ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2012, 1, 191-198

EFFICACIA DI INSETTICIDI NEI CONFRONTI DI *PRAYS CITRI*, TIGNOLA DELLA ZAGARA, SU LIMONE IN VIVAIO

F. CONTI, R. FISICARO
Assessorato Regionale delle Risorse Agricole e Alimentari. Dipartimento Interventi Strutturali per l'Agricoltura - Servizio Fitosanitario Regionale - U.O.42 Via Sclafani, 32, 95024 Acireale
fconti@regione.sicilia.it

RIASSUNTO

Prays citri Mill. [Lepidoptera: Yponomeutidae] è considerata un fitofago chiave per le piante di agrumi ornamentali in vivaio. Negli anni 2007, 2010 e 2011 è stata valutata l'efficacia di applicazioni fogliari di fosmet, flufenoxuron e *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki,* su piante di limone di due anni, in un vivaio della costa tirrenica della Sicilia. I trattamenti sono stati effettuati a maggio e giugno, con cadenza settimanale, per un totale di 6 interventi per anno. L'efficacia è stata espressa in percentuale media di organi colpiti (fiori, frutti e teneri germogli) e numero medio di individui vivi per organo infestato. Nel 2007 tutti i formulati sono stati poco efficaci nella protezione di fiori e frutti; sui teneri germogli, tutte le tesi hanno ridotto significativamente l'incidenza dell'infestazione rispetto al testimone. Nel 2010 i prodotti hanno fornito migliori risultati rispetto al 2007, in termini di percentuale d'infestazione di fiori e frutti; sui germogli la migliore efficacia si è avuta nella tesi flufenoxuron, seguita da fosmet. *B. thuringiensis* ha fornito risultati intermedi. Nel 2011 i formulati hanno contenuto le infestazioni su fiori e frutti in misura paragonabile; sui germogli il miglior risultato si è avuto nella tesi flufenoxuron, seguito da *B. thuringiensis* e fosmet.
Parole chiave: *Bacillus thuringiensis*, flufenoxuron, fosmet, agrumi

SUMMARY

EFFICACY OF INSECTICIDES AGAINST *PRAYS CITRI* MILL., CITRUS FLOWER MOTH, ON LEMON TREES IN NURSERY

Prays citri Mill. [Lepidoptera: Yponomeutidae] is a key pest of the nursery trees in the citrus industry. In the years 2007, 2010, 2011 the efficacy of spray application of phosmet, flufenoxuron and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* has been evaluated on 2 years lemon trees, in a nursery of the North coast of Sicily. The applications have been carried out weekly in May and June, for a total of 6 treatments per year. The efficacy has been reported as mean percentage of infested organs (flowers, fruits and shoots) and mean number of living stages per single organ. In 2007 the applications achieved poor protection of flowers and fruits; on young shoots, the active ingredients reduced significantly the infestation. In 2010 the applications of the compounds resulted in a greater control of the pest on flowers and fruits compared with 2007; on young shoots, the highest level of efficacy was achieved in the plot sprayed with flufenoxuron followed by phosmet. The results of *B. thuringiensis* were intermediate. In 2011 the active ingredients reduced similarly the infestation on flowers and fruits; on young shoots, flufenoxuron achieved the greatest efficacy, followed by *B. thuringiensis* and phosmet.
Keywords: *Bacillus thuringiensis*, flufenoxuron, phosmet, citrus nursery

INTRODUZIONE

Il fitofago *Prays citri* Mill. [Lepidoptera: Yponomeutidae], comunemente noto come "tignola della zagara", è diffuso in numerose aree agrumicole del mondo (Liotta e Mineo, 1963). In alcune regioni asiatiche è possibile sia stata erroneamente confusa con altre specie

