

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE A ZOXAMIDE (ZOXIUM 240 SC) SUI PIÙ IMPORTANTI ARTROPODI UTILI IN COLTURE DI PIENO CAMPO E IN SERRA

G. STERK¹, S. ALEGI²

¹ IPM Impact, Gierkensstraat 21, 3511 Hasselt, Belgium

² Gowan Italia SpA, via Morgagni 68, 48018 Faenza (RA)

salegi@gowanitalia.it

RIASSUNTO

Zoxium 240 SC, a base di zoxamide (240 g/L SC), sostanza attiva nella protezione dagli oomiceti è stato saggiato su diverse specie di artropodi utili, selezionate tra le più importanti presenti nella biocenosi colturale o rilasciate artificialmente. Gli effetti di zoxamide sono stati valutati mediante esposizione diretta: è stata rilevata la mortalità di impollinatori e predatori dovuta ad applicazioni topiche, a esposizione a residuo fresco trattato immediatamente prima del rilascio e ad alimentazione a base di nettare contenente l'agrofarmaco. Il tipo di esposizione è stato scelto in base alla biologia della specie *target* e i test sono stati eseguiti seguendo appropriate linee guida. I risultati mostrano che zoxamide, nelle condizioni sperimentali adottate, non presenta alcun pericolo di rilievo per le specie utili in prova, sia quando applicato in presenza degli artropodi, sia quando distribuito immediatamente prima del loro arrivo sulla coltura, non condizionandone l'attività biologica né l'azione utile. Zoxium 240 SC risulta essere quindi adatto all'applicazione su colture protette dove si rilasciano sia specie impollinatrici sia specie predatrici per la difesa da fitofagi.

Parole chiave: agrofarmaco, fitofagi, mortalità

SUMMARY

EFFECTS OF EXPOSURE TO ZOXAMIDE (ZOXIUM 240 SC) OF THE MOST

IMPORTANT BENEFICIAL ARTHROPODS OF FIELD AND GREENHOUSE CROPS

Zoxium 240 SC is a plant protection product authorized in Italy that contains zoxamide (240 g/L SC), an active ingredient for protection against oomycete pathogens. Its activity on various beneficial arthropods was evaluated. The tested species were selected among those naturally present or artificially released in field and protected crops. Effects of zoxamide were evaluated through their direct exposure to it. Mortality of pollinators and predators was assessed after topical application on populations, exposure to pre-sprayed fresh residues and direct oral application in nectar. Type of exposure was selected according to the species of beneficial under evaluation and the most appropriate guidelines were adopted. Results show that zoxamide, within the experimental conditions, is harmless on a wide range of beneficial arthropods; the fungicide, when directly applied on the tested species or sprayed immediately before their release or arrival on the crop, does not negatively affect their biology nor their activity of pollination or predation. Zoxium 240 SC can be safely used in protected crops where pollinators and predators of phytofagous arthropods are released.

Keywords: Plant Protection Product, phytofagous, mortality

INTRODUZIONE

L'attività degli insetti impollinatori e degli artropodi predatori di specie parassite è un fattore chiave della buona gestione integrata di numerose colture di pieno campo e di serra. In numerose colture protette è pratica sempre più importante l'introduzione non solo di specie

impollinatrici ma anche di diversi nemici naturali delle specie parassite della coltura, appositamente riprodotti in allevamento e distribuiti da ditte specializzate.

Come il rilascio di specie ad alta efficacia impollinatrice nello specifico ambiente colturale ha come obiettivo il massimo sfruttamento della fioritura ai fini produttivi, così il rilascio di antagonisti naturali delle specie parassite tende a contenerne le popolazioni, riducendo così anche l'uso di agrofarmaci ad azione insetticida e acaricida.

