

SPINETORAM (DELEGATE[®], RADIANT[®]), NUOVO INSETTICIDA AD AMPIO SPETTRO D'AZIONE

E. TESCARI¹, A. CHLORIDIS², L. BACCI¹, R. BRADASCIO¹, A. GIBERTI¹

¹Dow AgroSciences Italia S.r.l. - Viale Masini, 36, 40126 Bologna

²Dow AgroSciences Europe - 2 Kalymnou, 55133, Thessaloniki, Grecia
tescari@dow.com

RIASSUNTO

Spinetoram (Delegate[®], Radiant[®]) é un nuovo insetticida di Dow AgroSciences appartenente alla famiglia chimica delle spinosine. E' ottenuto attraverso una modificazione chimica di due spinosine naturali che ne migliora l'attività insetticida e la fotostabilità. Spinetoram è estremamente efficace nei confronti di insetti parassiti di svariati ordini quali lepidotteri, tisanotteri (tripidi), ditteri ed alcuni coleotteri. Nonostante gli insetti ad apparato boccale pungente-succhiante non siano controllati da applicazioni fogliari di spinetoram, le psille sono comunque un'eccezione. Due differenti formulazioni verranno registrate: Delegate WG su pomacee, drupacee e olivo per il controllo della psilla del pero, della carpocapsa, della *Cydia molesta*, dei tripidi estivi e della tignola dell'olivo e Radiant SC su vite da vino e da tavola per il controllo delle tignole e della *Frankliniella occidentalis*. Spinetoram è uno strumento ideale per l'utilizzo in Lotta Integrata (IPM) in quanto ha caratteristiche di elevata efficacia unite ad una eccellente attività residuale con un profilo tossicologico ed ecotossicologico molto favorevole. Il meccanismo di azione esclusivo della famiglia delle spinosine lo rende molto importante nelle strategie di gestione delle resistenze degli insetti (IRM). Vengono presentati i risultati di numerose prove condotte nell'areale del sud Europa su fruttiferi, vite ed olivo nei confronti di svariati tra i più importanti parassiti quali psilla del pero, carpocapsa, Cidia del pesco, tignole della vite e dell'olivo, tripidi.

Parole chiave: spinosine, *Psylla pyri*, *Cydia pomonella*, tignole, tripidi

SUMMARY

SPINETORAM (DELEGATE[®], RADIANT[®]), A NEW INSECTICIDE WITH BROAD SPECTRUM OF ACTIVITY

Spinetoram (Delegate[®] and Radiant[®]) is a new insecticide from Dow AgroSciences belonging to the spinosyns chemical family. It is created by a chemical modification of two natural spinosyns that improves the insecticidal efficacy and the photostability. Spinetoram is extremely effective against pests in several orders of insects including *Lepidoptera*, *Thysanoptera* (thrips), *Diptera* and some *Coleoptera*. Although sap-feeding insects are generally not controlled by foliar applications of spinetoram, psyllids are notable exception. Two different formulations will be registered: Delegate WG on pome fruits, stone fruits and olive trees for the control of pear psylla, codling moth, *Cydia molesta*, summer thrips and olive moth and Radiant SC on wine and table grapes for the control of moths and *Frankliniella occidentalis*. Spinetoram is an ideal tool for use in Integrated Pest Management (IPM) as it has high efficacy combined to an excellent residual activity and a very favourable toxicological and ecotoxicological profile. The mode of action of the exclusive family of spinosyns makes spinetoram very important in strategies for Insect Resistance Management (IRM). We present the results of numerous tests conducted in southern Europe on top fruits, vines and olive trees against several of the most important insect pests such as pear psylla, codling moth, *C. molesta*, vine and olive's moths, thrips.

