

CONTENIMENTO DELLA BATTERIOSI DELL'ACTINIDIA IN PIEMONTE

A. PIZZINAT¹, L. GIORDANI¹, L. ASTEGGIANO¹, L. NARI¹, M. GIRAUDO¹, A. PAVARINO¹, A. BEVILACQUA¹, F. SPINELLI², C. MORONE³, G. VITTONI¹

¹ Consorzio di Ricerca e Sperimentazione per l'Ortofrutticoltura piemontese, CReSO
Via Falicetto, 24, 12030 Manta

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Università degli Studi di Bologna
Viale Fanin, 46, 40127 Bologna

³ Settore Fitosanitario Regione Piemonte
alan.pizzinat@cresoricerca.it

RIASSUNTO

Il Piemonte è stato sino al 2010 la seconda regione italiana per produzione di actinidia (kiwi) con ben 4.850 ha di actinidieti ubicati nelle province di Cuneo, Torino e Vercelli. Negli ultimi 3 anni, la superficie interessata da questa coltura si è ridotta repentinamente di circa un terzo a causa del batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) e ammonta, ora, a 3.500 ha. L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di sviluppare una strategia di lotta preventiva al batterio. A tal fine, è stata valutata l'efficacia di prodotti ad attività battericida e/o batteriostatica, ad azione antagonista o che agiscono come induttori di resistenza. Durante i tre anni di sperimentazione alcuni prodotti, come l'acibenzolar-S-metile e l'ossido di rame al 75%, hanno evidenziato una capacità di contenere la diffusione del batterio, ma allo stesso tempo una elevata fitotossicità. Ciononostante, si rivela la necessità di impiegarli in strategia, in modo da assicurare una buona copertura delle piante per un ottimale funzionalità dei tessuti trattati.

Parole chiave: kiwi, *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, difesa, battericidi, batteriostatici, induttori di resistenza

SUMMARY

CONTROL OF BACTERIAL KIWIFRUIT VINE DISEASE IN PIEDMONT

Piedmont was until 2010 the second region in Italy for the production of kiwifruit with 4,850 ha of surface located in the provinces of Cuneo, Torino and Vercelli. In the last three years kiwifruit areas were reduced by one third due to the bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa). Today, kiwifruit surface is about 3,500 ha. The goal of the present work was to develop a preventive strategy to contain the diffusion of the bacterium. Bactericidal, bacteriostatic, biological control agents and plant resistance inducer products were assessed. During the three years, acibenzolar-S-methyl and cuprous oxide (75% copper) showed the ability to reduce the spread of the bacterium, but also high phytotoxicity. Nevertheless, it is necessary to use them in an integrated strategy, to ensure good coverage of the plants for an optimal functionality of the treated tissues.

Keywords: *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, bactericides, bacteriostatic, plant activator

INTRODUZIONE

In Italia, la produzione annua di kiwi ammonta a circa 410.000 tonnellate per una superficie totale pari a 20.861 ettari, perlopiù rappresentati dalla cultivar *Actinidia deliciosa* cv Hayward (Testolin e Ferguson, 2009; ISTAT, 2013). In Piemonte, seconda regione italiana produttrice dopo la regione Lazio, sono 4.784 gli ettari coltivati a actinidia, concentrati per l'80% nei comprensori pedemontani delle province di Cuneo e Torino, su una fascia di altopiano