In pieno campo, dove il rilascio di artropodi utili allevati per la protezione della coltura è pratica assai meno diffusa e in molti casi di dubbia efficacia, è comunque importante tutelare al meglio la biodiversità, consentire l'attività biologica di popolazioni naturali di predatori e parassitoidi, e ovviamente favorire l'efficace impollinazione delle specie entomogame.

E' quindi fondamentale per una corretta Gestione Integrata delle Colture (ICM) conoscere con precisione gli effetti dei diversi interventi colturali sulle popolazioni di artropodi utili. bisogna conoscere l'azione di agrofarmaci che possono essere applicati su popolazioni già presenti sulla coltura o che vengano a contatto con il residuo fresco dovuto al trattamento fatto immediatamente prima del loro arrivo.

L'assenza di attività insetticida e acaricida di rilievo di zoxamide era già stata dimostrata e riportata nel dossier d'inclusione della s.a. nell'Allegato I della direttiva 91/414/CEE: zoxamide è poco tossica per le api (*Apis mellifera* L.; DL_{50} zoxamide > 100 µg/individuo) e non ha mostrato effetti di rilievo su diverse altre specie di artropodi utili (generi *Amblyseius*, *Poecilus*, *Orius*, *Pardosa*, *Typhlodromus*, *Chrysoperla*, *Aphidius*).

In questo lavoro sono riportati nuovi approfondimenti relativi alla selettività di Zoxium 240 SC nei confronti dei principali artropodi utili d'interesse.

MATERIALI E METODI

Zoxamide, sostanza ad azione fungicida inclusa nell'Allegato I della Direttiva 91/414/CEE con provvedimento legislativo 03/119/EC, è contenuta nell'agrofarmaco Zoxium 240SC, autorizzato in Italia (autorizzazione n. 14062 del 10.5.2012) per la protezione dalla peronospora della vite (*Plasmopara viticola* Berk. et Curtis), e dalla peronospora della patata e del pomodoro (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary).

Il prodotto è inoltre in fase di valutazione per l'uso su cucurbitacee per la protezione da attacchi di *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev, e su ortaggi a bulbo, sensibili a *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. ex Berk.

Zoxamide appartiene al gruppo chimico delle benzamidi, che impediscono la mitosi e la divisione cellulare mediante inibendo la sintesi della β -tubulina; è l'unica s.a. ad azione fungicida oggi autorizzata ad avere questo meccanismo d'azione; il suo codice FRAC è il 22.

Gli effetti dell'esposizione degli artropodi utili a zoxamide sono stati verificati usando due dosi di riferimento, calcolate come contenuto percentuale del formulato nella sospensione acquosa effettivamente applicata alla coltura:

1. 0,125%, corrispondente alla dose massima autorizzata di 0,75 L/ha in 600 L di acqua;
2. 0,250%, corrispondente alla medesima dose di 0,75 L/ha diluita in 300 L di acqua.

Le dosi sopra indicate sono state utilizzate per tutte le specie di artropodi oggetto di verifica.

L'indagine è stata condotta innanzitutto identificando alcune fra le specie più importanti per il contenimento dei parassiti nelle colture sulle quali l'agrofarmaco è autorizzato o per le quali ne è stata chiesta l'autorizzazione.

Priorità è stata inoltre data alle specie che vengono rilasciate artificialmente in coltura protetta, rispetto a quelle naturalmente presenti nell'agroecosistema di riferimento. La descrizione riportata di seguito ne riassume l'importanza ai fini della protezione delle colture negli ambienti agricoli dell'area mediterranea.