Keywords: spinosyns, *Psylla pyri*, *Cydia pomonella*, moths, thrips

INTRODUZIONE

Spinetoram (Delegate[®], Radiant[®], codice sperimentale XR-175) è il secondo insetticida della famiglia chimica delle spinosine, frutto della ricerca Dow AgroSciences. La prima spinosina, registrata in Italia nel 2003, è stata spinosad. Le spinosine sono ormai diventate un gruppo di insetticidi di notevole importanza a livello mondiale. I prodotti a base di spinosad e spinetoram sono registrati in più di 80 paesi e in oltre 250 differenti colture, oltre a diversi usi non agricoli. Spinetoram è un insetticida dotato di ampio spettro d'azione, attivo per ingestione e per contatto nei confronti degli insetti ad apparato boccale sia masticatore che pungente-succhiante. Esso comprende lepidotteri, coleotteri, tisanotteri, emitteri ed alcuni ditteri.

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

Proprietà fisico-chimiche

Spinetoram è una sostanza attiva derivata da una fermentazione naturale e successivamente modificata chimicamente. E' il risultato di un approccio innovativo il cui scopo è sfruttare al massimo le caratteristiche delle nuove sostanze: nello specifico, è l'applicazione di un "artificial neural network" (ANN). L'applicazione degli ANN al problema delle spinosine ha identificato il punto critico per migliorare l'attività biologica delle spinosine (Sparks *et al.*, 2000; Sparks *et al.*, 2006). Questa modifica chimica della struttura di base delle spinosine ha portato ad una migliore residualità e quindi all'ottenimento di spinetoram (Sparks *et al.*, 2006). Spinetoram è quindi uno spinosad modificato chimicamente, ma la sua origine è davvero unica nel campo della chimica degli antiparassitari. E' una miscela di due principali componenti, 3'-O-ethyl-5,6-dihydro spinosyn J, che è il componente principale e 3'-O-ethyl-spinosyn L, componente secondario. Questa nuova miscela di due molecole ha evidenziato attività per ingestione e contatto nei confronti degli insetti bersaglio, massimizzando le sue caratteristiche strutturali. Le proprietà fisico-chimiche dei due maggiori componenti di spinetoram sono riportate in Tabella 1.

Meccanismo di azione

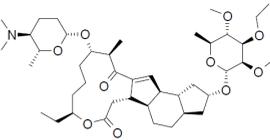
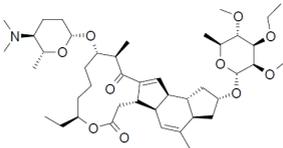
Le spinosine, gruppo chimico che include spinetoram e spinosad, non agiscono sugli stessi siti bersaglio di avermectine, neonicotinoidi, piretroidi o di altri insetticidi conosciuti. Esse agiscono attraverso un sito nuovo nel recettore nicotinico che è diverso da quello dei neonicotinoidi (Crouse *et al.*, 2007). Il sito bersaglio delle spinosine è stato identificato come il recettore nicotinico dell'acetilcolina $\alpha 7$, conosciuto come Dm $\alpha 6$ -nAChR (Orr *et al.*, 2006). Poichè spinetoram e spinosad condividono lo stesso meccanismo di azione, ogni possibile manifestazione di resistenza a carico di spinosad si trasmette pure a spinetoram. Quindi, l'uso di spinetoram e spinosad in rotazione non è una strategia corretta, ma i due prodotti devono essere sempre alternati con prodotti a chimica diversa e non tra loro.

Spinetoram possiede un'attività di contatto maggiore di spinosad, ma, come spinosad, è maggiormente efficace per ingestione che per contatto.

Comportamento nella pianta

Spinetoram viene traslocato prontamente all'interno dei tessuti vegetali con una spiccata attività translaminare, ma non può essere considerato un vero e proprio prodotto sistemico. E' in grado di spostarsi dalla superficie fogliare trattata al mesofillo e questa penetrazione può essere aiutata con l'aggiunta di additivi. Una volta raggiunto il mesofillo, i residui di spinetoram non si spostano dalle foglie trattate. Spinetoram, come spinosad, è in grado di spostarsi dalle radici verso le parti alte della pianta attraverso i tessuti vascolari.

