

FLUPYRADIFURONE (SIVANTO®): NUOVO INSETTICIDA SISTEMICO PER IL CONTROLLO DI ALCUNI IMPORTANTI INSETTI FITOFAGI AD APPARATO BOCCALE PUNGENTE-SUCCHIANTE

S. ROFFENI, G. ARCANGELI, A. BOEBEL, M. GOLLO, C. RISI, A. CANTONI
Bayer CropScience S.r.l., V.le Certosa 130, 20156 Milano
stefano.roffeni@bayer.com

RIASSUNTO

Flupyradifurone è una nuova sostanza attiva insetticida dotata di sistemica acropeta, appartenente alla classe chimica dei butenolidi. Essa controlla efficacemente diversi Emitteri quali afidi, aleurodidi e cicaline dannosi alle colture agrarie. La molecola si distingue per un meccanismo d'azione innovativo e rappresenta una valida alternativa ed integrazione, agli attuali insetticidi. Grazie a queste caratteristiche è utilizzabile nei programmi di difesa integrata. Si riportano le caratteristiche chimico-fisiche, tossicologiche ed ecotossicologiche di flupyradifurone, oltre ad una sintesi dei risultati di prove sperimentali eseguite in Italia contro afidi, cicaline e aleurodidi dannosi alle coltivazioni agricole. Una sola applicazione di flupyradifurone al dosaggio di 12 g s.a./hL ha consentito un buon controllo degli afidi del melo e delle colture orticole; alla dose di 10 g s.a./hL ha controllato ottimamente le cicaline della vite. Due applicazioni alla dose di 15 g s.a./hL a 7 giorni di distanza hanno evidenziato una buona efficacia nella difesa dagli aleurodidi delle colture orticole

Parole chiave: afidi, aleurodidi, cicaline

SUMMARY

FLUPYRADIFURONE (SIVANTO®): A NOVEL SYSTEMIC INSECTICIDE TO CONTROL SOME IMPORTANT SUCKING PESTS

Flupyradifurone is a novel systemic insecticide, belonging to the class of butenolides. It acts against several Hemiptera, such as aphids, white flies and leafhoppers, important pests of cultivated crops. The molecule is characterized by a new mode of action and represents a viable alternative and integration to the insecticides currently on the market. Due to these characteristics, it is suitable for integrated pest management. This paper presents the physico-chemical, toxicological and eco-toxicological properties of flupyradifurone and a summary of the results of trials conducted in Italy against aphids, leafhoppers and white flies of cultivated crops. One single application of flupyradifurone at 12 g a.i./100L showed good control of aphids on apple and vegetables; at 10 g a.i./100L it showed good efficacy vs. leafhoppers in grapevine. Two applications at 15 g a.i./100L at 7-day interval showed good efficacy vs. white flies in fruiting vegetables.

Keywords: aphids, white flies, leafhoppers

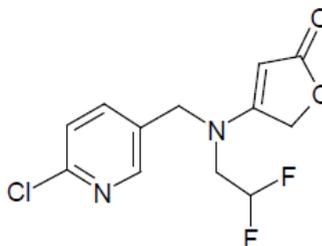
INTRODUZIONE

Flupyradifurone è una nuova sostanza attiva insetticida, capostipite della classe chimica dei butenolidi, scoperta e sviluppata da Bayer CropScience AG, dotata di sistemica acropeta o xilematica (Velten *et al.*, 2013). E' attivo contro diversi insetti ad apparato boccale pungente-succhiante dannosi alle coltivazioni, quali afidi, aleurodidi e cicaline (Raupach *et al.*, 2012).

Scopo di questo articolo è presentare le caratteristiche chimico-fisiche, tossicologiche ed ecotossicologiche di flupyradifurone, oltre ad alcuni risultati sperimentali ottenuti negli ambienti italiani contro alcuni importanti fitofagi dannosi al melo, alla vite e alle colture orticole.