correlate (EFSA, 2008); in Australia, a seguito dell'ultima revisione sistematica dei lepidotteri presenti, è stata eliminata dalla cheklist (EPPO, 2002). In queste zone *P. citri* rappresenta un organismo di temuta introduzione. Nel bacino del mediterraneo è considerata un'avversità chiave per il limone, sebbene per l'Italia solo occasionalmente costituisce un problema di rilievo per la coltura in pieno campo (Tena e Garcia-Marì, 2011). Le larve attaccano i fiori, i frutti e i teneri germogli, producendo fori e gallerie di alimentazione (Mineo, 1967), con conseguente aborto degli organi riproduttivi, disseccamento dei nuovi getti e accecamento delle gemme (Liotta e Mineo, 1963). Nel vivaismo agrumicolo nazionale, sempre più orientato alla coltivazione per scopi ornamentali (Recupero *et al.,* 2003), *P. citri* limita significativamente il regolare sviluppo delle piante. I vivaisti temono fortemente gli attacchi primaverili - estivi e attuano una lotta a calendario con applicazioni settimanali. Il principio attivo maggiormente utilizzato è stato azinphos metile ma, a seguito delle procedure di revisione europea, l'uso di questa sostanza è stato revocato a partire dal dicembre 2007 (BDF, 2011). La necessità di reperire sostanze efficaci nei confronti di *P. citri* ha indotto a svolgere la presente sperimentazione triennale in ambito vivaistico, testando formulati a differente modalità di azione. I principi attivi scelti sono stati l'estere fosforico fosmet, autorizzato su agrumi e contro *P. citri*; il regolatore della crescita degli insetti flufenoxuron, autorizzato su arancio, mandarino e clementine contro acari e il lepidottero *Phyllocnistis citrella*; il prodotto microbiologico *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, anch'esso autorizzato sulla coltura e per il parassita. Flufenoxuron è ad oggi candidato alla sostituzione e l'utilizzo delle scorte è consentito sino al 31 dicembre 2012 (Rapagnani *et al.*, 2011). *B. thuringiensis,* la cui efficacia su *P. citri* per la coltura in pieno campo è nota (Mineo,1968), necessita di approfondimenti nell'impiego in ambito vivaistico.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata condotta negli anni 2007, 2010 e 2011 in un vivaio sito a Barcellona Pozzo di Gotto (ME), sulla costa tirrenica della Sicilia; sono state scelte piante di limone [*Citrus limon* (L.) Burm. F.] cv "Lunario" di due anni di età, innestate su limone Volkameriano, disposte in lotti di 3 filari sotto rete ombreggiante e coltivate in vaso di 8 l per scopi ornamentali. Il substrato di coltivazione era composto prevalentemente da torba. Il lotto sperimentale è stato di circa 160 piante nel 2007, 320 nel 2010 e 630 nel 2011. Tenuto conto dell'elevata uniformità dell'infestazione di *P. citri* è stato utilizzato un disegno sperimentale a parcelle con 4 tesi, rappresentanti la prima variabile indipendente, e 3 replicazioni accorpate di 13 piante ciascuna nel 2007, 26 piante nel 2010 e 52 piante nel 2011 (rispettivamente 40, 78 e 156 piante per tesi più le piante di rispetto). Le applicazioni sono state effettuate con pompa a spalla e ripetute con cadenza settimanale per 6 volte (5 nel 2010), somministrando fino allo sgocciolamento 60 ml di soluzione per pianta nel 2007 e nel 2010, 40 ml nel 2011. La ripetizione dei trattamenti, a intervalli costanti, è stata trattata come seconda variabile indipendente e analizzata statisticamente come "blocco random" (Sokal e Rohlf, 2001). Prima di ogni intervento è stato eseguito il rilievo dell'infestazione. Le tesi a confronto, le dosi e le epoche dei trattamenti sono riportate nella tabella 1. I rilievi sono stati effettuati su 5-10 piante del filare interno di ogni replicazione osservando in campo, con lente contafili (10x), la presenza di larve vive, morte, nonché fori e erosioni di alimentazione, tenendo i dati separati. Mediamente sono stati campionati, con metodo distruttivo, 25 organi per replica, classificati secondo le fasi fenologiche definite da EPPO (1984): fiori (stadio F, G); fiori caduta petali (H); frutti (I-J); germogli (C2). Il rilievo Pre-T è stato effettuato esclusivamente su fiori (F-G-H). I rilievi a T+7 sono stati condotti settimanalmente su fiori (G-H), frutti (I-J) e germogli (C2); ai fini dell'analisi statistica i dati relativi sono stati mediati raggruppando insieme le fasi

fenologiche dei fiori e dei frutti (G-H-I-J) e tenendo separata quella dei germogli (C2). Nei risultati vengono riportati la percentuale complessiva di organi infestati espressa come somma di vivi, morti, fori ed erosioni e il numero medio di vivi per organo colpito.