- *Bombus terrestris dalmatinus* (Dalla Torre): è specie impollinatrice poliletica, originaria del Mediterraneo Orientale; l'efficacia come specie bottinatrice, anche a basse temperature e/o con bassa intensità luminosa o con luce molto diffusa, la rende di grandissimo aiuto all'efficienza delle colture entomogame, in particolare di quelle protette, durante tutto l'arco della stagione produttiva. La specie è poco aggressiva, e questo consente anche l'ottimizzazione delle condizioni di lavoro degli operatori agricoli.
- *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) è un acaro fitoseide predatore esclusivo di acari, molto efficace nel contenimento delle infestazioni di ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*) in colture protette, che ovidepone in prossimità di colonie dell'acaro fitofago, di cui si nutre solo nella fase adulta. Molto mobile, può spostarsi fra piante vicine se queste sono a contatto fra loro. Il rilascio avviene alle prime evidenze di infestazione di ragnetto rosso e possibilmente mai in assenza di preda, circostanza in cui la specie diventa cannibale.
- *Neoseiulus (Amblyseius) californicus* (Mc Gregor) è un acaro fitoseide, attivo predatore del ragnetto rosso comune *T. urticae*, di cui può predare fino a 5 individui al giorno. Si ritrova naturalmente su diverse colture orticole e ornamentali sia in coltura protetta che in pieno campo; è attivo anche a temperature piuttosto basse, fino a 8 °C. Può nutrirsi anche di polline e non ne sono note manifestazioni di cannibalismo. Queste caratteristiche ne consentono un'ampia flessibilità di utilizzo in diverse condizioni e l'introduzione sulla coltura a scopo preventivo, prima della comparsa dei primi individui della specie predata.
- *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) acaro fitoseide predatore di tripidi, è una delle specie più impiegate per il contenimento delle infestazioni di *Frankliniella occidentalis* e *Thrips tabaci*, in presenza delle quali il fitoseide appare spontaneamente, sia su specie selvatiche che coltivate. Le larve sono alettiche e assai poco mobili. L'attività predatoria, che predilige uova e larve di tripidi ai primi stadi, inizia allo stadio di proto ninfa ed è efficace a temperature medio -alte (18-20° C) e con media umidità (U.R. intorno al 50%).
- *Amblyseius (Typhlodromips) swirskii* (Athias-Henriot) è un acaro fitoseide, originario delle zone del Mediterraneo Orientale, è attivo soprattutto in ambienti asciutti e ad alte temperature da 15 a 40°C (*optimum* 25-28 °C). L'assenza di diapausa nel ciclo biologico ne consente l'utilizzo a scopi di difesa anche in condizioni di bassa luminosità. Polifago, può nutrirsi di diverse specie preda ma il suo sviluppo è particolarmente efficace in presenza di tripidi, *F. occidentalis* e *T. tabaci*, di cui predilige le fasi di sviluppo giovanili, e di aleurodidi, *Bemisia tabaci* e *Trialeurodes vaporariorum*, di cui attacca preferibilmente le uova e gli individui ai primi stadi.
- *Amblydromalus (Typhlodromalus) limonicus* (Garman & McGregor) è un acaro fitoseide polifago, predatore di tripidi alla prime fasi di sviluppo (1^a e 2^a età) e di uova e larve di aleurodidi; si alimenta anche di diverse specie di acari e di polline.
- *Macrolophus caliginosus* (Warner) o *M. pygmaeus*, è un miride predatore originario dell'ambiente mediterraneo dove, se le condizioni ambientali lo consentono, colonizza spontaneamente le serre. Polifago, predilige comunque gli aleurodidi, attaccando indistintamente sia *T. vaporariorum* sia *B. tabaci*, di cui preda uova, larve e pupe. Un individuo può attaccare fino a 50 uova di aleurodide. Lo sviluppo della popolazione del miride in serra è normalmente piuttosto lento e il suo rilascio è di solito combinato con quello di altre specie predatrici di aleurodidi. La polifagia di *M. caliginosus* si indirizza anche verso il ragnetto rosso e gli afidi, ma è di un certo interesse soprattutto la sua attività nei confronti del lepidottero *Tuta absoluta*. In presenza di un alto rapporto predatore/preda *M. caliginosus* può anche arrecare danni alla coltura.

