

ESPERIENZE CON UN INSETTICIDA A BASE DI *PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS* CEPP0 FE 9901 PER IL CONTENIMENTO DI ALEURODIDI E TRIPIDI SU ORTICOLE IN AMBIENTE PROTETTO

A. GUARNONE¹, F. GUASTAMACCHIA¹, L. VERONESI¹, D. BITONTE¹,
S. PASSARIELLO¹, C. ABBIATI¹, D. LATINI¹, M. PAGNANI¹
J.M. LARA², L. SANNINO³

¹ Sipcam Italia, Via Sempione, 195, 20016 Pero (MI)

² Futureco Bioscience, Pol. Ind. S.P. Molanta, 08799 Olèrdola (Spagna)

³ SESAT, Via IX Novembre, 15, 81055 S. M. Capua Vetere (CE)

aguarnone@sipcam.it

RIASSUNTO

Paecilomyces fumosoroseus ceppo FE 9901 (Shark PF) è un nuovo insetticida a base di un fungo entomopatogeno in formulazione polvere bagnabile (WP), di prossima registrazione in Italia su colture orticole e ornamentali in ambiente protetto per il controllo dei tripidi. Nel presente lavoro sono descritti le caratteristiche e le modalità di azione del prodotto e una serie di studi rappresentativi sull'efficacia nei confronti di aleurodidi e tripidi su solanacee e cucurbitacee. Il prodotto ha dimostrato un buon contenimento delle forme giovanili di aleurodidi quando applicato alla prima comparsa del parassita, con applicazioni ripetute oppure in strategia con molecole di sintesi. Nei confronti dei tripidi, forme giovanili e adulti, il prodotto ha evidenziato un soddisfacente controllo, mantenendo le popolazioni al di sotto della soglia di danno.

Parole chiave: fungo entomopatogeno, serra, solanacee, cucurbitacee, Shark

SUMMARY

PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS STRAIN FE 9901, A NEW INSECTICIDE TO CONTROL WHITEFLIES AND THRIPS IN PROTECTED VEGETABLES

Paecilomyces fumosoroseus strain FE 9901 (Shark PF) is a new bio insecticide in a wettable powdery (WP) formulation that is under registration in Italy on vegetables and ornamentals in green house for control of thrips. The main characteristics and mode of action are reported, including efficacy results of several trials carried out against whiteflies and thrips on vegetables. The product showed good control of whiteflies (young stages) when applied at the first appearance of the pest, alone or alternated with other active ingredients. Against thrips, both young stages and adults, the product showed a satisfactory control, maintaining the pest population under damage threshold.

Keywords: entomopathogen fungus, green house, solanaceae, cucurbits, Shark

INTRODUZIONE

La difesa da aleurodidi e tripidi sulle colture ortive in ambiente protetto sta divenendo sempre più problematica, da un lato per il sempre più scarso numero di strumenti efficaci disponibili, dall'altro per coniugare le esigenze in materia di sicurezza ambientale e delle produzioni. In questa logica l'introduzione di bioinsetticidi può portare diversi vantaggi tecnici per il produttore, grazie ad un migliore profilo tossicologico, ai tempi di carenza inferiori, sia infine per la riduzione dei residui sulle derrate. Inoltre, l'utilizzo di bioinsetticidi permette di mettere in atto delle efficaci strategie anti-resistenza, alternandoli con prodotti di sintesi con diverso meccanismo di azione, riducendo il rischio di selezione di popolazioni resistenti.

In questo lavoro sono illustrate le principali caratteristiche, le modalità di azione e l'attività insetticida di un bioinsetticida a base del fungo entomopatogeno *Paecilomyces fumosoroseus*

ceppo FE 9901. La sostanza attiva è stata isolata per la prima volta in India nel 1992 su una popolazione di aleurodidi, mentre lo sviluppo di un formulato insetticida si deve alla società spagnola Futureco Bioscience che ha messo a punto un processo per la produzione di spore in una particolare formulazione in polvere bagnabile (WP) contenente 2×10^9 spore/g. La sostanza attiva è stata approvata in Europa ai sensi del Reg. UE 1107/2009 a partire dal 1/10/2013 (Reg.UE n.378/2013 del 24/4/2013). La società Sipcam Italia ha acquisito i diritti per sviluppare in Italia il prodotto, che è in attesa di una registrazione sulle principali specie di solanacee e cucurbitacee e altre ortive in ambiente protetto (Shark PF). Nella tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche della sostanza attiva e della formulazione.