disposta ai piedi delle Alpi a un'altitudine compresa tra 300 e 600 m s.l.m. (Galliano *et al.*, 2007). Negli ultimi anni, le superfici interessate dalla coltivazione del kiwi hanno subito una notevole riduzione a causa della diffusione endemica del batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), responsabile del cancro batterico. Il patogeno è stato isolato per la prima volta in Italia nel 1992 (Scortichini, 1994); tuttavia le prime infezioni riscontrate sul territorio nazionale non hanno destato particolari problemi dal punto di vista fitopatologico, finché nel 2007, nell'areale produttivo di Latina, Psa si è presto diffuso repentinamente sulle varietà di kiwi a polpa gialla, e successivamente su *A. deliciosa* cv. Hayward, interessando tutto il territorio nazionale (Balestra *et al.*, 2009; Ferrante e Scortichini 2009, 2010). Nonostante gli sforzi della comunità scientifica internazionale, il controllo di Psa risulta ancora molto difficoltoso. In Piemonte, la prima segnalazione di cancro batterico dell'actinidia è avvenuta nel 2010 (Spadaro *et al.*, 2010, 2011). Da allora, il CRESO in collaborazione con il Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Bologna, ha avviato delle prove sperimentali con l'obiettivo di valutare l'efficacia di prodotti ad attività battericida, batteriostatica o che agiscono come induttori di resistenza che potrebbero permettere di elaborare una strategia di lotta preventiva al patogeno Psa.

In questo lavoro vengono presentati i risultati di un triennio di prove atte a definire una strategia di difesa, basata sull'utilizzo di prodotti battericidi, batteriostatici, induttori di resistenza, che permetta il contenimento del patogeno.

MATERIALI E METODI

Il 6 maggio 2010 si è proceduto ad impiantare in pieno campo 340 piante sane di *Actinidia deliciosa* cv Hayward in un appezzamento, sito in provincia di Cuneo, in prossimità di actinidieti colpiti da Psa.

Prove in campo 2011

Per la prova si è adottato lo schema sperimentale a blocchi randomizzati per distribuire in maniera casuale le tesi sull'appezzamento e coprire uniformemente l'intera area. I prodotti sono stati applicati con cadenza quindicinale e su quattro ripetizioni da 5 piante ciascuna, disposti in modo che tutte le tesi fossero egualmente esposte al batterio indifferentemente dalla sua direzione d'arrivo. Nella tabella 1 vengono riportati i prodotti singoli e in strategia utilizzati per testare la loro efficacia.

Durante l'anno si è proceduto a monitorare l'appezzamento in quattro date: 5 luglio, 19 luglio, 5 settembre e 20 ottobre. Sono stati rilevati i seguenti parametri: la percentuale di superficie fogliare necrotizzata dal batterio e l'eventuale presenza di sintomi riconducibili a fenomeni di fitotossicità, come a esempio bordi fogliari clorotici o nervature fogliari che virano su tonalità di verde scuro o viola. La percentuale di superficie fogliare necrotizzata è stata espressa in classi considerando la superficie necrotizzata del testimone presente nella fila della tesi come valore percentuale massimo (100%). Le classi sono state suddivise come riportato in Tabella 2.

I valori sono poi stati trasformati in indice di infezione tramite la seguente formula:

$$\text{INDICE DI INFEZIONE A: } \sum \left(\frac{N_{IR}}{N_T} \right) \times LR$$

dove N_{IR} : numero di foglie o germogli in ciascuna classe di infezione; LR : classe di infezione da (0 a 6); N_T : numero totale di foglie/germogli. Una volta rilevati i sintomi riconducibili a infezione da Psa sono stati prelevati dei campioni e successivamente analizzati presso il

laboratorio del settore fitosanitario della Regione Piemonte per una conferma dell'avvenuta infezione.

Prove in campo 2012 e 2013

Nel 2012 si è scelto di sostituire alcuni prodotti che risultavano non efficaci per il contenimento dell'infezione da Psa sulla pianta (Tabella 1). Inoltre è stata aggiunta una tesi nella quale è stata utilizzata la streptomina. Per i prodotti singoli rameici sono stati aggiunti i prodotti a base di solfato di rame e idrossido di rame 20% che hanno rispettivamente sostituito le tesi a base di concime organo-minerale azotato + tannino e concime di rame + filmante a base di ammine, acidi poliacrilici e acqua demineralizzata. Invece per i prodotti a base di batteri antagonisti è stato introdotto il *Bacillus amyloliquefaciens* che ha sostituito la tesi con acido salicilico.