Tabella 1. Proprietà chimico-fisiche di spinetoram

Nome commerciale	Delegate WG e Radiant SC	
Principio attivo	spinetoram	
Codice sperimentale	XR-175, XDE-175	
Nome comune ISO	spinetoram	
Gruppo chimico	spinosine	
	3'- <i>O</i> -ethyl-5,6-dihydro spinosyn J	3'- <i>O</i> -ethyl spinosyn L
Formula chimica	C42 H69 N O10	C43 H69 N O10
Nome chimico (CAS)	CAS RN[187166-40-1] (2 <i>R</i> ,3 <i>aR</i> ,5 <i>aR</i> ,5 <i>bS</i> ,9 <i>S</i> ,13 <i>S</i> ,14 <i>R</i> ,16 <i>aS</i> ,16 <i>bR</i>)-2-(6-deoxy-3- <i>O</i> -ethyl-2,4-di- <i>O</i> -methyl- α -Lmannopyranosyloxy) -13-[(2 <i>R</i> ,5 <i>S</i> , 6 <i>R</i>) -5-(dimethylamino) tetrahydro-6-methylpyran-2-yloxy]-9-ethyl-2,3,3 <i>a</i> ,4,5,5 <i>a</i> ,5 <i>b</i> ,6,9,0, 11,12,13,14, 16 <i>a</i> ,16 <i>b</i> -hexadecahydro-14-methyl-1 <i>H</i> as-indaceno[3,2- <i>d</i>]oxacyclododecine-7,15-dione. (IUPAC)	CAS RN: [187166-15-0] (2 <i>R</i> ,3 <i>aR</i> ,5 <i>aS</i> ,5 <i>bS</i> ,9 <i>S</i> ,13 <i>S</i> ,14 <i>R</i> ,16 <i>aS</i> ,16 <i>bS</i>)-2-(6-deoxy-3- <i>O</i> -ethyl-2,4-di- <i>O</i> -methyl- α -Lmannopyranosyloxy)-13-[(2 <i>R</i> ,5 <i>S</i> ,6 <i>R</i>) -5-(dimethylamino)tetra-hydro-6-methylpyran-2-yloxy]-9-ethyl-2,3,3 <i>a</i> ,5 <i>a</i> , 5 <i>b</i> ,6,9,10,11,12,13,14,16 <i>a</i> , 16 <i>b</i> -tetradecahydro-4,14-dimethyl-1 <i>H</i> as-indaceno[3,2- <i>d</i>]oxacyclododecine -7,15-dione. (IUPAC)
Formula di struttura		
Stato fisico (s. a. pura)		
Punto di fusione (°C)	143,4	70,8
Solubilità in acqua:		
mg/L (pH 5, 20°C)	423	1630
mg/L (pH 7, 20°C)	11,3	46,7
mg/L (pH 10, 20°C)	6,27	0,706
Tensione di vapore (20°C)	5,3×10 ⁻⁵ Pa	2,1×10 ⁻⁵ Pa
Costante di dissociazione (pK _a) (20°C)	7,86	7,59
Coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (pH 5, 20°C)	2,44	2,94
ottanolo/acqua (pH 7, 20°C)	4,09	4,49
ottanolo/acqua (pH 9, 20°C)	4,22	4,82

Formulazioni e colture interessate

La registrazione di spinetoram da parte di Dow AgroSciences in Europa è attualmente in corso. Sono previste due diverse formulazioni le cui caratteristiche sono illustrate in Tabella 2.

Entrambe le formulazioni sono da applicarsi con trattamenti fogliari. La formulazione Delegate WG è specifica per fruttiferi e olivo, mentre Radiant SC ha la vite da tavola e da vino in etichetta. Il dosaggio di spinetoram varia in funzione della coltura e del parassita specifico, ma rimane entro valori contenuti, indicati per ettaro, e compresi tra 75 e 100 grammi di sostanza attiva per i fruttiferi, tra 24 e 36 grammi per la vite da vino e da tavola e 18,75 grammi per l'olivo.