Tabella 1. Proprietà fisico-chimiche della sostanza attiva

Identità della sostanza attiva	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> ceppo FE 9901
N. identificativo del ceppo	4490
Conservazione del ceppo	USDA-ARS Entomopathogenic Fungal Cultures U.S. Plant Soil and Nutrition lab., New York
Stato fisico	Polvere di colore grigio
Formulazione	Polvere bagnabile (WP)
Titolo	18% = 2×10^9 spore/g
Densità	1 g/cm ³
Solubilità	Disperdibile in acqua
pH	6-7 (1% in acqua distillata) stabile da pH 4 a 9

Aspetti di tossicologia ed ecotossicologia

La sostanza attiva *P. fumosoroseus* non produce effetti di tossicità acuta, né per esposizione orale né per inalazione (studi su ratto). Non ha proprietà antibiotiche e non produce metaboliti. Inoltre è stato dimostrato che il fungo non è genotossico, né cancerogeno e né tossico per la riproduzione ed è stato valutato sicuro per l'operatore, il lavoratore e l'astante. Per queste ragioni non sono applicabili valori di AOEL (Lara, 2008). Il fungo non possiede mobilità propria e non è in grado di vivere in acqua. Viene considerato un prodotto a basso rischio per vertebrati terrestri, uccelli e impollinatori (EFSA, 2012).

Aspetti residuali

Il fungo non è in grado di svilupparsi sui tessuti vegetali e non sono attesi rischi per il consumatore. Pertanto, *P. fumosoroseus* non ha un limite massimo di residuo (LMR) fissato per legge e non ha un valore di ADI (*Acceptable Daily Intake*).

Caratteristiche biologiche

Il fungo *Paecilomyces fumosoroseus* è un ospite abituale del suolo in molte parti del mondo. È in grado di svilupparsi su tutti gli stadi delle principali specie di aleurodidi (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*), ovvero uova, forme giovanili e adulti. Le blastospore del fungo contenute nel formulato agiscono per contatto e una volta insediate sulla cuticola dell'insetto germinano. Le ife penetrano all'interno delle cere e della chitina e, grazie all'emissione di enzimi proteolitici e lipolitici si sviluppano all'interno dell'emocele dell'ospite entro 48 ore. Entro 72 ore avviene la sporulazione del fungo che, in condizioni di elevata umidità relativa (> 50%) è in grado di crescere anche al di fuori del corpo dell'insetto producendo nuove spore infettive. Normalmente, dal momento in cui le ife penetrano nel corpo dell'insetto viene bloccata l'attività di alimentazione e riproduttiva. Gli studi condotti su aleurodidi hanno evidenziato che gli stadi N1 e N4 (ninfa) sono quelli più suscettibili all'infezione (Padilla-Cubas et al., 2006; Lara, 2008). Le spore del fungo sono in grado di germinare anche sul corpo di alcune specie di

tripidi (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*) devitalizzandole, come dimostrato in questo lavoro. Il fungo appartiene al gruppo dei patogeni opportunisti, ha abitudini saprofitarie e la sua sopravvivenza non dipende dall'ospite potendo vivere nel suolo. Il fungo non interferisce con gli insetti utili ed è quindi adatto per essere impiegato nelle strategie di lotta integrata.

Effetti di *P. fumosoroseus* su insetti utili

Le prove condotte da Futureco (Lara, 2008; EFSA, 2012) indicano che alle dosi normali di campo *P. fumosoroseus* non interferisce sui parassitoidi e predatori presenti naturalmente nelle colture protette (tabella 2). Il parametro della mortalità *in vivo* e *in vitro*, la perdita percentuale di parassitismo, così come l'interferenza sulla schiusura delle uova di acari predatori sono simili a quelli del controllo non trattato.