I dati meteorologici (temperatura, umidità relativa e piovosità) sono stati rilevati con una stazione meteorologica sita all'interno dell'azienda e registrati con datalogger (Tynitag Gemini e Onset Hobo).

Tabella 1. Tesi, principi attivi, formulati, dosi ed epoche dei trattamenti

Tesi/Principio attivo	Formulato e % di p.a.	Dose di formulato	Epoche trattamenti		
			2007	2010	2011
Azinphos metile	Gusathion M 20 (19,4%)	250 ml/hl	9/5, 16/5 22/5, 30/5 7/6, 12/6	-	-
Flufenoxuron	Cascade 50 DC (4,7%)	150 ml/hl	9/5, 16/5 22/5, 30/5 7/6, 12/6	21/5, 28/5 3/6, 11/6 17/6	12/5, 18/5 26/5, 1/6 8/6, 17/6
Fosmet[(1)]	Spada 200 EC (17,7%)	300 ml/hl	16/5, 22/5 30/5, 7/6 12/6	21/5, 28/5 3/6, 11/6 17/6	12/5, 18/5 26/5, 1/6 8/6, 17/6
Bacillus thuringiensis var. *kurstaki*[(2)]	Rapax SC (7,5%)	2 l/ha (2010) 1,5 l/ha (2011)	-	21/5, 28/5 3/6, 11/6 17/6	12/5, 18/5 26/5,1/6 8/6, 17/6
Testimone n.t.	-	-	-	-	-

[(1)] acidificato con Control DMP (pH della soluzione 5,5)
[(2)] acidificato con Control DMP (pH della soluzione 6,5)

Analisi statistica

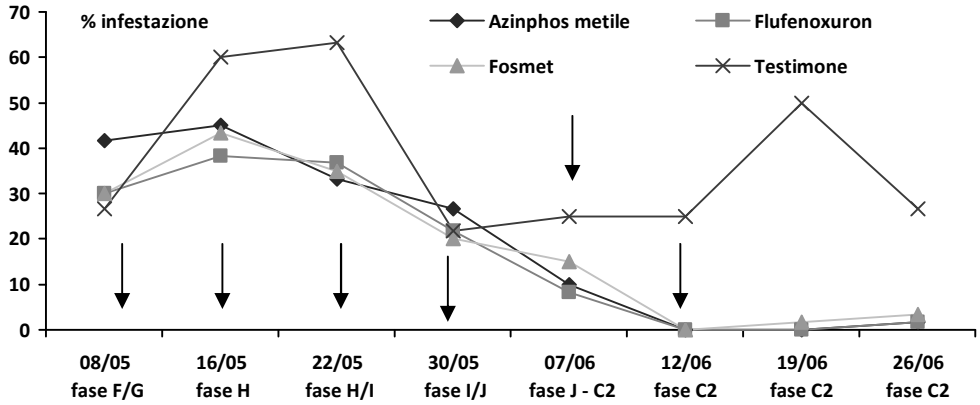
I valori percentuali di infestazione sono stati sottoposti a trasformazione angolare (Arcsin) e il numero di vivi è stato normalizzato ($\sqrt{x} + 0,5$) per garantire l'omogeneità della varianza. I dati trasformati sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) per due fattori indipendenti: principio attivo (media di tre repliche) ed epoca di applicazione (media dei rilievi effettuati a intervalli di 7 giorni). Le medie sono state separate con il test di Duncan (p= 0,05). Nelle tabelle dei risultati sono riportati i valori medi non trasformati.

RISULTATI

Anno 2007

L'andamento dell'infestazione (figura 1) mostra un livello variabile della percentuale degli organi colpiti nelle tesi trattate per tutto il periodo della sperimentazione; in coincidenza della fase fenologica C2 si ha la migliore efficacia dei p.a. in prova, con valori prossimi allo zero. Nella tabella 2 sono riportati i valori mediati dei rilievi settimanali analizzati statisticamente. I livelli di infestazione in Pre-T sui fiori oscillano tra il 27% e il 41%.