Proprietà chimiche e chimico-fisiche della sostanza attiva

Nome comune (ISO)	flupyradifurone
Famiglia chimica	butenolidi
Nome chimico IUPAC:	4-[[[(6-chloropyridin-3-yl)methyl](2,2-difluoroethyl)amino]furan-2(5H)-one
Formula empirica	C ₁₂ H ₁₀ ClF ₂ N ₂ O ₂
Formula di struttura	



Stato fisico: solido (polvere) bianco

Peso molecolare: 288,68 g/mol

Pressione di vapore: $9,1 \cdot 10^{-7}$ Pa (a 20 °C)

Odore: debole, caratteristico

Punto di fusione: 69°C

Punto di ebollizione: Non bolle a pressione atmosferica; si decompone 270°C

Densità relativa: 1,43 g/ml (a 20 °C)

Solubilità in acqua (a 20 °C): 3,2 g/L (pH 4) ; 3,2 g/L (pH 7)

Solubilità in solventi organici (a 20 °C): n-eptano 0,0005 g/L ; 1,2-diclorometano > 250 g/L ; toluene 3,7 g/L ; metanolo > 250 g/L ; ethyl acetato > 250 g/L ; acetone >250 g/L

Coefficiente di ripartizione ottanolo-acqua: $\text{Log } P_{ow} = 1,2$ (a 25 °C e pH 7)

Caratteristiche tossicologiche (sostanza attiva)

Tossicità acuta

Orale (DL₅₀) ratto > 300 mg/kg peso corporeo

Dermale (DL₅₀) ratto > 2000 mg/kg peso corporeo

Inalatoria (CL₅₀) ratto > 4,67 mg/L aria (max. conc. ottenibile)

Irritazione cutanea coniglio non irritante

Irritazione oculare coniglio leggermente irritante (effetto reversibile)

Sensibilizzazione cutanea cavia non sensibilizzante

Tossicità a lungo termine e dello sviluppo, mutagenesi

Cancerogenesi non cancerogeno

Tossicità dello sviluppo non teratogeno, non tossico per la riproduzione

Mutagenesi non mutageno

Caratteristiche ecotossicologiche e comportamento nell'ambiente della sostanza attiva

Trota arcobaleno – <i>Oncorhynchus mykiss</i> (CL ₅₀ , 96 h)	> 74,2 mg/L
Alghe <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (cronica, ErC ₅₀ , 72 h)	> 80 mg/L
Dafnia <i>Daphnia magna</i> (EC ₅₀ , 48 h)	> 77,6 mg/L
Colino della Virginia - <i>Colinus virginianus</i> (DL ₅₀)	> 232 mg/kg peso corporeo
Lombrichi - <i>Eisenia fetida</i> (CL ₅₀ , 14 gg)	> 193 mg/kg substrato
Api (DL 50, orale acuta, 48h)	1,2 µg/ape
Api (DL 50, contatto acuta, 48h)	123 µg/ape
Artropodi utili (<i>Typhlodromus pyri</i>) DL ₅₀	17,3 g s. a./ha
Microrganismi del terreno	nessun effetto avverso

Formulazione

E' stata sviluppata una formulazione contenente 200 g/L di flupyradifurone (Sivanto® 200 SL).

Comportamento nell'ambiente

Il normale impiego nelle condizioni di Buona Pratica Agricola, deve essere considerato a basso rischio di effetti avversi a carico degli organismi normalmente presenti negli ecosistemi agricoli, quali uccelli, mammiferi, lombrichi e altri organismi non bersaglio nonché artropodi utili e microrganismi presenti nel suolo. Flupyradifurone è risultato selettivo su *Apis mellifera* in studi di campo su colza invernale e semi-campo su *Phacelia tanacetifolia*, dove è stato applicato con piante in fioritura alla dose di 200 g s.a./ha in presenza di adulti in piena attività. In studi di tossicità cronica il valore NOEC è risultato $\leq 10000 \mu\text{g s.a./L}$ nella dieta sia su larve che su adulti. I risultati degli studi di comportamento nel suolo dimostrano che flupyradifurone viene degradato in condizioni aerobiche dall'attività microbica, con una DT50 media di 73 giorni. La fotolisi in acqua è molto rapida (DT50 < 1 settimana).

Alla luce di quanto sopraesposto, si ritiene che l'impiego di flupyradifurone, secondo le indicazioni di buona pratica agricola, non comporti rischi inaccettabili per l'ambiente .