Tabella 2. Effetto di *P. fumosoroseus* su parassitoidi e predatori

Insetto utile	Parametro	Esito del test
<i>Encarsia formosa</i>	Mortalità % in vitro	Innocuo alla dose commerciale
<i>Eretmocerus mundus</i>	Mortalità % in vitro	
<i>Macrolophus caliginosus</i>	Mortalità % in vivo*	
<i>Orius levigatus</i>	Mortalità % in vivo*	
<i>Amblyseius swiskii</i> (uova)	Schiusura % uova*	
<i>Amblyseius swiskii</i> (ninfa)	Mortalità % in vivo*	
<i>Amblyseius swiskii</i> (adulto)	Mortalità % in vivo*	

*cumulata a 1,3 e 7 giorni

Compatibilità e modalità di conservazione

Le spore del fungo contenute nel formulato Shark PF non sono compatibili con l'impiego in miscela con fungicidi, in particolare con ditiocarbammati, zolfo, cimoxanil, fosetil Al, triazoli, terpeni, formulati a base di rame e olio di arancio. Per altri fungicidi è preferibile attendere alcuni giorni dopo l'applicazione di *P. fumosoroseus* per consentire al fungo di completare il ciclo d'infezione. In termini di conservabilità, il prodotto a temperatura refrigerata (4-8 °C) si conserva per 18 mesi. A temperatura ambiente < 25 °C si conserva per 6 mesi, mentre, se mantenuto a temperature più elevate va impiegato entro 30 giorni. Per il trasporto non è necessaria la refrigerazione, ma una esposizione a temperature > 40 °C per oltre 3 giorni è da evitare.

MATERIALI E METODI

Per valutare l'attività di *P. fumosoroseus* nel triennio 2017-2019 sono state condotte prove sperimentali in serre commerciali situate in comprensori orticoli specializzati del nord e del sud Italia, sia da parte dell'unità sperimentale di Sipcarn Italia che da Centri di saggio autorizzati secondo le linee guida EPPO di riferimento (PP1/152(4), PP1/135(4), PP1/181(4) (tabella 3). In tutte le prove le parcelle trattate e il testimone non trattato sono stati disposti secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni e una dimensione di ciascuna parcella variabile, a seconda della coltura e della struttura protetta da 7,5 a 16,5 m². Nelle prove 3, 6 e 7, grazie alla disponibilità di serre di maggiori dimensioni sono state realizzate parcelle più ampie, variabili da 48 a 72 m².

I trattamenti fogliari sono stati eseguiti con motopompe a spalla collegate ad una lancia unidirezionale irrorando 1000 L/ha di soluzione con pressioni adeguate (da 5 a 10 bar) a garantire una corretta ed uniforme bagnatura della vegetazione, anche della pagina inferiore delle foglie. Limitatamente alle prove 5, 6 e 8 era previsto per alcune tesi l'applicazione di insetticidi tramite il sistema di fertirrigazione con manichetta forata autocompensante, posta

lateralmente alle manichette aziendali e collegata ad una motopompa. In questi casi i prodotti sono stati impiegati, secondo le pratiche agronomiche ordinarie, con volumi di acqua variabili da 10.000 a 40.000 L/ha di acqua, in funzione del tipo di terreno e della fase vegetativa delle colture, per consentire una corretta bagnatura del suolo attorno alle piante e favorirne l'assorbimento da parte delle radici. Il formulato Shark PF è stato saggiato sia in prove di pura efficacia con applicazioni ripetute, che di strategia, ovvero in combinazione con altre s.a., in miscela estemporanea oppure in alternanza. Nel 2017 il prodotto è stato saggiato sia da solo a due diverse dosi, che in combinazione con un bagnante e con azadiractina mentre, nel 2018 e 2019 il fungo entomopatogeno è stato utilizzato in una strategia integrata con acetamiprid e con azadiractina (applicata in fertirrigazione). Come standard di riferimento sono stati utilizzati principalmente spinosad e i sali potassici di acidi grassi nelle prove contro i tripidi e gli stessi sali potassici anche nelle prove contro aleurodidi. I rilievi sono stati eseguiti con diverse modalità in funzione dell'organismo target di ciascuna prova. Nelle prove per il contenimento di aleurodidi, i rilievi sono stati eseguiti sulle piante centrali di ogni parcella, contando il numero di forme giovanili sulla foglia apicale di zucchini (prova 5), oppure su un campione rappresentativo di 10 foglie/parcella per le prove 1 e 6 rispettivamente su zucchini e pomodoro. Nelle prove per il contenimento dei tripidi, i campionamenti sono stati eseguiti su un numero di fiori/parcella variabile da 20 a 25, raccolti dalle piante centrali di ogni parcella, al fine di determinare la diffusione (% di fiori con presenza di tripidi) e l'intensità di attacco determinando il numero medio di tripidi/fiore. I tassi di contenimento sono stati ricavati con le formule di Henderson-Tilton (1955) o di Abbott (1925). L'analisi dei dati è stata realizzata con software ARM (Gylling Data Management) o R (R Core Team, 2019) per la prova 5, mediante analisi della varianza o modelli generalizzati (prova 5), con separazione dei valori medi attesi mediante test di Student-Newman-Keuls (SNK) o di Tukey (prova 5) con $p \leq 0,05$.