Tabella 2. Formulazioni di spinetoram previste

Nome commerciale	Formulazione	Colture incluse in etichetta
Delegate WG	250 g s.a./kg WG, granuli idrosospensibili	pomacee, drupacee, olivo
Radiant SC	120 g s.a./L SC, sospensione concentrata	vite da tavola e da vino

Tossicità nei riguardi degli organismi non-bersaglio

Spinetoram ha dimostrato una tossicità acuta molto bassa nei confronti dei mammiferi (Tabella 3). Non vi sono state indicazioni di mutagenicità, teratogenicità o oncogenicità sulle basi dei risultati negativi del test di Ames, del test di aberrazione cromosomica, dei saggi di mutazione e del test del micronucleo su midollo osseo di topo. Spinetoram ha evidenziato una bassa tossicità anche su altri organismi non mammiferi quali uccelli, pesci e lombrichi (Tabella 3). Esso risulta tossico nei confronti delle api quando sono sottoposte direttamente al trattamento o consumano residui molto freschi. Una volta asciugato, il prodotto non risulta praticamente più tossico nei loro confronti. Tre ore dopo l'applicazione, non sono stati osservati casi di mortalità o di comportamento anomalo su api in attività su erba medica trattata con 110 grammi di sostanza attiva di spinetoram per ettaro.

Spinetoram ha una bassa tossicità su alcune specie di predatori come coccinellidi e crisope e, in condizioni di laboratorio, è tossico nei riguardi di alcuni acari predatori e insetti parassitoidi. In condizioni di campo, gli effetti negativi sono risultati leggeri e temporanei.

La breve persistenza di spinetoram rende minima l'esposizione dell'entomofauna utile. (Haile *et al.*, 2006).

Tabella 3. Profilo tossicologico di spinetoram

Test tossicologico	Specie	Risultato
Acuta orale DL50,	Ratto, F344/DuCrI (♂ e ♀)	>5.000 mg/kg peso corporeo
Acuta dermale DL50	Ratto, F344/DuCrI (♂ e ♀)	>5.000 mg/kg peso corporeo
Acuta inalazione CL50	Ratto, F344/DuCrI (♂ e ♀)	>5,5 mg/L
Acuta orale DL50	Colino della Virginia (Bobwhite quail)	>2.250 mg/kg
Uccelli, dieta CL50	Anatra (Mallard duck)	>2.250 mg/kg
	Colino della Virginia (Bobwhite quail)	>5.620 mg/kg dieta
Uccelli, riproduzione NOEL	Anatra (Mallard duck)	>5.620 mg/kg dieta
	Colino della Virginia (Bobwhite quail)	1.000 mg/kg dieta
Pesci, acuta CL50 (96 h)	Anatra (Mallard duck)	1.000 mg/kg dieta
	Trota iridea (Rainbow trout)	>3,46 mg/L
Dafnia, acuta CL50 (48 ore)	Pesce persico (Bluegill sunfish)	2,69 mg/L
	<i>Daphnia magna</i>	>3,17 mg/L
Lombrico, acuta CL50 (48 ore)	<i>Eisenia foetida</i>	>1.000 mg/kg terreno

Destino ambientale

Spinetoram viene degradato nel suolo molto rapidamente. La semi-vita va da 3 a 5 giorni. Viene degradato rapidamente anche nelle acque superficiali, la sua semi-vita in acqua è minore di un giorno. Questa rapidità di degradazione riduce al minimo il potenziale di rischio di esposizione per gli organismi acquatici non bersaglio.

MATERIALI E METODI

Un notevole numero di prove in Europa, negli USA (Yoshida *et al.*, 2006; Olson *et al.*, 2006) e in altri areali hanno dimostrato l'eccellente profilo di efficacia di spinetoram contro i principali insetti parassiti delle pomacee, drupacee, vite da tavola e da vino.

Le prove sono state condotte in tutto l'areale del sud Europa (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 6 (tortrici ricamatori), 7 (*Cydia pomonella*), 11 (tignole della vite), 44 (psilla del pero), 85 (tripidi per colture in pieno campo) e 130 (*Prays oleae*). 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 1000 e i 1500 L/ha di acqua e un numero di trattamenti tra 1 e 3 a seconda del tipo di parassita. I rilievi hanno seguito le indicazioni specifiche delle guide EPPO e sono comunque riferiti alla percentuale di frutti attaccati o, nel caso specifico di fillominatori delle pomacee di psilla del pero, sono riferiti al numero di mine/foglia e di forme mobili/germoglio. Considerato che le tabelle seguenti presentano i risultati derivanti da più prove, il grado di infestazione presente nel testimone viene indicato prima di ogni singola tabella.