Figura 1. Andamento dell'infestazione di *Prays citri* su limone in vivaio nel 2007 in relazione agli stadi di accrescimento EPPO delle piante (le frecce indicano le date dei trattamenti)



Non si registra differenza statistica tra le diverse tesi sui fiori e sui frutti (H-I-J) a T+7, con valori di circa il 40% nel testimone; il numero di vivi per organo nelle tesi trattate è però significativamente inferiore al testimone, che registra una presenza di 0,16 individui. Tra i diversi principi attivi non risulta differenza statistica.

Tabella 2 - Percentuale media di infestazione (± E.S.) e n. medio di larve vive (± E.S.) di *Prays citri* su limone in Sicilia (2007)

Tesi	Pre-T fiori(1)	T + 7 fiori/frutti(2) (media di 4 rilievi)		T + 7 germogli(3) (media di 4 rilievi)	
	% inf	% inf	N. vivi/ organo	% inf	N. vivi/ germ.
Azinphos metile	41,7 a* (± 5,0)	31,2 a (± 3,4)	0,04 a (± 0,01)	0,41 a (± 0,4)	0 a
Flufenoxuron	30,0 a (± 5,8)	28,3 a (± 4,1)	0,05 a (± 0,01)	0,41a (± 0,4)	0 a
Fosmet	30,0 a (± 5,8)	32,1 a (± 3,1)	0,07 a (± 0,02)	1,25 a (± 0,9)	0 a
Testimone n.t.	26,7 a (± 6,1)	39,6 a (± 7,5)	0,16 b (± 0,04)	34,6 b (± 3,7)	0,15 b (± 0,03)

* I valori affiancati dalle stesse lettere nella stessa colonna non differiscono significativamente al test di Duncan (p = 0,05)
(1) fase fenologica F-G; (2) fase fenologica H-I-J; (3)fase fenologica C2

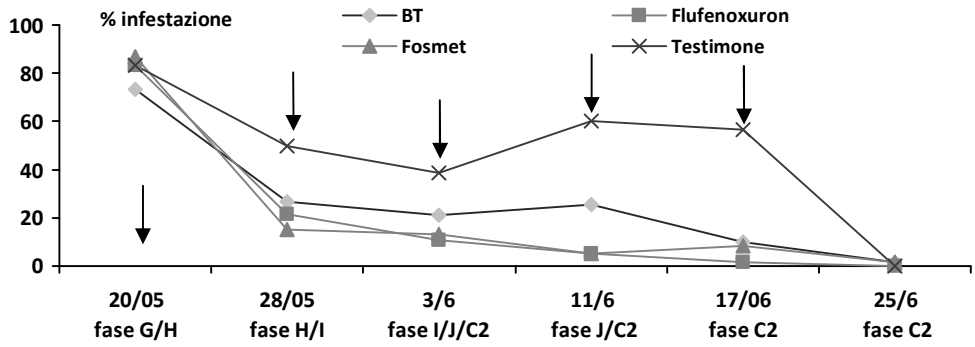
Sui germogli, nelle tesi trattate si osserva, rispetto al testimone, una riduzione statisticamente significativa dei parametri di infestazione, con valori prossimi o quasi allo zero; tale dato trova conferma nel numero di vivi.

Anno 2010

Nel secondo anno di sperimentazione il programma di trattamenti è stato avviato circa 15 giorni dopo, in considerazione della scarsa efficacia dei p.a. evidenziatasi nel 2007 nella fase di piena fioritura. L'andamento dell'infestazione (figura 2) mostra una sensibile riduzione

degli attacchi di *P. citri* nelle tesi trattate rispetto al testimone; anche nel 2010 in coincidenza della fase fenologica C2 si ha la migliore efficacia dei p.a. in prova.

Figura 2 - Andamento dell'infestazione di *Prays citri* su limone in vivaio nel 2010 in relazione agli stadi di accrescimento EPPO delle piante (le frecce indicano le date dei trattamenti).