Va sottolineato ai fini degli obiettivi di questo lavoro, che la distinzione in campo fra le specie di acari fitoseidi è molto difficile ed è quindi importante verificarne preventivamente e in condizioni controllate la sensibilità e la risposta biologica all'esposizione ad agrofarmaci.

Le relazioni artropode-coltura oggetto dello studio è riportata in Tabella 1.

Tabella 1. Sintesi della relazione artropode utile/culture d'interesse/contexto della prova

Specie	Attività	Culture d'interesse*	Coltura della prova	Ceppo / Prodotto commerciale
<i>B. terrestris dalmatinus</i> Apidae, Hymenoptera (BOMBTE)	impollinatore	<u>pomodoro</u> , <u>patata</u> , cetriolo, melone, zucchino	prove condotte in laboratorio, in assenza di coltura	Natupol Beehive™ Koppert®
<i>P. persimilis</i> Phytoseiidae, Mesostigmata (PHYTPE)	predatore di ragnetto rosso comune	<u>vite</u> , <u>pomodoro</u> , cetriolo, melone, zucchino	peperone <i>Capsicum</i> <i>annuum</i>	Phytoseiulus-System™ Biobest®
<i>N. californicus</i> Phytoseiidae, Mesostigmata (AMBLCA)	predatore di ragnetto rosso comune e di ragnetto rosso dei fruttiferi	cetriolo, melone	peperone <i>Capsicum</i> <i>annuum</i>	Californicus-System™ Biobest®
<i>A. cucumeris</i> Phytoseiidae, Mesostigmata (AMBLCU)	predatore di tripidi	cetriolo, melone, zucchino	peperone <i>Capsicum</i> <i>annuum</i>	Amblyseius-System™ Biobest®
<i>A. swirskii</i> Phytoseiidae, Mesostigmata (AMBLSW)	predatore di aleurodidi	cetriolo, melone, zucchino	peperone <i>Capsicum</i> <i>annuum</i>	Swirskii-System™ Biobest®
<i>A. limonicus</i> Phytoseiidae, Mesostigmata (AMBLLI)	predatore di aleurodidi e di tripidi	cetriolo, melone, zucchino	Cetriolo <i>Cucumis</i> <i>sativus</i>	Limonica™ Koppert®
<i>M. caliginosus</i> (Warner) Miridae, Rhynchota (MACRCA)	predatore di aleurodidi e di lepidotteri	<u>pomodoro</u>	pomodoro <i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i>	Macrolophus-System™ Biobest®

* colture per le quali zoxamide è autorizzata o in corso di autorizzazione; quelle autorizzate alla data di redazione del lavoro sono sottolineate

Le prove sono state condotte nei laboratori e nelle serre di IPM Impact a Kuringen in Belgio (www.ipmimpact.com).

Le prove su *B. terrestris dalmatinus* sono state condotte in laboratorio, esponendo i bombi a zoxamide sia mediante applicazione topica diretta, sia mediante due tipologie di somministrazione orale; la prima somministrazione orale è stata di acqua zuccherina contenente il formulato, rappresentativa delle colture che producono abbondante nettare o nelle quali i bombi raccolgono melata; la seconda somministrazione orale è stata fatta con polline, pure contenente il formulato, rappresentativa invece delle specie coltivate che producono poco nettare ma di cui i bombi sono comunque attivi impollinatori.

Sono stati valutati sia gli effetti di zoxamide in termini di vitalità degli individui, calcolando la percentuale di popolazione morta, inattiva o scomparsa in seguito all'esposizione; sia i possibili effetti subletali, definiti dalla percentuale di maschi (droni) fecondi all'interno della popolazione trattata e ancora vitale dopo l'esposizione all'agrofarmaco.

Ogni prova è stata fatta con 8 ripetizioni, utilizzando una popolazione iniziale di 10 individui per ciascuna ripetizione.