RISULTATI

Tra i vari parassiti controllati da spinetoram, uno dei principali è certamente *Cydia pomonella*. Di seguito, sono riportati i risultati di 38 prove condotte tra il 2005 e il 2010 su pomacee nel Sud Europa (Italia, Francia, Grecia, Spagna e Portogallo) espressi come percentuale di controllo sui frutti attaccati. Le condizioni di infestazione erano estremamente variabili. La percentuale di frutti danneggiati nella parcella testimone non trattata era tra il 7,8% e 90,8%. Spinetoram ha controllato il parassita a livello del migliore prodotto commerciale di riferimento. E' interessante sottolineare che il contemporaneo controllo di *C. pyri* permette una strategia di controllo di entrambi i parassiti.

Tabella 4. Riassunto dei dati provenienti da 38 prove condotte tra il 2005 e il 2010 su pomacee nel sud Europa espressi come percentuale di controllo sui frutti attaccati da *C. pomonella*

Tesi/Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo (Abbott) sui frutti colpiti
Spinetoram	75	83,6
Spinetoram	87,5	88,1
Spinetoram	100	88,8
Indoxacarb	42-69	61,7
Rynaxypyr	40-50	85,4
Thiacloprid	75-170	77,6

I tortrici ricamatori delle pomacee di cui fa parte il genere *Pandemis* spp. sono in grado di provocare danni commercialmente molto elevati. Di seguito, sono riportati i risultati di 5 prove condotte nel sud Europa tra il 2005 e il 2007 su *Pandemis* spp. Sono stati eseguiti 1 o 2 trattamenti. Solo le prove con una percentuale di frutti danneggiati superiore a 9,3 nelle parcelle testimoni sono state prese in considerazione. Spinetoram ha controllato il parassita ad un livello superiore a spinosad, il migliore prodotto di riferimento commerciale.

Tabella 5. Riassunto dei dati provenienti da 5 prove condotte tra il 2005 e il 2007 su pomacee in Italia espressi come percentuale di controllo sui frutti attaccati da *Pandemis* spp.

Tesi/Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo (Abbott) sui frutti attaccati
Spinetoram	75	89,7
Spinetoram	87,5	89,0
Spinetoram	100	85,7
Spinosad	180-260	81,0
Clorpirifos etile	680-940	43,6
Indoxacarb	62-88	69,2
Methoxyfenozide	250-340	73,8

I minatori fogliari delle pomacee (*Phyllonorycter blancardella*, *P. corylifoliella*, *Leucoptera malifoliella/scitella*) sono dei parassiti occasionalmente presenti sul melo e sul pero, ma sono in grado di provocare danni tutt'altro che trascurabili. Di seguito, sono riportati i risultati di 11 prove condotte nel sud Europa tra il 2005 e il 2009 su *P. blancardella* e *P. corylifoliella*. Solo le prove con un numero di mine per foglia superiore a 9,2 nelle parcelle testimoni sono state prese in considerazione. Spinetoram ha controllato i fillominatori ad un livello perfettamente paragonabile a quello dei migliori prodotti commerciali.

Tabella 6. Riassunto di 11 prove condotte tra il 2005 e il 2009 su pomacee nel sud Europa espressi come percentuale di controllo (Abbott) sul numero di mine fogliari di *P. blancardella* e di *P. corylifoliella*

Tesi Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo sul numero di mine di <i>P.blancardella</i>	% controllo sul numero di mine di <i>P.corylifoliella</i>
Spinetoram	75	74,4	93,6
Spinetoram	87,5	89,9	95,0
Spinetoram	100	89,7	96,1
Imidacloprid	120-170	90,9	54,2
Indoxacarb	50	61,7	92,3
Spinosad	120-140	71,0	86,9
Thiacloprid	120-140	92,1	93,6

Di seguito vengono illustrati i risultati ottenuti su pero nei confronti di *Cacopsylla pyri*, certamente uno dei più importanti parassiti dannosi a questa coltura. Sono riportati i risultati di 42 prove condotte nel sud Europa (Italia, Spagna, Francia e Grecia) tra il 2004 e il 2010. Sono stati eseguiti 1 o 2 trattamenti e solo le prove con un livello di infestazione nelle parcelle testimoni in grado di danneggiare le piante sono state prese in considerazione. Nonostante gli insetti ad apparato boccale pungente-succhianti non siano controllati da applicazioni fogliari di spinetoram, le psille sono comunque un'eccezione e spinetoram ha controllato il parassita ad un livello perfettamente paragonabile a quello del miglior prodotto commerciale di riferimento. Il contemporaneo controllo di *C. pomonella* permette una strategia di controllo di entrambi i parassiti.

