

EFFICACIA DI ACIDO PERACETICO E IDROSSIDO DI IDROGENO NEL CONTENIMENTO DI MACULATURE FOGLIARI E NECROSI DEL MIDOLLO CAUSATE DA *XANTHOMONAS PERFORANS* SU POMODORO

A. CINQUERRUI¹, S. ABRIANO¹, M. A. DIMARTINO², A. MYRTA³, A. VITALE¹,
G. CIRVILLERI¹, G. POLIZZI¹

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agroalimentari e Ambientali, Sez. Patologia Vegetale
Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia 100, 95123 Catania

²Certis Europe B.V., Via J.M.E. de Balaguer 6, 21047 Saronno (VA)

³Certis Europe B.V., Boulevard de la Woluwe 60, 1200 Brussels, Belgio
gpolizzi@unict.it

RIASSUNTO

Sono state condotte due prove di lotta per valutare l'efficacia di un nuovo disinfettante (JetFive[®]) contenente il 5% di acido peracetico ed il 20% di perossido di idrogeno nei confronti di infezioni artificiali causate da *Xanthomonas perforans*, noto responsabile di maculature fogliari e più recentemente come agente di necrosi del midollo in pomodoro. L'efficacia di JetFive è stata valutata a due diverse dosi d'impiego (200 and 400 mL/100L) in pre- e post-inoculazione del ceppo *X. perforans* 4P1S2 su cultivar Sir Elyan e confrontata con l'attività di idrossido di Cu e di un formulato biologico a base di *Bacillus subtilis*. Tutti i trattamenti sono stati efficaci nel ridurre le infezioni fogliari e del midollo. Tra questi, *B. subtilis* ha mostrato la minore efficacia. Di contro, JetFive alla dose più elevata ha ridotto le infezioni rilevandosi il trattamento più efficace. Una riduzione significativa dell'incidenza e severità della malattia è stata osservata anche quando JetFive è stato impiegato 24 ore dopo l'inoculazione del patogeno come trattamento curativo. Nessun sintomo di fitotossicità è stato osservato.

Parole chiave: acido peracetico, perossido di idrogeno, lotta biologica

SUMMARY

EFFICACY OF PERACETIC ACID AND HYDROGEN PEROXIDE IN CONTROLLING BACTERIAL SPOT AND PITH NECROSIS CAUSED BY *XANTHOMONAS PERFORANS* ON TOMATO

Two trials were carried out on tomato plants to assess the efficacy of JetFive[®], a new disinfectant containing 5% peracetic acid and 20% hydrogen peroxide, in controlling artificial infections caused by *Xanthomonas perforans*, known as causal agent of bacterial leaf spot and pith necrosis. JetFive was applied at two different rates (200 and 400 mL/100L) in pre- and post-inoculation and the control of bacterial leaf spot and pith necrosis caused by *X. perforans* strain 4P1S2 on tomato plants cultivar Sir Elyan was evaluated. The efficacy of JetFive in reducing disease incidence and severity was compared with the activity of Cu hydroxide and *B. subtilis*. All treatments were effective in reducing disease infection on leaves and stems. *B. subtilis* was the least effective in reducing bacterial spot and pith necrosis. JetFive, applied at 400 mL/100L, proved to be the most effective treatment in reducing disease symptoms caused by the pathogen. A significant reduction of incidence and severity was also observed when JetFive was used as curative treatment 24 h after pathogen inoculation. The treatments were selective versus tomato plants without any phytotoxicity effect.

Keywords: peracetic acid, hydrogen peroxide, biological control

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni infezioni vascolari ad eziologia batterica hanno assunto in Sicilia sempre maggiore importanza. In particolare, infezioni associate all'attività di *Pseudomonas fluorescens* e *P. putida* hanno determinato la comparsa di clorosi e imbrunimenti vascolari su piante di pomodoro coltivate in fuori suolo e in serra (Dimartino *et al.*, 2011). Più recentemente, *Xanthomonas perforans*, agente causale della maculatura batterica del pomodoro (Jones *et al.*, 2004), è stato segnalato in Sicilia quale agente responsabile di necrosi del midollo del pomodoro (Aiello *et al.*, 2013). Su pomodoro è diffuso l'impiego di composti rameici per il contenimento di diverse specie batteriche fitopatogene appartenenti ai generi *Xanthomonas* e *Pseudomonas*. Tuttavia, la possibile insorgenza di batteri resistenti (Ritchie e Dittapongpitch, 1991) potrebbe essere limitata ricorrendo all'impiego non esclusivo di prodotti rameici e all'utilizzo di strategie alternative quali la solarizzazione, applicata con successo nel contenimento di infezioni vascolari di pseudomonadi fluorescenti su pomodoro in ambiente protetto (Castello *et al.*, 2010).

Sulla base di tali considerazioni, e in relazione alla Direttiva sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, si è ritenuto utile valutare l'efficacia di agenti di controllo biologico e di nuovi prodotti ad azione battericida. In particolare, scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'efficacia di JetFive® in pre- e post-inoculazione nel contenimento di infezioni artificiali causate da *X. perforans* su pomodoro.