Tabella 3. Prove eseguite nel triennio 2017-2019

N°	Anno	Unità sperimentale	Località	Coltura	Target
1	2017	Sipcam Italia	Bonavigo (VR)	Zucchini	<i>Bemisia tabaci</i>
2	2018	Sipcam Italia	Bellaria (RN)	Melanzana	<i>Frankliniella occidentalis</i>
3	2018	Sipcam Italia	Roverchiara (VR)	Melanzana	<i>Frankliniella occidentalis</i>
4	2018	Sipcam Italia	Bellaria (RN)	Melanzana	<i>Frankliniella occidentalis</i>
5	2018	SESAT	Giuliano (NA)	Zucchini	<i>Bemisia tabaci</i>
6	2019	SATA	Vittoria (RG)	Pomodoro	<i>Bemisia tabaci</i>
7	2019	Sipcam Italia	Roverchiara (VR)	Melanzana	<i>Frankliniella occidentalis</i> <i>Thrips tabaci</i>
8	2019	Sele Agresearch	Eboli (SA)	Melone	<i>Frankliniella occidentalis</i>

I prodotti saggiati nelle prove sono elencati nella tabella 4.

Tabella 4. Formulati oggetto di sperimentazione

Formulato	Principio attivo	Formulazione	Concentrazione
Shark PF	<i>P. fumosoroseus</i> ceppo FE9901	WP	18 %
Flipper	Sali potassici di acidi grassi	EW	479,8 g/L
Laser	Spinosad	SC	480 g/L
Oikos	Azadiractina	EC	26 g/L
Epik SL	Acetamiprid	SL	50 g/L
Tracer	Spinosad	SC	120 g/L
Movento 48 SC	Spirotetramat	SC	48 g/L
Silwet L-77 (bagnante)	Eptametiltrisilossano	EC	84 %

RISULTATI E DISCUSSIONE

Prove di efficacia per il contenimento di aleurodidi (*B. tabaci*) su zucchini e pomodoro

Per il contenimento di aleurodidi, che rappresentano il target di elezione di *P. fumosoroseus*, sono state condotte tre prove, riassunte in tabella 5 e dalla 9 alla 11. Nel 2017 su zucchini, partendo da una infestazione in atto piuttosto elevata, già alla dose minima di etichetta di 360 g/ha di s.a., *P. fumosoroseus* ha ottenuto valori di efficacia del 77,8% dopo 5 applicazioni, incrementata al 98,1% con l'aggiunta di un bagnante. Tali valori erano comparabili con quelli ottenuti dagli standard di riferimento, ovvero azadiractina, acetamiprid e sali potassici, tutti applicati per via fogliare. Nelle prove del 2018 e 2019 (prove 5 e 6) il prodotto, applicato ad intervalli medi di 7 giorni, ha confermato buoni valori di efficacia sugli adulti e sulle forme giovanili di *B. tabaci* (73% su forme mobili nel 2018 e 58,1% e 47,1% rispettivamente su adulti e forme giovanili nel 2019), nei rilievi a sette giorni dall'ultima applicazione. Analogamente, in strategia integrata con azadiractina (in fertirrigazione) o acetamiprid, i valori di efficacia sono in linea con gli standard di riferimento utilizzati. In tutte le prove condotte nel triennio non si sono evidenziati sintomi di fitotossicità sulle colture trattate.

Prove per il contenimento di tripidi (*F. occidentalis* e *T. tabaci*) su melanzana e melone

I risultati delle prove di efficacia sono riassunti nelle tabelle 6, 7 e 8 e dalla tabella 12 alla 14. Il contenimento dei tripidi nelle colture orticole in serra è stato il *target* su cui si è concentrata la maggiore attenzione nello sviluppo di *P. fumosoroseus* in Italia, rispetto al *target* principale del prodotto, ovvero gli aleurodidi, sui quali esiste maggiore esperienza, anche di impiego pratico, segnatamente in Spagna (Lara, 2008).