I livelli di infestazione in Pre-T sui fiori oscillano tra il 60% circa e l'85% (tabella 3). Nei rilievi a T+7 sui fiori e sui frutti (H-I-J) le tesi trattate riducono, in misura significativa rispetto al testimone, il livello di infestazione che si attesta su valori superiori al 20% (40% nel testimone); tuttavia, in tutte le tesi, il numero di vivi per organo rimane uguale o superiore al testimone.

Tabella 3 – Percentuale media di infestazione (± E.S.) e n. medio di larve vive (± E.S.) di *Prays citri* su limone in Sicilia (2010)

Tesi	Pre-T su fiori[1]		T + 7 fiori/frutti[2] (media di 3 rilievi)		T + 7 germogli[3] (media di 4 rilievi)	
	% inf	N. vivi/ fiore	% inf	N. vivi/ org.	% inf	N. vivi/ germ.
Bacillus thuringiensis k.	58,3 a* (± 4,4)	0,16 a (± 0,03)	22,3 a (± 4,8)	0,06 bc (± 0,02)	21,7 b (± 6,8)	0,02 a (± 0,01)
Flufenoxuron	63,3 a (± 6,0)	0,16 a (± 0,01)	24,8 a (± 5,1)	0,04 a (± 0,02)	0,41a (± 0,4)	0 a
Fosmet	61,6 a (± 9,3)	0,2 a (± 0,07)	23,2 a (± 4,7)	0,08 c (± 0,04)	4,6 ab (± 1,8)	0,004 a (± 0,004)
Testimone n.t.	85,0 b (± 2,9)	0,25 a (± 0,05)	41,6 b (± 5,6)	0,05 ab (± 0,02)	47,5 c (± 9,1)	0,13 b (± 0,06)

* I valori affiancati dalle stesse lettere nella stessa colonna non differiscono significativamente al test di Duncan (p = 0,05)
[1] fase fenologica G-H; [2]fase fenologica H-I-J; [3]fase fenologica C2

Nei rilievi a T+7 sui germogli, tutti i p.a. riducono significativamente l'infestazione rispetto al testimone; in particolare flufenoxuron garantisce la migliore efficacia, fosmet si attesta su valori intermedi, *B. thuringiensis* mostra una performance inferiore; tutti i p.a. riducono statisticamente il numero di vivi rispetto al testimone.

Anno 2011

Nel terzo anno di sperimentazione, in relazione alle condizioni vegetative del campo in prova, l'avvio del programma di interventi è stato anticipato di una settimana rispetto al 2010, intervenendo in coincidenza delle fasi di fioritura e caduta dei petali. L'andamento dell'infestazione (figura 3) mostra una minore presenza di *P. citri* nelle tesi trattate, in particolare in corrispondenza della fase fenologica di giovani germogli (C2).

Figura 3 - Andamento dell'infestazione di *Prays citri* su limone in vivaio nel 2011 in relazione agli stadi di accrescimento EPPO delle piante (le frecce indicano le date dei trattamenti).

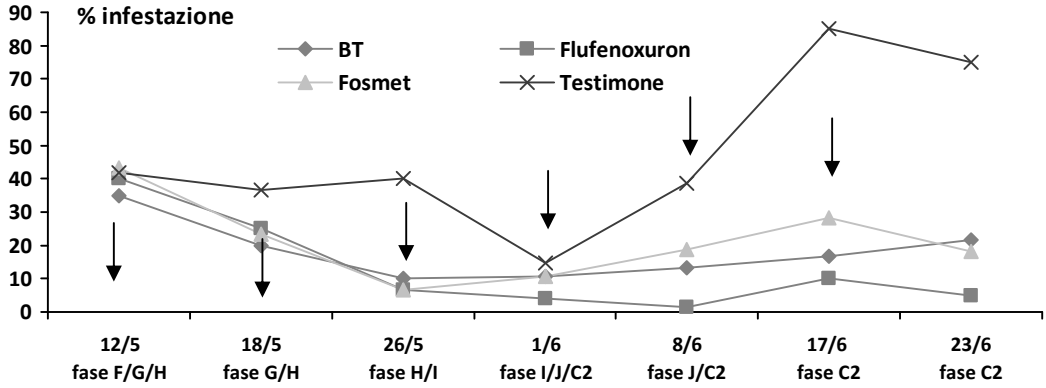


Tabella 4 – Percentuale media di infestazione (± E.S.) e n. medio di larve vive (± E.S.) di *Prays citri* su limone in Sicilia (2011)