MATERIALI E METODI

Due prove di lotta in ambiente controllato sono state condotte per valutare l'efficacia di JetFive (Certis Europe) contenente il 5% di acido peracetico e il 20% di perossido di idrogeno nel contenimento di maculature fogliari e necrosi del midollo causate da *X. perforans* ceppo 4P1S2 (Aiello *et al.*, 2013). JetFive è stato applicato a due differenti dosi (200 e 400 mL/hL) in pre- e post- inoculazione. Le prove hanno previsto anche l'impiego di idrossido di Cu [Funguran-OH® 250 SC (19,2% s.a.), Certis Europe] alla dose di 280 mL/hL e di un formulato biologico a base di *Bacillus subtilis* [Serenade® Max, (15,7% s.a.), BASF] alla dose di 400g/hL come standard di riferimento.

Per le prove sono state utilizzate piantine di pomodoro varietà Sir Elyan allo stadio di 4^a foglia vera. Da ciascuna piantina sono state asportate le prime 2-3 foglie basali mediante un bisturi sterile. Successivamente le piantine sono state inoculate per nebulizzazione con una sospensione cellulare batterica. Tale sospensione è stata preparata in acqua distillata sterile ad una concentrazione di 10⁸ UFC ed è stata nebulizzata uniformemente su tutta la superficie epigea (foglie e steli). L'inoculazione del patogeno è stata eseguita prima e/o dopo i trattamenti secondo il protocollo di prova predisposto. I trattamenti con il formulato rameico ed il formulato biologico sono stati effettuati esclusivamente prima dell'inoculazione del patogeno mentre i trattamenti con il JetFive sono stati eseguiti prima (1 h), immediatamente dopo (0 h), 8 e 24 h dopo l'inoculazione del patogeno. Le rimanenti tesi erano rappresentate da un testimone non trattato e non inoculato e da un testimone non trattato e inoculato. In entrambe le prove lo schema sperimentale a blocchi randomizzati ha previsto 3 repliche per ciascun trattamento, con 16 piante per replica.

L'efficacia dei trattamenti è stata riferita al contenimento delle infezioni batteriche sulle foglie e sui fusti di pomodoro: i rilievi sono stati effettuati 15 e 21 giorni dopo l'inoculazione del patogeno rispettivamente per le macchie fogliari e per la necrosi del midollo. I dati sull'incidenza della malattia sono stati calcolati percentualmente come numero di piante e foglie infette rispettivamente sul totale di piante e foglie esaminate. La severità è stata valutata

utilizzando una scala empirica riferita al numero di macchie per foglia. Per quest'ultimo parametro, ciascun valore è stato ottenuto dalla media di 10 foglie/pianta.

L'incidenza e la severità delle infezioni midollari sono state determinate su tutte le piante, misurando rispettivamente la percentuale di piante con necrosi midollare sul totale delle piante esaminate e la lunghezza (cm) di tessuto sintomatico.

RISULTATI

Dai risultati emerge che tutti i trattamenti sono stati efficaci riducendo significativamente le infezioni fogliari e la necrosi del midollo se paragonati al controllo non trattato e inoculato (Tabelle 1-2).

Tabella 1. Efficacia dei trattamenti sull'incidenza e sulla gravità di maculature fogliari e necrosi del midollo causate da *Xanthomonas perforans* su pomodoro (Prova 1)

Trattamento	Macchie fogliari (%)	Foglie infette (%)	Macchie/foglia (n°)	Diffusione necrosi del midollo (cm)	Gravità necrosi del midollo (%)
Controllo non inoculato	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A
JetFive® (400mL/hL) pre-inoc.	61,9 bB	11,3 bB	0,2 abAB	8,9 bAB	0,1 abA
JetFive® (400 mL/hL) post-inoc.	75,5 bB	8,1 bB	0,1 aAB	26,7 bcdBC	0,5 bAB
Funguran-OH® (280 mL/hL) pre-inoc.	74,8 bB	21,3 cD	0,5 cdC	16,9 bcABC	0,2 abA
JetFive® (200 mL/hL) pre-inoc.	97,6 cC	18,8 cCD	0,4 bcBC	11,9 bcABC	0,2 abA
Serenade® Max (400 g/hL) pre-inoc.	97,4 cC	21,7 cD	0,6 deCD	34,7 cdBC	1,0 cB
Controllo inoculato ^x	100 cC	43,0 dE	0,8 eD	45,3 dC	1,1 cB

^x = piante non trattate e inoculate. Valori contrassegnati da lettere minuscole e maiuscole uguali non differiscono significativamente tra loro secondo il test di Fisher ($P = 0,05$ e $0,01$, rispettivamente). I dati percentuali sono stati preliminarmente trasformati in valori angolari prima dell'analisi statistica dei dati