Tabella 1. Prodotti testati nella prova in campo

Tesi/Principio attivo	Dosaggio	Meccanismo d'azione	Anno di applicazione
Prodotti singoli			
Chelato di rame	1,75 L/ha	Battericida	2011; 2012
Ossido di rame 75%	70 g/hL	Battericida	2011; 2012
Solfato di rame	330 g/hL	Battericida	2012
Idrossido di rame 20%	150 g/hL	Battericida	2012
Streptomina	1 mg/10L acqua	Battericida	2012
<i>Pseudomonas</i> spp., <i>Streptomyces</i> spp., <i>Bacillus</i> spp. e <i>Glomus</i> spp.	2,5 Kg/ha	Antagonisti	2011; 2012
<i>Bacillus subtilis</i>	2 Kg/ha	Antagonista	2011;2012
<i>Pantoea agglomerans</i>	In soluzione alla quantità di 10 ⁸ mL ⁻¹	Antagonista	2011;2012
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2 bustine/10L acqua	Antagonista	2011;2012
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1,5 Kg/ha	Antagonista	2012
Acibenzolar-S-metile	7 mg di p.a./pianta	Induttore di resistenza	2011; 2012
Imidacloprid	600 mg p.a./pianta	Induttore di resistenza	2011; 2012
Acido salicilico	2g/L di acqua	Induttore di resistenza	2011
Azoto ureico e anidride fosforica	225 g/hL	Induttore di resistenza	2011; 2012
Prodotti in strategia			
Ossido di rame 75% + acibenzolar-S-metile	70g/hL + 7mg di p.a. per pianta		2011; 2012
Concime organo-minerale azotato + tannino	2L/hL + 700g/hL		2011
Concime a base di rame + ammine, acidi poliacrilici e acqua demineralizzata	60mL/hL + 1L/hL		2011
Concime N-K + concime a base di rame, manganese e zinco	225mL/hL + 3,5L/hL		2011; 2012

I prodotti sono stati applicati con cadenza quindicinale durante la primavera e l'autunno e in corrispondenza delle piogge in estate. Anche per il 2012 e 2013 si è proceduto a monitorare l'apezzamento e sono stati rilevati gli stessi parametri dell'anno precedente: la percentuale di superficie fogliare necrotizzata dal batterio e l'eventuale presenza di sintomi riconducibili a fenomeni da fitotossicità. Quindi la percentuale di superficie fogliare necrotizzata è stata espressa in classi e i valori trasformati in indice di infezione. Inseguito, campioni fogliari sintomatici sono state analizzati con tecniche molecolari per accertare la presenza del batterio.

Tabella 2. Sintomi fogliari raggruppati in classi di infezione

Classe	Sintomi
0	Foglia sana
1	< 1% di superficie fogliare infetta
2	1- 2% di superficie fogliare infetta, macchie singole
3	3-4% della superficie fogliare infetta con macchie che iniziano a essere coalescenti
4	5-9% della superficie fogliare infetta, macchie coalescenti e inizio di infezione delle nervature
5	> 10% della superficie fogliare infetta
6	Perdita di turgore dei germogli

Prove di semi campo 2012

Sono state costituite due batterie di prove in modo da valutare l'efficacia dei prodotti, ad azione preventiva, nel contenimento dell'infezione batterica in quegli stadi di sviluppo della pianta che a oggi sembrano essere cruciali per l'ingresso di *Psa* nei tessuti.

La prima batteria, composta da 36 astoni di *A. deliciosa* 18 maschi (cv Tomuri) e 18 (cv Hayward) femmine provenienti da materiale vivaistico sano, è stata inoculata allo stadio fenologico 08 della scala BBCH (apertura gemme: primo apice del germoglio visibile), mentre la seconda composta da 72 astoni, 36 maschi e 36 femmine è stata inoculata alla fase 19 della scala BBCH (sviluppo fogliare: prima foglia completamente sviluppata). I prodotti testati sono stati suddivisi in due gruppi in base al meccanismo d'azione. Il primo gruppo comprende tutti i prodotti caratterizzati da un meccanismo d'azione basato sull'attivazione di difese di tipo SAR (*systemic acquired resistance*) della pianta, mentre il secondo gruppo è composto dai prodotti che grazie all'azione batteriostatica, filmante e battericida delle molecole utilizzate hanno un meccanismo di azione di tipo preventivo, vale a dire che impediscono l'ingresso del batterio negli stomi (Tabella 3).

