

VALUTAZIONE BIENNALE DELLE APPLICAZIONI PRE-FIORALI DI FORCHLORFENURON (SITOFEX®) SU ACTINIDIA ED EFFETTI COLLATERALI NEL CONTENIMENTO DI *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *ACTINIDIAE*

V. BUCCI, G. DONATI, G. PRADOLESI

Terremerse, Centro di Saggio - Via Cà del Vento, 21, 48012 Bagnacavallo (RA)

vbucci@terremerse.it

RIASSUNTO

Il cancro batterico, provocato dal batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA), è causa di gravi danni economici nelle principali aree di coltivazione dell'actinidia in Italia. Si è voluto verificare il contributo che può apportare nel controllo di questo pericoloso patogeno l'applicazione del fitoregolatore forchlorfenuron (Sitofex®), impiegato su actinidia per l'aumento della pezzatura dei frutti. Il fitoregolatore, applicato per via fogliare a diversi dosaggi in epoca pre-fiorale, oltre ad evidenziare effetti di natura ormonale sulle foglie e sui frutti, ha dimostrato di contenere in maniera significativa i sintomi e i danni causati dal batterio sulla pianta. Si ritiene che il prodotto possa entrare a fare parte di una strategia che contempli l'adozione di misure agronomiche e di altri agrofarmaci con diverse modalità di azione, come i prodotti rameici ed acibenzolar-S-methyl.

Parole chiave: batteriosi, cancro batterico, kiwi, difesa, acibenzolar-S-methyl

SUMMARY

EVALUATION OF PRE-FLOWERING APPLICATIONS OF FORCHLOFENURON (SITOFEX®) ON KIWIFRUIT AND EFFECTS AGAINST *PSEUDOMONAS SYRINGAE* PV. *ACTINIDIAE*

Bacterial kiwifruit vine disease, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA), is responsible for serious economic damages in the kiwifruit growing areas in Italy. In the years 2014 and 2015, forchlorfenuron (Sitofex®), plant growth regulator normally applied to enhance fruit size, was evaluated in plot trials for its contribution to the control of PSA. Forchlorfenuron applied on leaves, in pre-flowering at different doses, showed, beside the hormonal effects on leaves and fruits, significant efficacy against the bacterial disease. It can be concluded that forchlorfenuron can contribute effectively in a strategy for controlling PSA, integrated with agronomic management and other agrochemicals with different modes of action (i.e. copper and acibenzolar-S-methyl).

Keywords: bacterial kiwifruit vine disease, control, acibenzolar-S-methyl

INTRODUZIONE

Il cancro batterico dell'actinidia, causato da *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA), è diventato dal 2008 la più grave minaccia alla coltivazione del kiwi (Vanneste, 2012; Bertanza e Armentano, 2013): in Italia PSA è stato identificato per la prima volta nel 1992 (Scortichini, 1994), ma è solo al termine degli anni 2000 che, per la diffusione e l'intensità delle infezioni, i danni sono diventati assai ingenti (Balestra *et al.*, 2009; Ferrante e Scortichini, 2009, 2010). Attualmente la maggior parte dei frutteti nelle aree ad alta densità di coltivazione di actinidia può essere considerata infetta o ad elevato rischio di infezione.

La penetrazione del batterio nella pianta avviene attraverso aperture naturali (stomi, lenticelle), oppure da microferite provocate da grandine, vento, gelo e dalle ferite di origine antropica come, ad esempio, i tagli di potatura (Spinelli *et al.*, 2010). Le condizioni ambientali più favorevoli alle infezioni sono rappresentate da temperature fresche (15-20 °C) ed elevata

umidità e piovosità (Renzi *et al.*, 2009). Come per molte batteriosi, non sono disponibili attualmente metodi di controllo del tutto efficaci e si opera principalmente in modalità preventiva, sia con metodi agronomici sia con l'impiego di agrofarmaci a base di rame e di acibenzolar-S-methyl (Antoniacci *et al.*, 2014).