Tesi	Pre-T su fiori/frutti[1]		T + 7 fiori/frutti[2] (media di 3 rilievi)		T + 7 germogli [3] (media di 4 rilievi)	
	% inf	N. vivi/fiore	% inf	N. vivi/ org.	% inf	N. vivi/ germ.
Bacillus thuringiensis k.	41,6 a* (± 1,7)	0,13 a (± 0,02)	17,1 a (± 3,0)	0,02 a (± 0,01)	12,5 b (± 3,3)	0,03 ab (± 3,3)
Flufenoxuron	46,6 a (± 6,7)	0,15 a (± 0,01)	12,8 a (± 3,6)	0,04 ab (± 0,01)	3,7 a (± 1,5)	0,008 a (± 0,008)
Fosmet	51,6 a (± 3,3)	0,17 a (± 0,05)	15,6 a (± 2,8)	0,05 ab (± 0,01)	17,1 b (± 4,1)	0,06 b (± 0,02)
Testimone n.t.	45,0 a (± 5,8)	0,2 a (± 0,05)	35,9 b (± 7,3)	0,08 c (± 0,03)	54,1 c (± 8,5)	0,25 c (± 0,05)

* I valori affiancati dalle stesse lettere nella stessa colonna non differiscono significativamente al test di Duncan (p = 0,05)

[1] = fase fenologica F-G-H; [2] = fase fenologica G-H-I-J; [3]fase fenologica C2

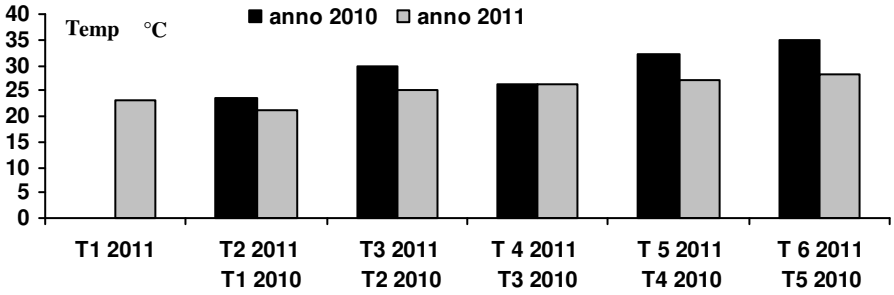
I livelli di infestazione in Pre-T sui fiori oscillano tra il 42% e il 52% circa (tabella 4). Nei rilievi a T+7 sui fiori e sui frutti (G-H-I-J), le tesi trattate riducono in misura statisticamente significativa, rispetto al testimone, il livello di infestazione, attestandosi su un valore massimo del 17% (36% nel testimone); in termini di numero di vivi, *B. thuringiensis* mostra la migliore

efficacia rispetto al testimone, seguito da flufenoxuron e fosmet. Nei rilievi condotti a T+7 sui germogli, tutti i p.a. riducono significativamente l'infestazione e il numero di vivi rispetto al testimone; in particolare flufenoxuron garantisce la migliore efficacia, fosmet e *B. thuringiensis* si attestano su valori intermedi.

Dati climatici

In figura 4, si riportano i dati relativi alle temperature massime registrate il giorno dei trattamenti (T) nel 2010 e 2011, anni di prova del *B. thuringiensis*. Le più alte temperature registrate nel 2010 sono probabilmente causa della ridotta efficacia del *B. thuringiensis* rispetto a quanto registrato nel 2011.