Tabella 3. Prodotti saggati nelle prove di semi campo

Tesi	Dosaggio	Meccanismo d'azione
Acibenzolar-S-metile	100 g/ha	Induttore di resistenza
Estratti naturali ad azione battericida	3000 mL/ha	Battericida
Induttore di resistenza con fosfito di K	600 g/ha a pH 5,5 (soluzione acidificata con acido citrico)	Induttore di resistenza
Laminarina	0,75 L/ha	Induttore di resistenza
Batterio antagonista	1,5 Kg/ha	Antagonista
Ossido di rame 75%	700 g/ha (52,5 g Cu/hL)	Batteriostatica
Ossido di rame 75% + Zeolite sintetica	700 g/ha (52,5 g Cu/hL)+ 1 Kg/ha	Batteriostatica/Filmante
Chelato di rame + microelementi	3000 mL/ha	Batteriostatica
Zeolite sintetica	1 Kg/ha	Filmante

Il *timing* di applicazione dei prodotti è stato definito in base al meccanismo di azione. Al fine di permettere una adeguata diffusione nei tessuti dei prodotti induttori di resistenza e allo stesso tempo la completa attivazione dei meccanismi SAR si è proceduto ad applicare i prodotti induttori di resistenza una settimana prima dell'inoculo, mentre i prodotti ad azione preventiva sono stati applicati 24 h prima dell'inoculo.

Gli inoculi sono stati effettuati per mezzo di una nebulizzazione sulla pianta di una sospensione di 10^8 cellule batteriche in soluzione fisiologica allo 0,9%. Come consigliato dalla letteratura neozelandese, si è proceduto a mantenere le piante in condizioni di umidità prossime al 100% per 3 giorni, in modo da creare le condizioni ideali per l'ingresso del batterio negli stomi. Successivamente le piante sono state messe in pieno campo e monitorate ogni due giorni in modo da registrare e quantificare l'entità dell'infezione tramite la comparsa dei caratteristici spot fogliari. Per completare la valutazione dei prodotti utilizzati si è proceduto inoltre a monitorare l'eventuale comparsa di fitotossicità sulle foglie.

RISULTATI

Prove in campo 2011

I rilievi eseguiti in campo hanno evidenziato la presenza di macchie necrotiche sulle foglie durante l'intera stagione vegetativa. L'indice di infezione, calcolato in funzione del numero di foglie interessate da maculature fogliari, è risultato particolarmente elevato nei rilievi eseguiti in data 19 luglio e 5 settembre (Figura 1A, 1B). In entrambi i rilievi la tesi trattata con il batterio gram negativo *P. fluorescens* ha registrato l'indice di infezione più elevato, pari rispettivamente a 0,4 e 0,42. Le analisi di laboratorio non hanno tuttavia mai evidenziato la presenza di *Psa*, per cui gli indici di infezione qui riportati non possono essere considerati come testimonianza dell'avvenuta infezione da *Psa*.

L'elevata presenza di macchie necrotiche nella tesi potrebbe essere dovuta all'azione fitotossica di un coformulante o di un metabolita secondario prodotto durante la fermentazione microbica. Questo trattamento è stato pertanto sostituito, l'anno successivo, con un altro ceppo batterico.

Per quanto riguarda la fitotossicità, il primo rilievo, eseguito il 5 luglio, non può considerarsi significativo, in quanto la presenza di sintomi di stress sulle foglie del testimone evidenzia un probabile stress da reimpianto, non più manifestato nei rilievi successivi.