Forchlorfenuron è un fitoregolatore (Sitofex[®]) registrato su actinidia per la sua capacità di incrementare le dimensioni dei frutti, per cui ne è previsto l'impiego tre settimane dopo la piena fioritura ad un dosaggio massimo di 1,3 L/ha.

Tenendo conto delle sperimentazioni condotte in Nuova Zelanda (Hawes, 2015) in questo lavoro si è voluta verificare la capacità del forchlorfenuron di contenere i sintomi ed i danni da PSA con applicazioni in epoche diverse, in pre-fioritura ed in una prova anche in post-raccolta, confrontandolo con il prodotto di riferimento acibenzolar-S-methyl.

MATERIALI E METODI

Sono state condotte tre prove sperimentali nell'arco delle annate 2014 e 2015: la prova del 2014 è stata condotta a Faenza (RA) e quelle del 2015 a Faenza e a Castel Bolognese (RA). Le aziende individuate erano colpite in misura più o meno accentuata da PSA: con il conteggio preliminare degli essudati presenti sulle piante oggetto di prova si è potuto stabilire che non c'erano differenze statisticamente significative fra le parcelle alla partenza della sperimentazione.

Tabella 1. Dati degli actinidieti dove è stata condotta la sperimentazione

Prova	Località	cv.	Forma di allevamento	Sesto di impianto (m)	Anno di impianto
2014	Faenza (RA)	Hayward	Doppia pergoletta	4,3 x 2	2004
1/2015	Faenza (RA)	Hayward	Doppia pergoletta	4,5 x 2	2010
2/2015	Castel Bolognese (RA)	Hayward	Doppia pergoletta	4,55 x 2	2008

Nel primo anno di attività si è voluto valutare l'effetto delle applicazioni fogliari effettuate a germogli di 5-8 cm, singole o ripetute dopo 21 giorni, confrontando il prodotto di riferimento acibenzolar-S-methyl con diversi dosaggi di forchlorfenuron.

Tabella 2. Caratteristiche dei prodotti in sperimentazione

Principio attivo e concentrazione nel formulato	Formulato	Formulazione
Acibenzolar-S-methyl 50%	Bion 50 WG	WG
Forchlorfenuron 7,5 g/L	Sitofex	EC

Alla luce dei risultati della prima annata, nel 2015 si è deciso di ridurre le tesi, articolandole però in modo diverso in due località. Nella prima prova era presente una tesi trattata in post-raccolta, sia per acibenzolar-S-methyl che per forchlorfenuron, a cui sono stati fatti seguire due trattamenti in pre-fioritura, a distanza di tre settimane; le altre due tesi trattate prevedevano solo i trattamenti in pre-fioritura. Nella seconda prova 2015 si sono testati due dosaggi di

forchlorfenuron con il doppio intervento pre-fiorale a turno di tre settimane, confrontati con due e cinque interventi di acibenzolar-S-methyl, anch'essi a intervallo di tre settimane.

In ogni prova il primo rilievo sul PSA è stato effettuato ad inizio sperimentazione, nella fase del germogliamento, controllando la presenza di essudati sulle piante per verificare l'omogeneità dell'infezione: i rilievi sulle foglie sono stati effettuati seguendo il protocollo EPPO PP1/282(1) su 100 foglie per parcella nelle seguenti fasi: 20 giorni dopo il secondo trattamento pre-fiorale (BBCH 71), a metà estate (BBCH 77) ed in pre-raccolta (BBCH 85). Sono, inoltre, stati effettuati rilievi del comportamento vegeto-produttivo dell'actinidia, controllando l'accrescimento di 50 germogli per parcella nel periodo metà maggio-inizio giugno ed il diametro del picciolo dei frutti nel periodo iniziale dell'estate, rilevato su 50 frutti per parcella.

Nella prova 2014 si è controllato anche il tenore di clorofilla su 100 foglie per parcella a metà maggio: il rilievo è stato effettuato con l'apparecchio Minolta Spad 502, che esprime il dato mediante un indice relativo su una scala che va da 0 a 99,9, crescente all'aumentare del contenuto fogliare in clorofilla.