Attività biologica e meccanismo di azione

Flupyradifurone è il primo insetticida appartenente alla nuova famiglia chimica butenolidi, che agisce a livello del recettore nicotinico dell'acetilcolina (nAChR). Legandosi irreversibilmente alla proteina recettore, causa l'eccitazione permanente delle cellule nervose, con conseguente paralisi e morte degli insetti bersaglio (Jeschke *et al.*, 2013). E' particolarmente efficace per ingestione contro diversi Emitteri, quali afidi, aleurodidi e cicaline. Questa sostanza attiva, pur avendo lo stesso meccanismo d'azione dei neonicotinoidi, può essere utilizzata efficacemente per il controllo di diverse specie di insetti, anche in presenza di ceppi resistenti a queste sostanze. Flupyradifurone, infatti, pur appartenendo secondo la classificazione IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) al gruppo degli agonisti del recettore nicotinico dell'acetilcolina (nAChR), è stato recentemente inserito nel sottogruppo chimico 4D, di cui è l'unico rappresentante. Flupyradifurone è un nuovo mezzo per la gestione della resistenza, in particolare su aleurodidi, cicaline e afidi, e non presenta resistenza incrociata significativa con insetticidi di altre classi chimiche (Nauen *et al.*, 2011).

Spettro d'azione

Flupyradifurone controlla efficacemente le seguenti specie di afidi, cicaline e aleurodidi:

Melo	<i>Dysaphis plantaginea</i> , <i>Dyaphis devecta</i> , <i>Aphis pomi</i>
Pero	<i>Dysaphis pyri</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Aphis spiraeicola</i> , <i>Aphis pomi</i>
Vite da tavola e da vino	<i>Scaphoideus titanus</i> , <i>Empoasca vitis</i> (= <i>flavescens</i>)
Colture orticole a pieno campo	<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Nasonovia ribisnigri</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Brevicoryne brassicae</i>
Colture orticole in serra	<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Nasonovia ribisnigri</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>
Fragola, Lampono in serra	<i>Chaetosiphon fragaefolii</i> , <i>Sitobion fragariae</i> , <i>Amphorophora idaei</i> , <i>Aphis idaei</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Macrosiphum rosae</i>
Tabacco	<i>Myzus persicae</i> , <i>Myzus nicotianae</i>
Colture ornamentali, bulbose, essenze vivaistiche in serra	<i>Aphis pomi</i> , <i>Dysaphis</i> spp, <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Nasonovia ribisnigri</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Macrosiphum rosae</i> , <i>Macrosiphonella chrysanthemi</i> , <i>Metcalfa pruinosa</i> , <i>Macrosiphonella chrysanthemi</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>

MATERIALI E METODI

A partire dal 2008 sono state realizzate in Italia numerose prove sperimentali con diversi formulati a base di flupyradifurone contro afidi, aleurodidi e cicaline. Le prove effettuate su pomacee, vite, e colture orticole, sia a pieno campo che in serra, hanno consentito di individuare in Sivanto 200 SL (flupyradifurone 200 g/L SL) doti di ottima efficacia unite ad una eccellente selettività verso le colture trattate.

Tutte le prove sono state impostate secondo uno schema a blocco randomizzato, con 4 ripetizioni, nel rispetto della G.E.P. (Good Efficacy Practice). Per la verifica dell'efficacia sono state seguite le indicazioni riportate sia nelle Guidelines EPPO generali [(PP 135(3) Phytotoxicity assessment; 152(3) Design and analysis of efficacy evaluation trials; 181(3) Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including good experimental practice; 214(1) Principles of acceptable efficacy] che specifiche per afidi [EPPO n. PP 1/258(1) Aphids on top fruit; 1/229(1) Aphids on leguminous crops; 1/252(1) Aphids on strawberry; 1/253(1) Aphids on bush and cane fruit; 1/254(1) *Eriosoma lanigerum* on apple; 1/23(2) Aphids on ornamental plants; 1/232(1) Aphids on tobacco] e aleurodidi [EPPO n. PP 1/36(3) Whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*) on protected crops]. I rilievi su melo sono stati effettuati contando il n. di afidi su 25 getti pre-marcati per parcella (10 getti in caso di applicazione post-fiorale), poco prima dell'applicazione, tre giorni dopo, ed ogni sette giorni sino a quattro settimane o più dall'applicazione. Con la stessa metodologia sulle colture orticole è stato contato il n. di afidi o di aleurodidi (adulti, neanidi e ninfe) su di un campione di 10 foglie (10 piante su lattuga). Su zuccchino, in presenza di infestazione elevata di aleurodidi, il conteggio è stato ridotto alla superficie di 4 cm² per foglia. Su vite si è proceduto al conteggio del n. di cicaline (adulti, neanidi e ninfe) su 50 foglie per parcella. Ai fini dell'analisi statistica, i risultati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova), quindi al test di Student-Newman-Keuls (SNK Multiple Comparison Test, P_≤0,05).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella tabella sottostante oltre a flupyradifurone, sono elencati tutti i prodotti commerciali di confronto inseriti nelle prove sperimentali:

Nome comune	Nome commerciale	Concentrazione	Formulazione	Dose d'impiego g s.a./hL
Flupyradifurone	Sivanto	200 g/L	SL	10-12-15
Flonicamid	Tepeki	50%	WG	4,7-6,7
Thiametoxam	Actara	25%	WG	5-7,5
Imidacloprid	Confidor	200 g/L	SL	10
Imidacloprid	Confidor O-teq	200 g/L	OD	10
Spiromesifen	Oberon	240 g/L	SC	14,4

Vengono di seguito riportati alcuni dei risultati ottenuti nelle prove sperimentali effettuate.