Figura 4. Temperature massime registrate in corrispondenza dei trattamenti (anno 2010 e 2011)



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nel periodo di sperimentazione i prodotti in prova hanno mostrato un'elevata capacità di contenimento sulla fase fillofaga delle infestazioni di *P. citri*, sia in termini di percentuale d'infestazione che di numero di vivi. Sui fiori e sui frutti l'efficacia è meno evidente in quanto, ad eccezione del 2011, la percentuale d'infestazione e il numero di vivi non concordano in termini statistici e inoltre i dati non si ripetono nei tre anni di sperimentazione; probabilmente la larva, trovando ricovero all'interno degli organi riproduttivi, è meno esposta all'azione del formulato e quindi è in grado di alimentarsi per un breve arco di tempo, provocando il danno. I risultati complessivi evidenziano una concreta possibilità di definire una strategia di difesa delle piante da *P. citri*, alternando p.a. con meccanismi d'azione diversi.

L'estere fosforico rappresenta una delle categorie più affidabili nell'ambito della difesa fitoiatrica vivaistica e i nostri risultati confermano l'efficacia di fosmet, saggiato quale sostituto di azinphos metile; tuttavia nei tre anni di prova emerge una costante riduzione di controllo di *P. citri,* che si spiega con l'insorgenza di resistenza da parte del fitofago. I regolatori di crescita degli insetti sono ampiamente impiegati in frutticoltura per il contenimento dei lepidotteri; flufenoxuron in particolare, nel corso della sperimentazione mantiene costantemente un elevato standard di controllo del fitofago. Il suo previsto ritiro dal commercio comporterà un'ulteriore selezione di prodotti similari e successiva valutazione della loro efficacia in ambito vivaistico. *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki*, sperimentato per due anni consecutivi, ha mostrato una buona efficacia quando distribuito in corrispondenza di condizioni climatiche favorevoli; le alte temperature del 2010 hanno infatti limitato la capacità di contenimento del lepidottero, mentre nel 2011 *B. thuringiensis* ha avuto un comportamento paragonabile a fosmet. La comprovata efficacia degli insetticidi saggiati necessita di

successive valutazioni sulla loro selettività nei confronti degli ausiliari utili e sul corretto posizionamento degli interventi, con l'utilizzo di trappole al feromone per la cattura dei maschi, tecnica di monitoraggio in fase avanzata di approfondimento.

Ringraziamenti
Si ringraziano le società Gowan Italia e Intrachem Bio Italia per aver fornito i prodotti fitosanitari oggetto della sperimentazione.

LAVORI CITATI

BDF, 2011. Banca Dati Fitofarmaci (Borroni M. e Rossi Luca coord.). Ecospi Milano

EFSA, 2008. European Food Safety Authority. Pest risk assessment made by France on *Prays citri*. *EFSA Journal*, 680, 7-22

EPPO, 1984. EPPO Crop Growth Stages Keys – Lemon and Orange. *EPPO Bulletin*, 14 (4), 585-587

EPPO, 2002. PQR database (version 4.1). European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris France

Liotta G., Mineo G., 1963. Osservazioni sulla biologia del *Prays citri* Mill. in Sicilia. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Palermo ed Osservatorio Regionale per le Malattie delle Piante,* 32, 75-104

Mineo G., 1967. Notizie etologiche sul *Prays citri* Mill. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Palermo ed Osservatorio Regionale per le Malattie delle Piante,* 29, 277-291

Mineo G., 1968. Prove di lotta contro il *Prays citri* Mill. per mezzo di *Bacillus thuringiensis. Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Palermo ed Osservatorio Regionale per le Malattie delle Piante,* 58, 125-133

Rapagnani M.R., Magliuolo M., Picciolo M., Galassi T., Mazzini F., 2011. Prodotti Fitosanitari: l'impatto dei nuovi criteri di valutazione. *L'Informatore Agrario*, 29, 65-68

Recupero S., Russo G., Reforgiato Recupero G., 2003. Innovazione varietale e tecnologica nel vivaismo agrumicolo ornamentale. *Italus Hortus,* 10 (suppl. Vol. 4), 13-18

Sokal R.R., Rohlf F.J., 2001. Two-Way Analysis of Variance. Cap. 11. *In* Biometry, Third Edition. W.H. Freeman and Company Ed. New York: 321-368

Tena A., Garcia-Marì F., 2011. Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. Integrated Control in Citrus Fruit Crops. *IOBC/wprs Bulletin*, 62, 365-368