Nelle prove 2015 si sono effettuati ulteriori rilievi sulle caratteristiche dei frutti in pre-raccolta, con valutazione dei parametri dimensionali, del loro rapporto ed il calcolo del volume del frutto, controllando 50 frutti per parcella.

I trattamenti sono stati eseguiti con un nebulizzatore spalleggiato (Mod. Stihl SR 430) distribuendo un volume di sospensione pari a 750 litri per ettaro.

Tutte le prove sono state condotte applicando un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni, con parcelle costituite da sei piante femminili. I dati raccolti sono stati elaborati e sottoposti ad analisi della varianza e test di Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$).

RISULTATI

I risultati dei diversi tipi di rilievi effettuati nel corso dei due anni sono riportati nelle tabelle 3-8.

2014

Dalla misurazione del tenore in clorofilla è emerso che le tesi trattate con forchlorfenuron presentavano un valore più alto rispetto al testimone non trattato ed alle tesi trattate con acibenzolar-S-methyl. Un altro parametro accentuato dall'impiego di forchlorfenuron in pre-fioritura è stato il diametro del picciolo dei frutti, con un incremento maggiore al crescere del dosaggio impiegato. Per contro i trattamenti effettuati non hanno manifestato nessuna influenza sulla lunghezza dei germogli (tabella 3).

Nel primo rilievo sulle lesioni fogliari da PSA, al 12 maggio, solo la severità della malattia era statisticamente più alta nel testimone non trattato rispetto alle tesi trattate; successivamente, al 5 giugno ed al 7 ottobre, invece, tutte le tesi trattate presentavano minore incidenza e severità di PSA rispetto al testimone, anche se nel rilievo del 7 ottobre (pre-raccolta) solo due tesi risultavano completamente separate statisticamente a livello di incidenza della malattia (tabella 4).

Tabella 3. Prova 2014: valutazioni sui parametri vegetativi

p.a., dose formulato/ha, date di applicazione	16/5 Clorofilla nella foglia (unità Spad)	10/6 Diametro picciolo frutti (mm)	12/5 Lunghezza germogli (cm)
Testimone non trattato	45,2 a*	2,6 a	58,1 a
Acibenzolar-S-methyl 200 g 31/3	48,6 b	2,7 a	61,0 a
Acibenzolar-S-methyl 200 g 31/3 e 22/4	47,7 ab	2,8 a	56,0 a
Forchlorfenuron 333 mL 31/3	52,3 c	3,0 ab	60,0 a
Forchlorfenuron 666 mL 31/3	50,1 bc	3,1 ab	61,4 a
Forchlorfenuron 1300 mL 31/3	53,2 c	3,4 b	55,8 a
Forchlorfenuron 333 mL 31/3 e 22/4	50,1 bc	3,4 b	54,0 a
Forchlorfenuron 666 mL 31/3 e 22/4	53,7 c	3,9 c	62,1 a

*I valori affiancati dalla stessa lettera nella stessa colonna non sono significativamente differenti al test SNK per $p \leq 0,05$

Tabella 4. Prova 2014: risultati dei rilievi sulla malattia a livello fogliare

p.a., dose formulato/ha, date di applicazione	Rilievo del 12/5		Rilievo del 5/6		Rilievo del 7/10	
	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %
Testimone non trattato	35,0 a*	1,56 a	59,0 a	2,09 a	36,9 a	1,35 a
Acibenzolar-S-methyl 200 g 31/3	14,5 a	0,33 b	26,0 b	0,54 b	10,5 b	0,16 b
Acibenzolar-S-methyl 200 g 31/3 e 22/4	19,0 a	0,44 b	31,0 b	0,70 b	19,1 ab	0,38 b
Forchlorfenuron 333 mL 31/3	21,0 a	0,45 b	35,0 b	0,84 b	18,5 ab	0,39 b
Forchlorfenuron 666 mL 31/3	21,0 a	0,49 b	36,0 b	0,86 b	25,1 ab	0,67 b
Forchlorfenuron 1300 mL 31/3	14,5 a	0,26 b	30,5 b	0,81 b	17,2 ab	0,32 b
Forchlorfenuron 333 mL 31/3 e 22/4	18,0 a	0,44 b	28,5 b	0,61 b	13,8 b	0,28 b
Forchlorfenuron 666 mL 31/3 e 22/4	11,0 a	0,12 b	26,0 b	0,58 b	15,9 ab	0,32 b