Nella prova 1 idrossido di Cu, applicato prima dell'inoculazione del patogeno, ha mostrato una significativa riduzione dell'incidenza e della severità della malattia. La tesi che ha mostrato una minore efficacia è stata quella trattata con *B. subtilis*, con una riduzione significativamente inferiore dei sintomi fogliari e midollari rispetto alle altre tesi poste a confronto. JetFive, applicato alla dose più elevata (400 mL/hL) prima dell'inoculazione ha ridotto significativamente le infezioni rivelandosi il trattamento più efficace. Una riduzione significativa dell'incidenza e severità della malattia è stata osservata anche quando il JetFive alla dose di 400 mL/hL è stato impiegato immediatamente dopo (0 h), a 8 e 24 h dopo l'inoculazione del patogeno come trattamento curativo (Tabella 2). Infine tutti i trattamenti si sono mostrati selettivi sulla coltura e non hanno mostrato alcun sintomo di fitotossicità su pomodoro.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha dimostrato l'efficacia battericida di JetFive in trattamenti preventivi e curativi, riducendo significativamente le infezioni fogliari e midollari causate da *X. perforans* su pomodoro. Pur tuttavia, ulteriori sperimentazioni sarebbero necessarie per valutare la selettività e l'efficacia del prodotto impiegato a dosi più elevate.

Tabella 2. Efficacia dei trattamenti sull'incidenza e sulla gravità di macature fogliari e necrosi del midollo causate da *Xanthomonas perforans* su pomodoro (Prova 2)

Trattamento	Macchie fogliari (%)	Foglie infette (%)	Macchie/foglia (n°)	Diffusione necrosi del midollo (cm)	Gravità necrosi del midollo (%)
Controllo non inoculato	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA	0 aA
JetFive® (400 mL/hL) post-inoc. (0h)	77,1 bB	32,7 bB	1,6 bB	35,4 bcdB	0,5 bcB
JetFive® (400 mL/hL) post-inoc. (8h)	80,0 bB	31,1 bB	1,4 bB	42,5 bcdBC	0,6 cBC
JetFive® (400 mL/hL) post-inoc. (24h)	91,7 cdBC	39,8 bBC	1,9 bB	45,8 cdBC	0,6 cBC
JetFive® (400 mL/hL) pre-inoc.	100 eC	58,1 cC	2,9 cC	25,0 bB	0,2 bAB
Funguran-OH® (280 mL/hL) pre-inoc.	83,3 bcB	41,9 bcBC	2,0 bB	27,1 bcB	0,2 abAB
JetFive® (200 mL/hL) pre-inoc.	97,9 deC	88,7 dD	4,0 dD	39,6 bcdBC	0,3 bAB
Serenade® Max (400 g/hL) pre-inoc.	91,0 bcdBC	46,6 bcBC	1,8 bB	52,1 deBC	0,5 bcB
Controllo inoculato ^x	100 eC	96,7 eD	6,5 eE	68,5 eC	0,9 dC

^x = piante non trattate e inoculate. Valori contrassegnati da lettere minuscole e maiuscole uguali non differiscono significativamente tra loro secondo il test di Fisher ($P = 0,05$ e $0,01$, rispettivamente). I dati percentuali sono stati preliminarmente trasformati in valori angolari prima dell'analisi statistica dei dati

Lo studio, comunque, apre nuove prospettive di impiego del prodotto come disinfettante per trattamenti su pomodoro nel contenimento di infezioni da *X. perforans* in una strategia di difesa maggiormente sostenibile rispetto all'applicazione dei soli composti rameici. I risultati ottenuti mostrano anche l'efficacia, sebbene in forma più contenuta, di idrossido di Cu (Funguran-OH 250 SC) e *B. subtilis* (Serenade Max) nel controllo di infezioni causate da *X. perforans*, che potrebbero essere inseriti in una strategia di difesa integrata.

LAVORI CITATI

- Aiello D., Scuderi G., Vitale A., Firrao G., Polizzi G., Cirvilleri G., 2013. A pith necrosis caused by *Xanthomonas perforans* on tomato plants. *European Journal of Plant Pathology*, 137, 29-41
- Castello I., Vitale A., Dimartino M., Panebianco S., Cirvilleri G., Polizzi G., 2010. Efficacia della solarizzazione nel contenimento di infezioni vascolari di pseudomonadi fluorescenti su pomodoro in ambiente protetto. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 509-516
- Dimartino M., Panebianco S., Vitale A., Castello I., Leonardi C., Cirvilleri G., Polizzi G., 2011. Occurrence and pathogenicity of *Pseudomonas fluorescens* and *P. putida* on tomato plants in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 93, 79-87
- Jones J. B., Lacy G. H., Bouzar H., Stall R. E., Schaad N. W., 2004. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. *Systematic and Applied Microbiology*, 27, 755-762
- Ritchie D. F., Dittapongpitch V., 1991. Copper- and streptomycin-resistant strains and host differentiated races of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in North Carolina. *Plant Disease*, 75, 733-736