- Afidi delle pomacee (*Dysaphis plantaginea*, *Aphis pomi*)

L'efficacia di flupyradifurone contro *D. plantaginea* e *A. pomi* è stata valutata sia con una applicazione in pre-fioritura (BBCH 54-57) che in post-fioritura (BBCH 69-73), ma sono qui considerati solo gli interventi facenti ormai parte della pratica comune, vale a dire l'applicazione pre-fiorale per il controllo dell'afide grigio e l'applicazione post-fiorale per il contenimento dell'afide verde (Tabelle 1, 2).

Tabella 1. Efficacia di un'applicazione pre-fiorale di flupyradifurone su melo contro *Dysaphis plantaginea* (2 prove 2010-2011): % di efficacia secondo Abbott

Prodotto	g s.a./hL	Laives (BZ) – 2010			XII Morelli (FE) - 2011		
Metodo di controllo		(n. afidi/getto)					
Testimone	-	(21,0) a	(37,6) a	(87,5) a	(5,9) a	(12,2) a	(181,0) a
Flupyradifurone	12	98,8 b	98,3 b	87,1 b	94,9 b	97,0 b	79,9 b
Flonicamid	4,7	61,9 b	73,4 b	58,0 b	98,3 b	98,5 b	60,6 b
Imidacloprid 200 OD	10	97,6 b	89,0 b	81,4 b	95,7 b	97,4 b	97,4 b
gg da applicazione		32	39	47	33	40	47

A lettere uguali nella stessa colonna corrispondono differenze non significative (SNK $p \leq 0,05$)

Tabella 2. Efficacia di un'applicazione post-fiorale di flupyradifurone su melo contro *Aphis pomi* (2 prove 2009-2011): % di efficacia secondo Henderson & Tilton

Prodotto	g s.a./hL	Laives (BZ) - 2009			Laives (BZ) - 2011		
Metodo di controllo		(n. afidi/getto)					
Testimone	-	(40,6) a	(59,4) a	(86,7) a	(39,2) a	(55,5) a	(45,5) a
Flupyradifurone	12	96,9 b	95,3 b	89,5 b	99,9 b	99,5 b	92,0 b
Flonicamid	4,7	-	-	-	99,1 b	87,4 b	86,8 b
Thiametoxam	7,5	98,6 b	98,0 b	94,7 b	-	-	-
Imidacloprid 200 OD	10	98,8 b	96,8 b	93,0 b	99,2 b	99,8 b	90,4 b
gg da applicazione		20	27	41	7	14	28

A lettere uguali nella stessa colonna corrispondono differenze non significative (SNK $p \leq 0,05$)

Flupyradifurone al dosaggio di 12 g s.a./hL (120-180 g s.a./ha) ha mostrato buona efficacia contro gli afidi del melo, risultando nel complesso uguale agli standard in prova. Il prodotto manifesta un buon effetto abbattente ed è dotato di un'eccellente durata di azione, anche in presenza di infestazioni caratterizzate da popolazioni in attivo sviluppo.

- Cicaline della vite (*Empoasca flavescens*, *Scaphoideus titanus*)

L'efficacia contro le cicaline della vite è stata valutata effettuando un'applicazione alla comparsa dei primi adulti, dopo la fioritura (BBCH 69-79) (Tabella 3).