*Vedi tabella 3

2015

Nella prova di Faenza i controlli effettuati sui frutti hanno evidenziato che le applicazioni di forchlorfenuron hanno agito in modo statisticamente significativo, incrementando il diametro del picciolo ed aumentando le dimensioni dei frutti, parzialmente alla dose inferiore, mentre alla dose più alta si è evidenziato un aumento di diametro, altezza e volume dei frutti, con invariati rapporti dimensionali. L'applicazione dei prodotti non ha invece sortito nessun effetto statisticamente significativo sulla lunghezza dei germogli (tabella 5).

Per quanto riguarda le lesioni fogliari da PSA, al rilievo del 29 maggio le tesi che avevano ricevuto il trattamento invernale si differenziavano dal testimone non trattato, mentre fra quelle a base di interventi primaverili solo la tesi con forchlorfenuron mostrava un effetto sia sull'incidenza che sulla severità. Al rilievo del 29 luglio si è registrata una ulteriore separazione statistica, con le tesi a base di forchlorfenuron che hanno dimostrato una efficacia superiore alle tesi con acibenzolar-S-methyl, comunque accreditate di una riduzione dell'espressione della malattia rispetto al testimone. Nel rilievo di pre-raccolta (12 ottobre) si è confermata la graduatoria di efficacia, con la minore incidenza e severità nella tesi ad alto dosaggio di forchlorfenuron, seguita dalle tesi trattate anche in autunno e dalla tesi con acibenzolar-S-methyl applicato solo in primavera (tabella 6).

Tabella 5. Prova 1/2015 – Faenza: risultati dei rilievi sui germogli e sui frutti

p.a., dose formulato/ha, date di applicazione	8/6 Lunghezza germogli (cm)	13/7 Diametro picciolo (mm)	20/10 Diametro frutto (mm)	20/10 Lunghezza frutto (mm)	Rapporto lunghezza/ diametro	Volume calcolato (*) in cm ³
Testimone non trattato	64,9 a	3,1 a**	46,0 a	61,3 a	1,33 a	101,8 a
Acibenzolar-S-methyl 200 g 11/11, 16/4, 6/5	65,2 a	3,3 a	45,9 a	61,7 a	1,34 a	102,0 a
Forchlorfenuron 433 mL 11/11, 16/4, 6/5	66,6 a	3,6 b	47,0 ab	63,3 a	1,35 a	109,8 a
Forchlorfenuron 666 mL 16/4, 6/5	67,0 a	3,7 b	48,1 b	65,9 b	1,37 a	119,7 b
Acibenzolar-S-methyl 200 g 16/4, 6/5	68,2 a	3,1 a	46,0 a	60,6 a	1,32 a	100,7 a

(*) Il volume è stato calcolato assimilando il frutto ad un cilindro

** Vedi tabella 3

Tabella 6. Prova 1/2015 – Faenza: risultati dei rilievi sulla malattia a livello fogliare

p.a., dose formulato/ha, date di applicazione	Rilievo del 29/5		Rilievo del 29/7		Rilievo del 12/10	
	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %
Testimone non trattato	60,5 a*	2,92 a	63,5 a	2,60 a	67,0 a	2,41 a
Acibenzolar-S-methyl 200 g 11/11, 16/4, 6/5	37,5 b	0,88 b	41,5 b	1,18 b	45,0 bc	1,33 ab
Forchlorfenuron 433 mL 11/11, 16/4, 6/5	29,0 b	0,75 b	23,0 c	0,49 c	42,0 bc	1,26 ab
Forchlorfenuron 666 mL 16/4, 6/5	27,5 b	0,82 b	23,0 c	0,51 c	30,5 c	0,75 b
Acibenzolar-S-methyl 200 g 16/4, 6/5	56,5 a	2,10 a	47,5 b	1,61 b	54,5 ab	1,74 ab