Per ciò che riguarda le cinque specie di acari fitoseidi, *A. cucumeris*, *A. swirskii*, *A. limonicus*, *N. californicus* e *P. persimilis*, sono stati verificati in condizioni di semi-campo sia gli effetti dell'esposizione a residuo fresco di zoxamide sulla coltura al momento del rilascio dei predatori, secondo le linee guida IOBC/OILB (Organizzazione Internazionale Lotta Biologica e integrata) ed EPP0 (European and Mediterranean Plant Protection Organization), sia quelli dell'applicazione diretta dell'agrofarmaco, mediante nebulizzazione fino al gocciolamento sulla coltura con popolazione di predatori già presente.

Il miride *M. caliginosus* è stato invece esposto sia a trattamento singolo sia a trattamento ripetuto due volte mediante nebulizzazione fino a gocciolamento su popolazioni miste di larve e adulti già presenti. Nel caso di trattamento ripetuto l'intervallo fra le due applicazioni è stato di 10 giorni, indicato come buona pratica agricola di utilizzo di zoxamide.

Ogni prova è stata fatta con 10 o in alcuni casi 12 ripetizioni costituite da una pianta ospite ciascuna, per ogni specie di predatore.

L'inoculo dei predatori dopo il trattamento con Zoxium 240SC è stato fatto utilizzando 1 sacchetto commerciale (*breeding system*, circa 250 individui) per pianta nel caso per ciascuna specie di *Amblyseius*; stati invece inoculati 50 individui per pianta nelle prove su *A. limonicus* e in quelle su *P. persimilis*, mentre l'inoculo di *M. caliginosus* è stato fatto con 10 larve per pianta. Per ciò che riguarda invece la valutazione della selettività di applicazioni su popolazioni già insediate sulla pianta non è naturalmente possibile stabilire l'esatta dimensione della popolazione al momento del trattamento; poichè sono comunque state applicate tutte le tecniche necessarie al mantenimento di una popolazione di predatori viva e vitale, abbiamo stimato che il numero di individui al momento del trattamento fosse come minimo uguale a quello inoculato.

Le modalità di esposizione sono riassunte in tabella 2, ripartite per specie di artropode utile. La valutazione degli effetti dell'esposizione all'agrofarmaco secondo le modalità sopra descritte è stata fatta secondo la classificazione IOCB/OILB riassunta in tabella 3 per ciascuna specie e in ciascuna delle condizioni testate.

Tabella 2. Condizioni di esposizione di artropodi utili a Zoxium 240SC

Specie	Esposizione	Dose formulato (%)	Quantità somministrata	Modalità
<i>B. terrestris</i>	topica	0,125	50 µg/individuo	nebulizzazione diretta
		0,250		
	orale	0,125	soluzione acqua e zucchero	alimentazione <i>ad libitum</i>
		0,250		
	orale	0,125	miscela estemporanea con polline	alimentazione <i>ad libitum</i>

Specie	Esposizione	Dose formulato (%)	Quantità somministrata	Modalità
		0,250		
<i>A. cucumeris</i>	rilascio su residuo rescio	0,125	applicazione su coltura fino a gocciolamento	nebulizzazione prima del rilascio
		0,250		
	contatto diretto	0,125		nebulizzazione diretta
		0,250		
<i>A. swirskii</i>	rilascio su residuo rescio	0,125	applicazione su coltura fino a gocciolamento	nebulizzazione prima del rilascio
		0,250		
	contatto diretto	0,125		nebulizzazione diretta
		0,250		
<i>A. limonicus</i>	rilascio su residuo rescio	0,125	applicazione su coltura fino a gocciolamento	nebulizzazione prima del rilascio
		0,250		
	contatto diretto	0,125		nebulizzazione diretta
		0,250		
<i>N. californicus</i>	rilascio su residuo rescio	0,125	applicazione su coltura fino a gocciolamento	nebulizzazione prima del rilascio
		0,250		
	contatto diretto	0,125		nebulizzazione diretta
		0,250		
<i>P. persimilis</i>	rilascio su residuo rescio	0,125	applicazione su coltura fino a gocciolamento	nebulizzazione prima del rilascio
		0,250		
	contatto diretto	0,125		nebulizzazione diretta
		0,250		
<i>M. caliginosus</i> larve e adulti	contatto diretto, 1 app.ne	0,125	applicazione su coltura fino a gocciolamento	nebulizzazione diretta
		0,250		
	contatto diretto, 2 app.ni a 10 giorni	0,125	due applicazioni su coltura fino a gocciolamento	
		0,250		