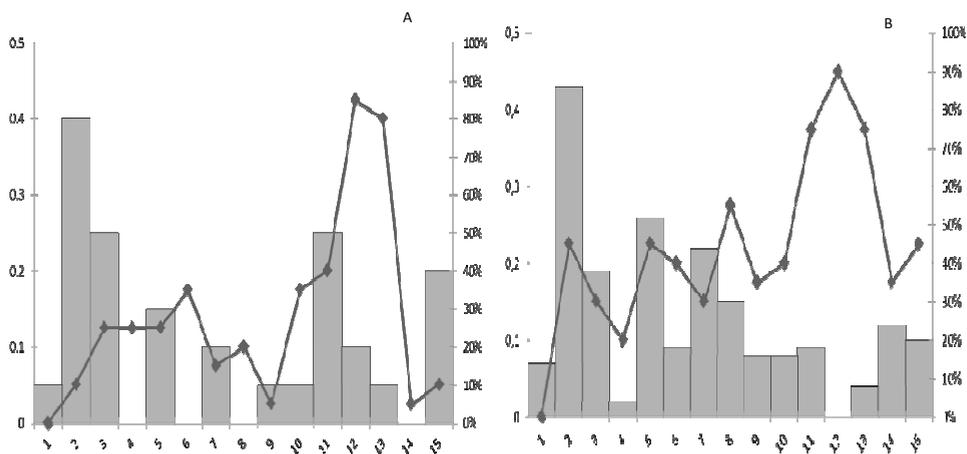
Le osservazioni del 19 luglio e del 5 settembre hanno rilevato la presenza di sintomi da fitotossicità, caratterizzati dalla presenza di bordi fogliari clorotici, nelle tesi trattate con prodotti rameici (figura 1A, 1B). Per questo motivo si è deciso di ridurre gli interventi di queste tesi portandoli da cadenza quindicinale a mensile. L'ultimo rilievo, eseguito il 20 ottobre, ha evidenziato come effettivamente l'allungamento dell'intervallo di applicazione dei prodotti rameici abbia ridotto i sintomi da fitotossicità in queste tesi. A fine stagione vegetativa anche le tesi in cui si è applicato acido salicilico e imidacloprid cominciavano a presentare sintomi da fitotossicità (dato non mostrato).

Prove in campo 2012 e 2013

Il secondo anno di sperimentazione avrebbe dovuto fornire dati interessanti in quanto, anche se il ciclo del batterio non è ancora stato del tutto chiarito, sembra che a un anno dall'infezione si verifichi l'espressione della sintomatologia in modo inequivocabile.

Tuttavia i primi mesi del 2012 sono stati caratterizzati da temperature estremamente rigide con picchi di freddo intorno ai -20°C . Tali temperature hanno portato, nonostante le protezioni in polistirolo, alla morte di tutta la parte epigea delle piante. A primavera si è proceduto a ribattere le piante alle prime gemme vive poco sopra il colletto e allevate nuovamente.

Figura 1. Prova 2011: indice di infezione (istogrammi, asse Y principale) e fitotossicità (linee, asse Y secondario) rilevati il 19/7 (A) e il 5/9 (B) del 2011. 1: testimone; 2: *Pseudomonas fluorescens*; 3: *Pantoea agglomerans*; 4: acibenzolar-S-metile; 5: concime fogliare a base di azoto ureico e anidride fosforica; 6: concime organo minerale azotato + tannino; 7: *Bacillus subtilis*; 8: *Glomus* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp. e *Bacillus* spp.; 9: concime N-K + concime a base di rame, manganese e zinco; 10: concime a base di rame, estratti di alghe + prodotto filmate a base di ammine, acidi poliacrilici e acqua demineralizzata; 11: concime fogliare a base di chelato di rame; 12: ossido di rame al 75%; 13: ossido di rame al 75% + acibenzolar-S-metile; 14: acido salicilico; 15: imidacloprid