*Vedi tabella 3

Nella prova 2015 di Castel Bolognese non si sono registrate variazioni dell'allungamento dei germogli legate ai trattamenti effettuati. Per quanto riguarda le caratteristiche dei frutti, essi presentavano una lunghezza inferiore rispetto all'altra prova 2015, verosimilmente a causa di una peggiore impollinazione; le tesi trattate con forchlorfenuron evidenziavano i piccioli di maggiore diametro ed i parametri dimensionali superiori, pur differenziandosi solo in parte dal testimone non trattato, mentre la tesi con due soli interventi di acibenzolar-S-methyl è quella da cui sono derivati i frutti più piccoli. Da segnalare che anche in questa prova i rapporti dimensionali dei frutti non sono stati alterati dai trattamenti effettuati (tabella 7).

Al rilievo del 27 maggio delle lesioni fogliari da PSA tutte le tesi trattate si differenziavano dal testimone, con il dato migliore per forchlorfenuron a dose alta, seguito da forchlorfenuron a dose bassa e poi da acibenzolar-S-methyl. Al rilievo del 29 luglio la differenza fra le tesi trattate si è annullata, con un vantaggio per le tesi forchlorfenuron che è rimasto solo a livello numerico e non statistico. Al rilievo finale di pre-raccolta, al 12 ottobre, si è mantenuta una netta separazione statistica fra testimone non trattato e tesi trattate, mentre si è ripristinata una parziale differenza statistica fra le tesi trattate con forchlorfenuron e le tesi trattate con acibenzolar-S-methyl, per le quali avere effettuato due o cinque interventi a turno di tre settimane ha portato a differenze solo numeriche sul contenimento della malattia (tabella 8).

Tabella 7. Prova 2/2015 - Castel Bolognese: risultati dei rilievi sui germogli e sui frutti

p.a., dose formulato/ha, date di applicazione	27/5 Lunghezza germogli (cm)	13/7 Diametro picciolo (mm)	20/10 Diametro frutto (mm)	20/10 Lunghezza frutto (mm)	Rapporto lunghezza /diametro	Volume calcolato(*) in cm ³
Testimone non trattato	61,9 a**	2,7 a	48,5 ab	60,4 a	1,25 a	111,5 ab
Acibenzolar-S-methyl 200 g 13/4, 5/5	67,7 a	2,8 a	47,5 a	59,2 b	1,25 a	104,8 a
Forchlorfenuron 333 mL 13/4, 5/5	65,8 a	3,2 b	49,7 b	61,2 a	1,23 a	118,7 b
Forchlorfenuron 666 mL 13/4, 5/5	68,6 a	3,4 b	49,9 b	61,2 a	1,23 a	119,6 b
Acibenzolar-S-methyl 200 g 13/4, 5/5, 27/5, 15/6, 7/7	68,0 a	2,7 a	48,5 ab	61,8 a	1,27 a	114,1 b

(*) Il volume è stato calcolato assimilando il frutto ad un cilindro

**Vedi tabella 3

Tabella 8. Prova 2/2015 - Castel Bolognese: risultati dei rilievi sulla malattia a livello fogliare

p.a., dose formulato/ha, date di applicazione	Rilievo del 27/5		Rilievo del 29/7		Rilievo del 12/10	
	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %
Testimone non trattato	47,5 a*	1,46 a	41,5 a	0,97 a	49,5 a	1,02 a
Acibenzolar-S-methyl 200 g 13/4, 5/5	29,5 b	0,88 b	28,0 b	0,58 b	35,5 bc	0,47 ab
Forchlorfenuron 333 mL 13/4, 5/5	21,5 bc	0,45 bc	19,5 b	0,29 b	18,5 c	0,26 b
Forchlorfenuron 666 mL 13/4, 5/5	13,5 c	0,25 c	14,0 b	0,21 b	20,0 c	0,24 b
Acibenzolar-S-methyl 200 g 13/4, 5/5, 27/5, 15/6, 7/7	30,0 b	0,97 ab	23,0 b	0,37 b	27,5 bc	0,33 b