Tabella 3. Classificazione IOBC/OILB degli effetti di agrofarmaci su artropodi utili

Classe		numero di individui con sintomi da esposizione (morti, inattivi, non fertili, scomparsi)
		% in pianta*
N	innocuo (<i>harmless</i>)	< 50
	leggermente pericoloso (<i>slightly harmful</i>)	
M	moderatamente pericoloso (<i>moderately harmful</i>)	51 – 75
T	pericoloso (<i>harmful</i>)	> 75

* la classificazione è valida per tutte le condizioni sperimentali tranne quella di laboratorio.

RISULTATI

Le tabelle riassumono tutti i risultati ottenuti nelle prove di selettività sopra descritte.

Tabella 4. Effetti dell'esposizione di *B. terrestris* e relativa classificazione IOBC/OILB

Specie	Modalità di esposizione	Conc.ne formulato applicata (%)	Dose formulato con riferimento all'etichetta autorizzata* L/ha	% individui con sintomi (morti, inattivi, scomparsi) formula di Abbott	% maschi fertili	Classe IOBC
<i>B. terrestris</i>	topica	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	82,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	2,7	59,0	N
	Orale	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	92,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	0,0	94,0	N
	Orale	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	92,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	0,0	80,0	N

- a soli fini indicativi dei possibili utilizzi pratici dei dati qui riportati

Tabella 5. Effetti dell'esposizione di artropodi predatori e relativa classificazione IOBC/OILB

Specie	modalità di esposizione	Conc.ne formulato applicata (%)	Dose formulato con riferimento all'etichetta autorizzata*	% individui con sintomi (morti, inattivi, scomparsi) formula di Abbott	Classe IOBC
<i>A. cucumeris</i>	rilascio su residuo fresco	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	13,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	1,0	N
	contatto diretto	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	16,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	20,0	N
<i>A. swirskii</i>	rilascio su residuo fresco	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	0,0	N
	contatto diretto	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	0,0	N
<i>A. limonicus</i>	rilascio su residuo fresco	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	11,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	4,0	N
	contatto diretto	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	19,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	17,0	N
<i>N. californicus</i>	rilascio su residuo fresco	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	0,0	N
	contatto diretto	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	5,0	N
<i>P. persimilis</i>	rilascio su residuo fresco	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	6,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	2,0	N
	contatto diretto	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	14,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	23,0	N
<i>M. caliginosus</i>	contatto diretto,	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	0,0	N

larve e adulti	1 app.ne	0,250	0,75 in 300 L d'acqua	2,0	N
	contatto diretto, 2 app.ni a 10 giorni	0,125	0,75 in 600 L d'acqua	19,0	N
		0,250	0,75 in 300 L d'acqua	13,0	N

* a soli fini indicativi dei possibili utilizzi pratici dei dati qui riportati

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati riassunti nelle tabelle 4 e 5 mostrano l'elevata selettività di zoxamide nei confronti di tutte le specie che vi sono state esposte, e per tutte le modalità di esposizione testate.

B. terrestris non ha subito effetti di rilievo né per contatto diretto con il formulato né dovuti alla presenza di residuo nel *palabulum*: nessuna delle esposizioni testate ha causato rilevante mortalità o riduzione dell'attività. Fra gli individui maschi, la riduzione della fertilità, comunque rilevata con possibili risposte alla variazione di dose, non sembra esser tale da poter alterare il ciclo stagionale della popolazione di impollinatori.