Tranne che nella prova 7 in cui era presente una popolazione mista di *F. occidentalis* e *T. tabaci*, nelle altre prove la specie presente era solamente *F. occidentalis*. I risultati delle tre prove condotte nel 2018 evidenziano prima di tutto come non ci sia un chiaro effetto dose per *P. fumosoroseus*, che già alla dose di riferimento di 450 g/ha di s.a. è in grado di contenere le popolazioni di tripide al di sotto della soglia di danno, differenziandosi statisticamente dal testimone e con risultati in linea con gli standard di riferimento. Infatti, nelle tre prove il prodotto ha fornito valori di efficacia, al rilievo dopo l'ultima applicazione, compresi tra il 66,3% e il 72,8%. Solo nella prova 4, a causa di una popolazione calante nella fase finale del test sperimentale, i risultati evidenziano un tendenziale calo della popolazione rispetto al testimone anche se non significativa, probabilmente a causa di una elevata variabilità all'interno della prova. In queste prove di pura efficacia il formulato è stato impiegato ad intervalli medi di 5 giorni, con un programma di 4 applicazioni, in linea con il numero di applicazioni proposto nell'etichetta. Nel 2019 la prova di pura efficacia (prova 7) ha confermato i dati dell'anno precedente, con la dose di riferimento (450 g/ha di s.a.) già in grado di contenere in modo statisticamente significativo una popolazione mista di tripidi rispetto al testimone non trattato (45,1 % di efficacia al rilievo a 7 giorni dall'ultima applicazione), mentre gli standard in questo caso hanno avuto un risultato migliore (64,3% per spinosad e 75% per i sali potassici). La prova di strategia del 2019 (prova 8) ha evidenziato il contributo significativo del fungo entomopatogeno nel contenimento di *F. occidentalis* (adulti e ninfe) nei fiori di melone, sia nell'applicazione in efficacia che nelle combinazioni con azadiractina applicata in fertirrigazione e con acetamiprid applicato come abbattente prima di avviare il programma di 3 applicazioni con il fungo entomopatogeno. In dettaglio, in termini di numero medio di tripidi/fiore (con un controllo su adulti e ninfe rispettivamente del 90,4% e 57% per *P. fumosoroseus* a 720 g/ha di s.a. al rilievo finale), si osserva un incremento di efficacia con le combinazioni di strategia integrata (azadiractina e acetamiprid), comparabili con la strategia di riferimento a base di spinosad seguito da sali potassici.

Tabella 5. Risultati della prova 1 su zucchini contro *B. tabaci*; 2017 - Bonavigo (VR)

Te si	Formulato	Dose kg-L/ha	% diffusione su foglie		
			Numero medio forme giovanili per foglia (% controllo Abbott)		
			31/8	31/8	9/9
1	Testimone n. t.		100 a*	417 a*	522,8 a*
2	Shark PF	2	95 a	90,7 b (77,8)	85 b (82)
3	Shark PF	2	72,5 c	7,1 d (98,1)	4,4 e (99,1)
	Silwet L – 77	0,5			
4	Shark PF+ Oikos	2+ 1,5	90 ab	21,5 c (94,4)	8,9 d (98,3)
5	Flipper	20	77,5 bc	8,7 d (97,8)	5,4 e (99)
6	Oikos	1,5	80 bc	11,3 d (97,2)	7,4 de (98,6)
7	Epik SL	2	100 a	94 b (76,7)	43,9 c (91,4)

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per $p \leq 0,05$; Date di applicazione per ogni tesi: 10/8; 16/8; 21/8; 26/8; 29/8; 3/9; 8/9

Tabella 6. Risultati della prova 2 su melanzana contro *F. occidentalis*; 2018 - Bellaria-Igea Marina (RN)