Tabella 7. Riassunto dei dati provenienti da 42 prove condotte tra il 2004 e il 2010 nel sud Europa su pero espressi come percentuale di controllo (Abbott) su *C. pyri*

Tesi Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo sul numero di forme mobili		
		5-8 giorni dal trattamento	10-15 giorni dal trattamento	17-29 giorni dal trattamento
Spinetoram	75	79,7	83,6	81,0
Spinetoram	87,5	77,9	79,6	87,5
Spinetoram	100	83,5	87,2	88,3
Abamectina	11-27	83,9	82,7	91,1
Spirodiclofen	96-140	54,5	63,3	81,5
Spinosad	110-250	75,0	73,8	77,4

La cidia e l'anarsia del pesco (*Cydia molesta*, *Anarsia lineatella*) sono tra i parassiti più importanti delle drupacee, in grado di provocare danni notevoli. Di seguito, sono riportati in Tabella 8 i risultati di 12 prove condotte su *C. molesta* nel sud Europa tra il 2004 e il 2010. In Tabella 9, vengono riportati i risultati di 13 prove condotte su *A. lineatella* nel sud Europa tra il 2005 e il 2008. Per entrambi i parassiti, solo le prove con una percentuale di frutti danneggiati superiore al 5% nelle parcelle testimoni sono state prese in considerazione.

Spinetoram ha controllato il parassita ad un livello perfettamente paragonabile a quello del miglior prodotto commerciale di riferimento.

Tabella 8. Riassunto dei dati provenienti da 12 prove condotte tra il 2004 e il 2010 nel sud Europa su pesco e nettarina espressi come percentuale di controllo su *C. molesta*

Tesi Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo	
		Sul numero di germogli danneggiati	Sul numero di frutti danneggiati
Spinetoram	50	63,2	70,1
Spinetoram	62,5	60,2	65,6
Spinetoram	75	69,4	76,7
Spinetoram	87,5	73,2	82,5
Spinetoram	100	75,5	85,4
Spinosad	110-250	53,4	71,9
Thiacloprid	120	66,8	51,5
Clorpirifos etile	580-1000	44,5	74,4

Tabella 9. Riassunto dei dati provenienti da 13 prove condotte tra il 2005 e il 2008 nel sud Europa su pesco e nettarina espressi come percentuale di controllo su *A. lineatella*

Tesi Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo	
		Sul numero di germogli danneggiati	Sul numero di frutti danneggiati
Spinetoram	50	77,9	93,4
Spinetoram	60	80,1	85,6
Spinetoram	75	84,6	93,2
Spinetoram	87,5	86,1	89,5
Spinetoram	100	89,8	97,2
Clorpirifos etile	780-900	-	77,5
Spinosad	75-140	85,5	91,4
Indoxacarb	50-79	71,8	72,8

I dati di efficacia su *Cydia funebrana* completano il quadro relativo alle drupacee. Sono stati eseguiti da 1 a 3 trattamenti. Le percentuali di infestazione sui frutti variavano tra il 8,2 e il 36,6% nelle parcelle testimoni. Anche in questo caso, spinetoram ha controllato il parassita ad un livello perfettamente paragonabile a quello del miglior prodotto commerciale di riferimento.