*Vedi tabella 3

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nelle aziende di actinidia che hanno ospitato i due anni di sperimentazione si sono registrati significativi attacchi di PSA. I trattamenti effettuati con acibenzolar-S-methyl e con forchlorfenuron hanno dimostrato di contenere la malattia. In particolare si è evidenziato che le applicazioni pre-fiorali di forchlorfenuron hanno limitato l'espressione di PSA come incidenza e severità sulle foglie dell'actinidia. Nelle due annate si è evidenziato anche un effetto dose delle applicazioni di forchlorfenuron, se non a livello statistico perlomeno a livello numerico. Per quanto riguarda gli effetti ormonali, i trattamenti effettuati in pre-fioritura con forchlorfenuron hanno aumentato il contenuto in clorofilla delle lamine fogliari delle piante trattate ed hanno incrementato il calibro dei piccioli ed il volume dei frutti, ma non hanno ridotto la vegetazione, né alterato il rapporto dimensionale dei frutti. Il trattamento in post-raccolta di forchlorfenuron, nella prova dove è stato sperimentato, non è parso apportare un contributo significativo nel controllo di PSA.

A conclusione di queste due annate di sperimentazione si ritiene che l'impiego di forchlorfenuron in pre-fioritura possa inserirsi in una strategia per la prevenzione del cancro batterico dell'actinidia, ad integrazione delle pratiche agronomiche e dell'utilizzo di agrofarmaci già consolidati, come i vari prodotti a base di rame e acibenzolar-S-methyl.

LAVORI CITATI

- Antoniaci L., Bugiani R., Rossi R., Cavazza F., Franceschelli F., Scannavini M., 2014. Impiego di prodotti di sintesi e naturali nella difesa dal cancro batterico del kiwi (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 173-180.
- Balestra G.M., Mazzaglia A., Quattrucci A., Renzi M., Rossetti A., 2009. Current status of bacterial canker spread on kiwifruit in Italy. *Australasian Plant Diseases Notes*, 4, 34-36.
- Bertanza P., Armentano G., 2013. Cancro batterico del kiwi: 2013 anno nero. *L'Informatore Agrario*, 31,51-54.
- Ferrante P., Scortichini M., 2009. Identification of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* as Causal Agent of Bacterial Canker of Yellow Kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planchon) in Central Italy. *Journal of Phytopathology*, 157, 768-770.
- Ferrante P., Scortichini M., 2010. Molecular and phenotypic features of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* isolated during recent epidemics of bacterial canker on yellow kiwifruit (*Actinidia chinensis*) in central Italy. *Plant Pathology*, 59, 954-962.
- Hawes L., 2015. CPPU for Psa control. *New Zealand Kiwifruit Journal*, September/October 2015, 59-63.
- Renzi M., Mazzaglia A., Ricci L., Gallipoli L., Balestra G.M., 2009. Cancro batterico dell'actinidia: biologia, fattori di diffusione e interventi di lotta chimica. *L'Informatore Agrario*, 11, 28-35.
- Scortichini M., 1994. Occurrence of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on kiwifruit in Italy. *Plant Pathology*, 43, 1035-1038.
- Spinelli F., Donati I., Vanneste J.L., Costa M. and Costa G. 2010. Real time monitoring of the interactions between *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* and *Actinidia* species. *Acta Horticulturae*, 913,461-465.
- Vanneste J. L., 2012. Emerging threats to the kiwifruit industry. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa): a threat to the New Zealand and global kiwifruit industry. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 40(4), 265-267.