Te si	Formulato	Dose kg-L/ha	Numero medio forme mobili per fiore (% controllo Abbott)				
			12/7	17/7	24/7	28/7	03/8
1	Testimone n. t.		6,6*	8,8 a*	9,1 a*	7,9 a*	6,8 a*
2	Shark PF	2,5	7	5,1 b (40,1)	3,1 b (63,9)	2,7 b (64,5)	2,2 c (67)
3	Shark PF	4	9,5	5,7 b (36,4)	3,3 b (63,5)	2,5 b (67,4)	2,6 c (61,6)
4	Flipper	20	7,9	6 b (31,3)	3,2 b (64,6)	2,5 b (67,5)	2,1 c (68,2)
5	Laser	0,2	7,4	5,2 b (41,6)	4,4 b (49,7)	6,3 a (20,6)	4,5 b (33)

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per $p \leq 0,05$; Date di applicazione per ogni tesi: 12/7; 17/7; 24/7; 28/7

Tabella 7. Risultati della prova 3 su melanzana contro *F. occidentalis*; 2018 - Roverchiara (VR)

Te si	Formulato	Dose kg-L/ha	Numero medio forme mobili per fiore (% controllo Abbott)	
			20/7	1/8
1	Testimone n. t.		5,9 a*	9,9 a*
2	Shark PF	2,5	1,3 b (78,3)	3 b (66,3)
3	Shark PF	4	1,1 b (81,6)	2,8 b (68,1)
4	Flipper	20	1,1 b (82,3)	2,4 b (71,6)
5	Laser	0,2	6,2 (0)	10,8 a (6,4)

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per $p \leq 0,05$; Date di applicazione per ogni tesi: 12/7; 16/7; 20/7; 26/7

Tabella 8. Risultati della prova 4 su melanzana contro *F. occidentalis*; 2018 - Bellaria-Igea Marina (RN)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Numero medio forme mobili per fiore (% controllo Abbott)				
			12/7	16/7	23/7	27/7	2/8
1	Testimone n. t.		5,4 a*	6,6 a*	8 a*	5,5 a*	3,3 a*
2	Shark PF	2,5	7,8 a	6 a (37,6)	2,5 cd (75,9)	2,8 c (61,6)	1,5 a (53,3)
3	Shark PF	4	5,1 a	3,5 a (38,2)	1,7 d (71,1)	2,2 c (52,4)	1,5 a (53,3)
4	Flipper	20	4,6 a	5,4 a (17,9)	4 bc (38,7)	4,3 b (22,6)	2,5 a (28,6)
5	Laser	0,2	5,7 a	5,3 a (22,5)	4,3 b (43,8)	3,9 b (29,2)	2,3 a (40,7)

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per $p \leq 0,05$; Date di applicazione per ogni tesi: 12/7; 16/7; 23/7; 27/7

Tabella 9. Risultati della prova 5 su melone contro *B. tabaci*; 2018 - Giuliano (NA)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Date	Numero medio forme giovanili per foglia apicale (% controllo Abbott)					
				15/10	22/10	29/10	5/11	12/11	19/11
1	Testimone n. t.			6 a*	23 c*	24 d*	22ab*	26 c*	27 d*
2	Shark PF	4	15/10 22/10 29/10	5 a	8 a (65)	4 a (83)	6 a (71)	7 a (73)	9 a (67)
3	Oikos **	1,5	15/10 22/10	7 a	13 b (46)	8 c (68)	7 ab (66)	9 b (64)	13 c (52)
	Shark PF	4	22/10 29/10 5/11						
4	Epik SL	2	15/10	7 a	13 b (46)	8 b (67)	8 b (63)	9 b (64)	11 b (59)
	Shark PF	4	22/10 29/10 5/11						
5	Tracer	0,8	15/10 22/10	10 a	11 b (51)	9 b (62)	7 ab (69)	9 b (64)	10 ab (52)
	Flipper	20	29/10 5/11						

*lettere di separazione dei valori previsti con il metodo di Piepho (2004) su contrasti pairwise di stime di un modello misto lineare generalizzato binomiale negativo per l'incidenza e beta per il contenimento