Tabella 10. Riassunto dei dati provenienti da 9 prove condotte tra il 2007 e il 2011 nel sud Europa su susino espressi come percentuale di controllo su *C. funebrana* (1-3 trattamenti)

Tesi/Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo (Abbott) sui frutti
Spinetoram	50	81,9
Spinetoram	62,5	76,6
Spinetoram	75	75,7
Spinetoram	87,5	84,3
Spinetoram	100	84,1
Thiacloprid	120	81,7
Spinosad	96-140	88
Etofenprox	60-80	82,6

La Tabella 11 riporta i dati di efficacia di spinetoram contro i tripidi estivi delle drupacee (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips fuscipennis* e *Thrips* spp). Sono stati eseguiti da 1 a 3 trattamenti e sono state prese in considerazione solo le prove con una percentuale di danno superiore al 10% nelle parcelle testimoni. Spinetoram ha controllato il parassita ad un livello perfettamente paragonabile a quello del miglior prodotto commerciale di riferimento.

Tabella 11. Riassunto di 13 prove condotte tra il 2005 e il 2008 nel sud Europa su pesco espressi come percentuale di controllo (Abbott) di tripidi estivi (*F. occidentalis*, *T. fuscipennis* e *Thrips* spp. – 1-3 trattamenti)

Tesi Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	giorni dal 1° trattamento			giorni dal 2° trattamento			giorni dal 3° trattamento	
		3	7	12	3	7	14	5	14
		% controllo sui frutti							
Spinetoram	50	62,9	71,7	65,9	79,2	70,9	72,7	85,1	91,6
Spinetoram	75	68,5	74	75,1	85	77,5	84,7	94	94,1
Spinetoram	87,5	92,9	91,4	86	69,5	69,2	80,6	-	95,2
Spinetoram	100	87,4	83,2	88,6	92,6	81,5	88,6	82,8	90,9
Spinosad	96-140	65,6	70,5	77,8	82,7	67,7	89	75,4	88
Acrinatrina	60-80	93,8	90,5	82,4	89,5	87,7	77,7	64,2	88,2

Per la coltura della vite, sono stati presi in considerazione la tignoletta (*Polychrosys botrana*) e i tripidi (*F. occidentalis* e *Drepanothrips reuterii*).

Nel caso della tignoletta (Tabella 12), sono stati eseguiti da 1 a 3 trattamenti e sono state prese in considerazione solo le prove con un minimo di 0,3 larve/grappolo nelle parcelle testimoni. Nel caso dei tripidi (Tabella 13), sono stati eseguiti da 1 a 3 trattamenti e sono state prese in considerazione solo le prove con un minimo di 2,7 acini danneggiati per grappolo nelle parcelle testimoni. Spinetoram ha controllato il parassita ad un livello perfettamente paragonabile a quello del miglior prodotto commerciale di riferimento.

Tabella 12. Riassunto di 50 prove condotte tra il 2005 e il 2011 nel sud Europa (Italia, Grecia, Francia, Spagna e Portogallo) su vite espresse come percentuale di controllo di *P. botrana* (1-3 trattamenti per generazione)

Tesi/Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo sugli acini danneggiati
Spinetoram	24	84,5
Spinetoram	36	89,0
Clorpirifos etile	317-940	81,6
Methoxyfenozide	58-140	84,9
Indoxacarb	12-54	85,2
Rynaxypyr	48	80,3
Flufenoxuron	40-80	67,0

Tabella 13. Riassunto dei dati provenienti da 11 prove condotte tra il 2005 e il 2011 nel sud Europa (Italia e Spagna) su vite espressi come percentuale di controllo degli acini danneggiati da tripidi (*F. occidentalis* e *D. reuterii* - 1-3 trattamenti per generazione)

Tesi/Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo sugli acini danneggiati
Spinetoram	24	91
Spinetoram	36	93,1
Spinosad	72-187	90,9
Acrinatrina	76-94	88

La Tabella 14 riguarda la tignola dell'olivo (*Prays oleae*). I risultati provengono da 10 prove eseguite in Italia, Grecia e Spagna. Sono stati eseguiti 1-2 trattamenti contro la generazione antofaga e/o carpofaga (a seconda delle raccomandazioni locali e del grado di pericolosità del parassita). Il livello di infestazione nelle parcelle testimoni era tra il 5,2 e il 62% di frutti danneggiati. Spinetoram ha controllato il parassita ad un livello paragonabile a quello dei migliori prodotti commerciali di riferimento.