Tabella 3. Efficacia di un'applicazione di flupyradifurone contro le cicaline della vite (3 prove 2009-2013): % di efficacia secondo Abbott

Prodotto	g s.a./hL	Rosignano Monferrato (AL) 2009			Santa Maria della Versa (PV) 2012		Albaro (VR) 2013
Metodo di controllo ⁽¹⁾		SCAPSP		EMPOFL	SCAPSP		EMPOFL
Testimone	-	(17,0) a	(26,0) a	(51,8) a	(27,0) a	(71,7) a	(40,0) a
Flupyradifurone	10	100 b	90,7 b	94,2 b	100 b	61.1 a	98,8 b
Thiametoxam	5	100 b	95,4 b	92,8 b	93,5 b	39.0 a	-
Imidacloprid 200 SL	10	-	-	-	-	-	96,9 b
gg da applicazione		5	12	12	7	14	7

A lettere uguali nella stessa colonna corrispondono differenze non significative (SNK $p \leq 0,05$)

⁽¹⁾ N. di neanidi e ninfe/50 foglie di *S. titanus* e *E. flavescens*

Flupyradifurone al dosaggio di 10 g s.a./hL (100 g s.a./ha) ha manifestato una buona efficacia e prontezza d'azione contro le cicaline della vite. Il controllo di *S. titanus* e *E. flavescens* è risultato pari agli standard di confronto in commercio.

- Afidi delle orticole (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Nasonovia ribisnigri*)

L'efficacia contro afidi su orticole è stata valutata effettuando 1 applicazione alla comparsa delle prime neanidi. (Tabella 4).

Tabella 4. Efficacia di un'applicazione di flupyradifurone contro gli afidi delle orticole (3 prove 2009-2012 su coltura a pieno campo): % di efficacia secondo Henderson e Tilton

Prodotto	g s.a./hL	Bologna 2009 <i>N. ribisnigri</i> lattuga			Manfredonia (FG) 2011 <i>A. gossypii</i> zucchino	Molfetta (BA) 2012 <i>M. persicae</i> pomodoro		
Metodo di controllo		(n. afidi / pianta)			(n. afidi foglia)			
Testimone	-	(11,3) a	(8,8) a	(9,2) a	(71,7) a	(23,9) a	(7,3) a	(7,6) a
Flupyradifurone	12	90,5 b	99,8 b	99,8 b	100 b	99,1 b	97,1 b	94,2 b
Flonicamid	6,7	-	-	-	-	-	98,2 b	87,5 b
Imidacloprid 200 OD	10	92,6 b	99,5 b	100 b	99,8 b	96,8 b	-	-
gg da applicazione		3	7	14	7	14	7	14

A lettere uguali nella stessa colonna corrispondono differenze non significative (SNK $p \leq 0,05$)

Flupyradifurone al dosaggio di 12 g s.a./hL (90-120 g s.a./ha) ha manifestato un'ottima efficacia contro alcune delle principali specie di afidi delle colture orticole. Flupyradifurone deve essere applicato tempestivamente, alla comparsa dei primi sintomi di infestazione.

- Mosca bianca delle orticole (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*)

L'efficacia di flupyradifurone contro *T. vaporariorum* e *B. tabaci* è stata valutata sulle principali colture orticole in serra quali pomodoro, melanzana, zucchini (Tabella 5).

Tabella 5. Efficacia di due applicazioni di flupyradifurone a distanza di 7 gg contro *T. vaporariorum* e *B. tabaci* (3 prove, 2010-2012 in serra): % di efficacia secondo Abbott

Prodotto	g s.a./hL	Fondi (LT) 2010 <i>T. vaporariorum</i> zucchini		Bisceglie (BA) 2012 <i>T. vaporariorum</i> melanzana		Terlizzi (BA) 2012 <i>B. tabaci</i> , peperone	
Metodo di controllo		(numero neanidi/4cm ² foglia)		(numero neanidi/foglia)		(numero neanidi/foglia)	
Testimone	-	(94,0) a	(99,0) a	(59,0) a	(104,0) a	(13,6) a	(50,4) a
Flupyradifurone	15	85,9 b	94,9 b	74,5 b	87,5 b	83,5 b	96,9 b
Spiromesifen	14,4	84,6 b	84,1 b	80,4 c	89,9 b	78,9 b	64,2 b
gg da applicazione		A1+7	A2+8	A1+7	A2+14	A1+7	A2+4

A lettere uguali nella stessa colonna corrispondono differenze non significative (SNK $p \leq 0,05$)

I risultati sperimentali ottenuti indicano che flupyradifurone, alla dose di 15 g s.a./hL (112,5-225 g s.a./ha) è altamente efficace contro aleurodidi su tutte le colture saggiate. Per un più efficace controllo di *T. vaporariorum* e *B. tabaci* in considerazione dell'attività biologica rivolta prevalentemente contro gli stadi giovanili, è opportuno applicare il prodotto alla prima comparsa del fitofago. Utilizzato in questo modo flupyradifurone garantisce una buona durata di azione e può essere inserito con più facilità in strategie di difesa dagli aleurodidi, basate anche su insetticidi a diverso meccanismo di azione quali ad esempio i chetoenoli.