** applicato in fertirrigazione

Tabella 10. Risultati della prova 6 su pomodoro contro *B. tabaci*; 2019 - Vittoria (RG)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Date	% diffusione 10 foglie/parcella	Numero medio adulti per foglia (% controllo Abbott)				
					14/6	14/6	20/6	28/6	4/7
1	Testimone n. t.			22,5 a*	0,7 a*	0,9 a*	4,9 a*	1,5 a*	2,3 a*
2	Shark PF	4	14/6, 21/6, 28/6, 8/7	17,5 a	0,3 a	0,7 ab (34,1)	2,5 a (30,5)	0,6 a (47,4)	0,4 b (58,1)
3	Oikos **	1,5	14/6, 21/6	10 a	0,3 a	0,5 ab (28,9)	2,8 a (40,9)	1,5 a (25)	0,6 b (47,4)
	Shark PF	4	28/6, 8/7						
4	Epik SL	2	14/6	7,5 a	0,2 a	0,3 b (32,9)	1,9 a (32,9)	1,6 a (25)	0,4 b (61)
	Shark PF	4	21/6, 28/6, 8/7						
5	Movento	3	14/6, 28/6	15 a	0,3 a	0,9 (25)	2 a (40,2)	1 a (25)	1 b (44,4)
	Flipper	20	8/7						

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK $p \leq 0,05$; **applicato in fertirrigazione

Tabella 11. Risultati della prova 6 su pomodoro contro *B. tabaci*; 2019 - Vittoria (RG)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Date	% diffusione 10 foglie/parcella	Numero medio forme giovanili per foglia (% controllo Abbott)				
					14/6	20/6	28/6	4/7	15/7
1	Testimone n. t.			15 a*	0,5 a*	1 a*	5,7 a*	2,8 a*	3,2 a*
2	Shark PF	4	14/6, 21/6, 28/6, 8/7	12,5 a	0,3 a	0,7 a (17,9)	1,4 b (23,8)	0,7 b (41,8)	0,8 b (47,1)
3	Oikos **	1,5	14/6, 21/6	10 a	0,2 a	0,4 a (17)	0,5 b (25)	0,2 b (42,1)	1,6 ab (9,8)
	Shark PF	4	28/6, 8/7						
4	Epik SL	2	14/6	10 a	0,2 a	0,2 a (18,6)	1,3 b (42,5)	0,2 b (43,3)	0,2 b (46)
	Shark PF	4	21/6, 28/6, 8/7						
5	Movento	3	14/6, 28/6	12,5 a	0,4 a	0,8 a (17,4)	0,6 b (70,3)	0,3 b (73,9)	0,5 b (65,6)
	Flipper	20	8/7						

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK $p \leq 0,05$

**applicato in fertirrigazione

Tabella 12. Risultati della prova 7 su melanzana contro *F. occidentalis* e *T. tabaci*; 2019 Roverchiara (VR)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Numero medio forme mobili per fiore (% controllo Abbott)					
			25/7	2/8	7/8	11/8	16/8	21/8
1	Testimone n. t.		5,78 a*	9,9 a*	12,7 a*	11,3 a*	11 a*	8 a*
2	Shark PF	2,5	5,93 a	6,6 b (34)	7,9 b (38,1)	6,2 b (46,1)	5,4 b (51)	4,4 b (45,1)
3	Shark PF	4	5,93 a	6,5 b (34,5)	7,6 b (39,8)	5,9 b (47,9)	5,6 b (48,8)	4,6 b (43)
4	Flipper	13	5,56 a	4 c (56,7)	3,7 c (69,2)	1,6 c (85,1)	1,9 c (82,1)	1,9 d (75)
5	Laser	0,2	5,9 a	3,7 c (62,8)	2 c (84,5)	1,8 c (84,1)	2,4 c (78,6)	2,8 c (64,3)

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per $p \leq 0,05$; date di applicazione per ogni tesi: 25/7; 29/7; 5/8; 9/8; 14/8

Tabella 13. Risultati della prova 8 su melone contro *F. occidentalis*; 2019 - Eboli (SA)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Date applicazioni	Numero medio di adulti per fiore (% controllo Abbott)				
				24/4	10/5	17/5	24/5	10/6
1	Testimone n. t.			0,13a*	2 a*	2,4 a*	3,03a*	3,9 a*
2	Shark PF	4	26/4, 3/5, 10/5	0,18 a	0,4 b (77,4)	0,3 c (86,2)	0,45 b (84,9)	1,2 b (90,4)
3	Oikos **	1,5	26/4, 3/6	0,15 a	0,3 b (87,1)	0,2 c (93,7)	0,3 bc (90,8)	0,4 c (91,1)
	Shark PF	4	3/5, 10/5					
4	Epik SL	2	19/5	0,15 a	0,2 b (92,4)	0,7 b (71)	0,2 bc (94,3)	0,08 c (98,1)
	Shark PF	4	24/5, 29/5, 3/6					
5	Tracer	0,8	26/4, 3/5	0,15 a	0,2 b (89,1)	0,03 c (99)	0,03 c (99,2)	0,2 c (95,5)
	Flipper	20	10/5, 17/5					