Tabella 14. Riassunto dei dati provenienti da 10 prove condotte tra il 2008 e il 2011 nel sud Europa (Italia, Grecia e Spagna) su olivo espressi come percentuale di controllo di *P. oleae* (1-2 trattamenti contro la generazione antofaga e/o carpofaga)

Tesi/Principio attivo	Dose formulato g s.a./ha	% controllo sui frutti danneggiati
Spinetoram	12,5	65,6
Spinetoram	18,75	78,3
Spinetoram	25	78,3
Dimetoato	400-900	65,8
Spinosad	96	69,2
Phosmet	625	71,6

In tutte le prove efficacia e in prove varietali specifiche, Delegate WG e Radiant SC non hanno mai evidenziato fenomeni di fitotossicità.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati esposti hanno evidenziato un'elevata efficacia di spinetoram nei confronti dei principali parassiti delle pomacee, drupacee e olivo (Delegate WG) e della vite (Radiant SC). In tutte le prove, spinetoram ha mostrato un'efficacia superiore o paragonabile a quella dei numerosi standard commerciali. La selettività di entrambi i formulati 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 psilla e carpocapsa su pero. Il meccanismo d'azione, unico e tipico delle spinosine, di ingestione e di contatto, la bassa tossicità verso i mammiferi e gli organismi non bersaglio, uniti all'ampio spettro d'azione, rendono spinetoram un valido aiuto per gli operatori agricoli, per la produzione integrata in generale e per la gestione delle resistenze.

LAVORI CITATI

- Crouse G.D., Dripps J.E., Orr N., Sparks T.C., Waldron C., 2007. DE-175 (Spinetoram), a new semisynthetic spinosyn in development. *Modern Crop Protection Chemistry*, B (W Kramer, U Schirmer (Eds.). Weinheim, Germania, 1013-1031
- Haile F., Siebert M.W., Yoshida H.A., Dripps J.E., Richardson J.M., 2006. Conserving beneficial arthropods with XDE-175, a new spinosyn insecticide from Dow AgroSciences. *54th Annual Meeting of the Entomological Society of America*, Indianapolis, Indiana, Stati Uniti, 12 dicembre 2006
- Ison B.D., Dripps J.E., Huckaba R.M., McFadden A.G., 2006. Managing arthropod pests of apples in Eastern US and Canada with Dow AgroSciences new spinosyn insecticide, XDE-175. *54th Annual Meeting of the Entomological Society of America*, Indianapolis, Indiana, Stati Uniti, 10 dicembre 2006
- Orr N., Hasler J., Watson G., Mitchell J., Gustafson G., Gifford J., Geng C., Chouinard S., Cook K., 2006. Spinosad: from nature to green chemistry to novel mode of action. *11th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry*, Kobe, Japan, 7 agosto 2006
- Sparks T.C., Thompson G.D., Kirst H.A., Hertlein M.B., Mynderse J.S., Turner J.R., Worden T.V., 1998. Fermentation-derived insect control agents: the spinosyns, *Biopesticides: Use and Delivery* (FR Hall; JJ Menn (Eds.). Humana Press, Totowa, NJ, Stati Uniti, 171-188
- Sparks T.C., Anzeveno P.B., Martynow J.G., Gifford J.M., Hertlein M.B., Worden T.V., Kirst H.A., 2000. The application of artificial neural networks to the identification of new spinosoids with improved biological activity toward larvae of *Heliothis virescens*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 67, 187-197
- Sparks TC, Crouse GD, Anzeveno PB, Martynow J, Dripps J, Gifford J, 2006. From QSAR to product: ANN – based QSAR and the discovery of XDE - 175 - the next generation spinosyn insecticide. *11th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry*, Kobe, Japan, 10 agosto 2006
- Yoshida H.A., Dripps J.E., Bisabri B., Haile F., 2006. XDE-175: a new spinosyn insecticide for codling moth, *Cydia pomonella*, management in western US tree crops. *54th Annual Meeting of the Entomological Society of America*, Indianapolis, Indiana, Stati Uniti, 10 dicembre 2006
- Tescari E., Apostolidis V., Chloridis A., Mezei I., Jacquet V., Torne M., 2003-2011. XR-175/XDE-175/spinetoram: rapporti di prove sperimentali non pubblicati. Dow AgroSciences