- Afidi del tabacco (*Myzus nicotianae*, *Myzus persicae*)

L'efficacia di flupyradifurone contro *M. nicotianae* e *M. persicae* è stata valutata in uno dei principali areali di coltivazione del tabacco, intervenendo alla comparsa delle prime neanidi (Tabella 6).

Tabella 6. Efficacia di 1 applicazione di flupyradifurone contro *M. nicotianae* e *M. persicae* (3 prove, 2009-2012): % di efficacia secondo Henderson e Tilton

Prodotto	g s.a./hL	Bovolone (VR) 2009 <i>M. nicotianae</i>		Bovolone (VR) 2011 <i>M. persicae</i>		Bovolone (VR) 2012 <i>M. nicotianae</i>	
Metodo di controllo		(numero afidi/foglia)					
Testimone	-	(52,8) a	(21,9) a	(44,3) a	(54,1) a	(38,0) a	(40,3) a
Flupyradifurone	12	89,9 b	86,1 b	99,8 b	99,1 b	99,8 b	99,9 b
Imidacloprid	10	89,1 b	85,8 b	99,8 b	98,9 b	99,7 b	99,6 b
gg da applicazione		2	8	3	10	4	14

A lettere uguali nella stessa colonna corrispondono differenze non significative (SNK $p \leq 0,05$)

I risultati sperimentali ottenuti indicano che flupyradifurone alla dose di 12 g s.a./hL (100 g s.a./ha) manifesta un'ottima efficacia e rapidità d'azione contro gli afidi del tabacco. Per un buon controllo di *M. nicotianae* e *M. persicae* è opportuno applicare il prodotto alla prima comparsa del fitofago. Flupyradifurone può essere inserito efficacemente nelle strategie di prevenzione delle virosi del tabacco attraverso la difesa dagli afidi.

Fitocompatibilità

La fitocompatibilità di Sivanto, formulazione 200 SL di flupyradifurone utilizzata in queste prove, è risultata buona su tutte le colture saggiate.

CONCLUSIONI

Flupyradifurone possiede un'ottima efficacia contro alcuni importanti fitofagi ad apparato boccale pungente-succhianti dannosi alle pomacee, alla vite, al tabacco, alle colture orticole e ornamentali, in campo e in serra. Controlla efficacemente afidi, aleurodidi e cicaline. Flupyradifurone è dotato di un meccanismo di azione diverso da quelli degli insetticidi attualmente utilizzati in Italia su queste colture, e non presenta alcuna resistenza incrociata con essi (Nauen *et al.*, 2014). Questa caratteristica è particolarmente importante perché il prodotto è attivo contro fitofagi noti per la capacità di sviluppare popolazioni resistenti. Questi aspetti, così come la riduzione del numero di meccanismi d'azione disponibili per la lotta contro questi fitofagi, devono essere considerati attentamente. Infatti, buona parte degli insetticidi utilizzati con successo in passato per il controllo dei fitofagi più difficili, non hanno superato il processo di Revisione Europea delle sostanze attive e sono attualmente fuori dal nostro mercato. La flessibilità d'impiego, la buona persistenza d'azione, la sistemica acropeta e, non ultima, la selettività verso importanti artropodi utili, rendono flupyradifurone una sostanza attiva particolarmente interessante per l'impiego in strategie di difesa integrata su alcune tra le più importanti colture agricole dell'area mediterranea.

LAVORI CITATI

- Jeschke P., Nauen R., Beck M.E., 2013. Nicotinic acetylcholine receptor agonists: a milestone for modern crop protection. *Angewandte Chemie International*, 52, 2-24
- Nauen R., Thielert W., Raupach G., Haas M., Velten R., Ebbinghaus-Kintscher U., Wölfel K., Jeschke P., 2014. Flupyradifurone: brief profile of a new butenolide insecticide. *Pest Management Science*, in preparation
- Raupach G., Almanza M.T., Haas M., Tapia E., Thielert W., Nauen R., 2012. Sivanto: profile of a new systemic insecticide. *Book of abstracts, Annual Meeting of the Entomological Society of America*, Knoxville, USA
- Velten R., Jeschke P., Haas M., Kunz K., 2013. Discovery of Sivanto, a new butenolide insecticide. *Book of Abstracts, American Chemical Society*, Indianapolis, USA