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di Student-Newman-Keuls per $p \leq 0,05$; **applicato in fertirrigazione

Tabella 14. Risultati della prova 8 su melone contro *F. occidentalis*; 2019 - Eboli (SA)

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	Date applicazioni	Numero medio ninfe per fiore (% controllo Abbott)				
				24/4	10/5	17/5	24/5	10/6
1	Testimone n. t.			0,18a*	0,3 a*	1,1 a*	1,3 a*	1,78a*
2	Shark PF	4	26/4 3/5 10/5	0,1 a	0,2 ab (45,8)	0,4 b (63)	0,5 b (64,7)	0,8 b (57)
3	Oikos **	1,5	26/4 , 3/6	0,1 a	0,2 ab	0,05 c	0,1 c	0,2 c
	Shark PF	4	3/5, 10/5		(41,7)	(95,4)	(93)	(89)
4	Epik SL	2	17/5	0,15 a	0,3 a	0,5 b	0,3 bc	0,3 c
	Shark PF	4	24/5 29/5 3/6		(0)	(53,5)	(73,9)	(81,2)
5	Tracer	0,8	26/4 3/5	0,1 a	0,03 b	0	0,1 c	0,2 c
	Flipper	20	10/5 17/5		(91,7)	(100)	(91,8)	(88,5)

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di Student-Newman-Keuls per $p \leq 0,05$;

**applicato in fertirrigazione

CONCLUSIONI

Il triennio di prove ha evidenziato come *P. fumosoroseus*, oltre al consolidato impiego nei confronti di aleurodidi, può essere impiegato efficacemente anche per il contenimento dei tripidi che infestano le colture orticole in serra. Per entrambi i parassiti, in particolare nei confronti dei tripidi, è necessario un approccio preventivo, con l'inizio delle applicazioni alla comparsa dell'insetto, adottando intervalli brevi tra le applicazioni, nell'ordine dei 5 giorni. Altro aspetto rilevante che caratterizza il prodotto, emerso chiaramente in tutte le prove, è il suo scarso effetto abbattente, tipico di questa categoria di insetticidi di derivazione biologica. Gli effetti sull'organismo *target* si osservano sempre dopo almeno due applicazioni e derivano dal tipico comportamento delle spore di *P. fumosoroseus* che necessitano di un tempo definito per germinare e colonizzare il corpo dell'insetto (48-72 ore). Trattandosi di un prodotto di contatto la qualità della bagnatura riveste un fattore chiave per il buon esito delle applicazioni, dovendo raggiungere il bersaglio che si trova nella pagina inferiore delle foglie o all'interno dei fiori. Pertanto l'impiego di appropriate pressioni di esercizio accompagnate dall'uso di un adeguato bagnante sono fattori di miglioramento delle performances del prodotto. Inoltre, date le caratteristiche della sostanza attiva, è consigliabile eseguire le applicazioni nelle ore più fresche della giornata, meglio nelle ore serali, dove l'aumento dell'umidità garantisce una migliore sopravvivenza delle spore del fungo. La selettività nei confronti dei principali insetti utili, l'assenza di residuo e di intervallo di sicurezza completano il profilo del prodotto e lo rendono particolarmente idoneo per essere impiegato in strategie di difesa integrata, in combinazione con s.a. a diverso meccanismo di azione.

LAVORI CITATI

- Abbott W.S., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- EFSA, 2012. Conclusions on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance *Paecilomyces fumosoroseus* strain FE 9901. EFSA (European Food Safety Authority), 10, 9, 2869.

- Henderson C.F., Tilton E.W., 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48, 157-161.
- Lara J., 2008. Futureco Nofly: a new tool against whitefly in integrated pest management system. *Annual Biocontrol Industry meeting*, Lucerne, 20-21 October.
- Padilla-Cubas A., Amador S., Hernandez-Suarez E., Carnero A., Lara J., Fernandez C., 2006. Efficacy of the technical grade product and commercial formulation based on *Paecilomyces fumosoroseus* for controlling whitefly under laboratory conditions. *Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate IOBC/WPRS Bulletin*, 29, 4, 89-94.