L'applicazione di zoxamide dopo il rilascio dell'impollinatore e durante il suo volo può essere quindi fatta senza alcuna precauzione specifica, e non sono necessari né la temporanea rimozione degli alveari dall'area di trattamento né la sua temporanea chiusura.

Nessuna specie fra gli acari fitoseidi in prova (*A. cucumeris*, *A. swirskii*, *A. limonicus*, *N. californicus* e *P. persimilis*) ha mostrato specifica sensibilità a zoxamide, né in caso di contatto diretto per applicazione fino a gocciolamento su popolazioni esistenti, né in seguito a rilascio degli individui su residuo fresco trattato con il formulato. L'esposizione diretta alle applicazioni di zoxamide alla massima dose di etichetta fino a gocciolamento è probabilmente la più alta esposizione attesa quando il prodotto è utilizzato seguendo le buone pratiche agricole, perché espone la specie utile sia al contatto diretto con il prodotto sia al successivo contatto con il suo residuo. Si può trarne la conclusione che zoxamide non ha alcun effetto negativo di rilievo nemmeno sulle popolazioni di predatori sopra citate, e che non sono quindi necessarie specifiche precauzioni a protezione della loro attività.

Applicazioni dirette di zoxamide su popolazioni miste di larve e adulti di *M. caliginosus* non hanno determinato alcun effetto negativo di rilievo sulla popolazione del miride, anche nel caso di trattamento ripetuto dopo 10 giorni; neppure per questo predatore appaiono necessarie misure specifiche di precauzione e zoxamide può essere applicato senza alcun effetto negativo atteso anche su popolazioni già insediate sulla coltura.

Il panorama di artropodi utili riportato in questo lavoro rappresenta una buona parte delle specie di grande interesse agronomico per le colture sulle quali il formulato Zoxium 240SC è autorizzato o per le quali ne è stata chiesta l'autorizzazione. Dalle informazioni sopra riportate si può dedurre che la definizione di calendari di trattamenti fungicidi che prevedano l'utilizzo di zoxamide e quella dei calendari di rilascio di artropodi utili durante il ciclo colturale non richiedano particolari accorgimenti e che sia possibile sovrapporli con grande flessibilità.

Va anche evidenziato che, per un'opportuna gestione del rischio che insorgano resistenze, Zoxium 240SC deve essere sempre utilizzato in miscela con altri fungicidi aventi diverso meccanismo d'azione nei confronti degli oomiceti: la scelta di questi fungicidi deve avere come obiettivo la più corretta combinazione fra protezione di artropodi utili e gestione del rischio resistenza.

L'ulteriore approfondimento sugli effetti di zoxamide nei confronti di altre specie di artropodi utili e sulle migliori tecniche d'utilizzo dell'agrofarmaco sarà oggetto di studi futuri.

LAVORI CITATI

- Biobest Sustainable Crop Management, 2013. Product Catalogue. www.biobest.be
- M.P. Candolfi *et al.*, 2000. Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. *In*: IOBC, BART and EPPO Joint Initiative (Gent, IOBC-WPRS).
- European Commission – Health & Consumer Protection Directorate General (2004): Review report for the active substance zoxamide, SANCO/10297/2003
- Koppert Biological Systems, 2013. Product Catalogue. www.koppert.com
- Ministero della Salute, Repubblica Italiana, 2012. Decreto di autorizzazione all'immissione in commercio del prodotto fitosanitario denominato Zoxium 240SC registrato al n. 14062.
- M.N. Viedma *et al.*, 2010. Organismos para el control biologico de plagas en cultivo de la provincia de Almeria, segunda edicion. Fundacion CajaMar
- R.A.Camacho *et al.*, 2009. Control biologico en invernaderos horticolas. COEXPHAL