protetto una serie di 22 prove nel sud Europa (13 su *Bemisia tabaci* e 9 su *Trialeurodes vaporariorum*) per valutare l'efficacia di Isoclast in riferimento ai prodotti commerciali acetamiprid e spirotetramat. Una applicazione in protocollo alla dose di 48 g p.a./ha o due applicazioni alla dose di 24 g p.a./ha a distanza di 7-14 giorni a seconda del livello di infestazione (tabella 8).

Nel caso di *B. tabaci*, Il livello di infestazione al momento dell'applicazione era tra 0 e 548,6 forme mobili/foglia, estremamente variabile in funzione del momento di applicazione e della coltura. Nel caso di *T. vaporariorum*, Il livello di infestazione al momento dell'applicazione era tra 0 e 1508,6 forme mobili/foglia, estremamente variabile in funzione del momento di applicazione e della coltura.

Il volume d'acqua utilizzato era di 500-1.500 L/ha per entrambi i parassiti.

Tabella 8. Riassunto dei dati provenienti da 22 prove condotte con Isoclast active tra il il 2007 e il 2012 contro *B. tabaci* e *T. vaporariorum* su solanacee coltivate in ambiente protetto

Specie	Tesi / Principio attivo	Dose g p.a./ha	% media controllo (Abbott) sul numero di forme mobili			
			Giorni dal trattamento			
			1-3DAA1	3DAA1	7DAA1	14DAA1
B. tabaci	Isoclast	24	86,4	61,9	74,9	-
	Isoclast	48	80,6	59,3	77,9	68,1
	Acetamiprid	75	77,8	55,8	73,3	70,1
	Spirotetramat	72	83,0	57,9	58,3	40,5
			Giorni dal trattamento			
			3DAA2	7DAA2	14DAA2	21DAA2
	Isoclast x 2 tratt.	24	81,6	80,9	57,6	59,2
	Isoclast	48	84,2	81,9	61,1	79,4
	Acetamiprid	75	74,6	77	68,3	-
	Spirotetramat	72	69,3	74	59,3	-
T. vaporariorum			Giorni dal trattamento			
			1-2DAA1	7DAA1	14DAA1	21DAA1
	Isoclast	24	76,7	74,9	76,6	64,4
	Isoclast	48	66,6	65,2	64,1	70,5
	Acetamiprid	75-100	54,9	52,7	49,5	50,4
	Spirotetramat	72-100	33,3	68,4	70,7	70,8
			Giorni dal trattamento			
			3DAA2	7DAA2	14DAA2	-
	Isoclast x 2 tratt.	24	83,2	72,8	79,8	-
	Isoclast	48	68,8	44,9	74,1	-
	Acetamiprid	75-100	39,8	52,4	76,2	-
	Spirotetramat	72-100	93,6	94,6	96,6	-

DAA1 = giorni dal primo trattamento; DAA2 = giorni dal secondo trattamento

Come è stato sottolineato in precedenza, sulfoxaflor (Isoclast) appartiene alla famiglia chimica delle sulfoximine e non è un neonicotinoide. Le sulfoximine hanno una struttura chimica diversa dai neonicotinoidi che determina un diverso comportamento ambientale, metabolico e di legame ai siti recettori. Isoclast è stato classificato come appartenente al sottogruppo 4 C di IRAC.

L'efficacia di Isoclast risulta notevole anche in presenza di popolazioni resistenti ad altri insetticidi, in particolare i neonicotinoidi.

Attualmente, non esistono lavori riportanti evidenze di resistenza in campo a Isoclast. Tuttavia, in due recenti articoli (Cutler *et al*., 2012; Bass *et al*., 2015) dati di laboratorio hanno evidenziato una leggera resistenza incrociata tra Isoclast e i neonicotinoidi in popolazioni di *M. persicae* resistenti al sito R81T. Entrambi gli articoli concludono che Isoclast era il prodotto più efficace con il più basso fattore di resistenza tra gli insetticidi del gruppo 4 IRAC provati.

Gli studi di laboratorio e di campo eseguiti da Dow AgroSciences e i lavori dove il problema della resistenza incrociata era l'oggetto di studio, non hanno osservato fenomeni di resistenza incrociata su popolazioni di *M. persicae* o *A. gossypii*.

In tutte le prove di efficacia e in prove varietali specifiche, il formulato Closer non ha mai evidenziato fenomeni di fitotossicità.

CONCLUSIONI

I risultati esposti hanno evidenziato un'elevata efficacia di sulfoxaflor (Isoclast) nei confronti dei principali parassiti delle colture orticole, fruttiferi, ornamentali. In tutte le prove, il prodotto ha mostrato un'efficacia superiore o paragonabile a quella dei principali standard commerciali. La selettività di Isoclast è risultata completa per tutte le colture in prova. L'ampio spettro di azione permette l'utilizzo del prodotto in strategie che prevedono il controllo contemporaneo di parassiti quali afidi e mosche bianche. Il meccanismo d'azione, tipico delle sulfoximine, la bassa tossicità verso i mammiferi e gli organismi non bersaglio, uniti all'ampio spettro d'azione, rendono Isoclast un valido aiuto per gli operatori agricoli, per la produzione integrata in generale e per la gestione delle resistenze.

™ Marchio registrato di the Dow Chemical Company ("Dow") o di una società affiliata di Dow

LAVORI CITATI

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.

Cutler, P., Slater R., Edmunds, A.J.F., Maienfisch, P., Hall, R.G., Earley, F.G.P., Pitterna, T., Pal, S. Paul, V.L., Goodchild, J., Blacker, M., Hagmannc, L., Crossthwaitea, A.J., 2012. Investigating the mode of action of sulfoxaflor: a fourth-generation neonicotinoid. *Pest Management Science*, 69*,* 607–619.

Bass, C., Denholm, I., Williamson, M.S., Nauen, R., 2015. The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 78–87.

Sparks, T. C., M. R. Loso, G. B. Watson, J. M. Babcock, V. Kramer, Y. Zhu, and J. D. Thomas, 2012. Sulfoxaflor, 1226–1237 in Kramer, W., U. Schirmer, P. Jeschke, and M. Witschel (eds.), *Modern Crop Protection Compounds*, 2nd Ed., Vol. 3. Wiley-VCH, New York.