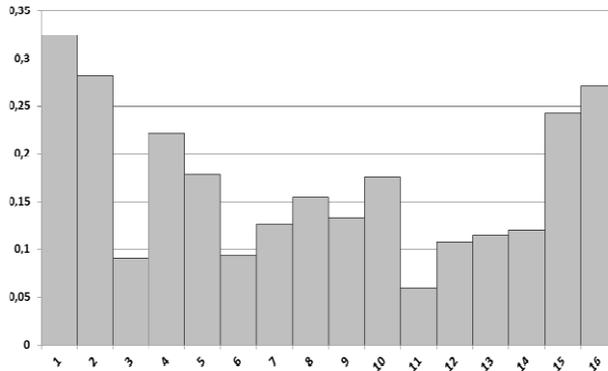
I trattamenti programmati sono stati effettuati per tutta la stagione vegetativa, tuttavia è risultato impossibile, per via del ridotto sviluppo delle piante, effettuare rilievi significativi in primavera ed estate.

A settembre grazie a un adeguato sviluppo dell'apparato epigeo è stato possibile effettuare un rilievo che ha evidenziato la presenza di macchie necrotiche sulle foglie. Le analisi di laboratorio non avevano tuttavia evidenziato la presenza di Psa, per cui gli indici di infezione riportati non possono essere considerati come testimonianza dell'avvenuta infezione. Il rilievo sulla fitotossicità ha confermato i dati dell'anno scorso. L'acibenzolar-S-metile è stato il prodotto che ha mostrato una fitotossicità maggiore con un 20% delle piante che mostravano sintomi, seguito dai prodotti rameici i quali hanno evidenziato un 10-15% delle piante colpite.

Nel 2013, i rilievi eseguiti ad aprile hanno evidenziato sulle foglie la presenza dei sintomi da Psa nell'actinidiato in questione e la sua diffusione. Nel successivo rilievo, avvenuto a maggio, si è osservato che la percentuale di piante sane tra le varie tesi differiva a seconda del prodotto utilizzato l'anno precedente, evidenziando l'efficienza di alcuni prodotti nel contenere la batteriosi (Figura 2). Infatti i prodotti utilizzati in strategia, ossido di rame al 75% alternato con acibenzolar-S-metile, sono risultati più efficaci nel contenere la malattia con un indice di infezione pari allo 0,06 (Figura 2). Le tesi trattate con l'ossido di rame al 75% e il batterio *P. agglomerans* hanno evidenziato un indice di infezione pari allo 0,09.

Invece, le piante trattate con *B. amyloliquefaciens*, streptomina, concime fogliare a base di chelato di rame e concime fogliare a base di azoto ureico e anidride fosforica sono risultate con l'indice di infezione maggiore.

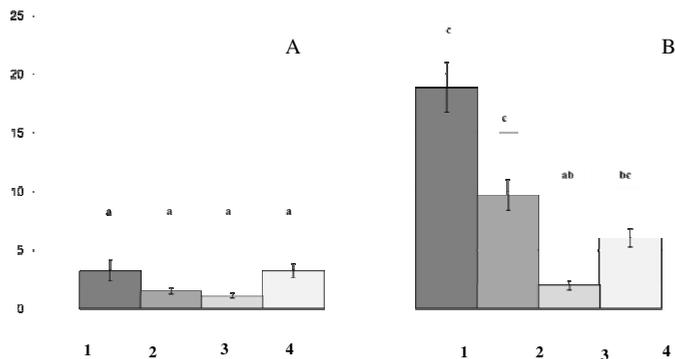
Figura 2. **Prove 2012-13:** indice di infezione rilevato a maggio 2013. 1: streptomicina; 2: chelato di rame; 3: ossido di rame 75%; 4: *Bacillus subtilis*; 5: *Glomus* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp. e *Bacillus* spp.; 6: *Pantoea agglomerans*; 7: acibenzolar-S-metile radicale; 8: *Pseudomonas fluorescens*; 9: imidacloprid; 10: testimone; 11: ossido di rame 75% e acibenzolar-S-metile ; 12: solfato di rame; 13: idrossido di rame 20%; 14: concime N-K + concime a base di rame, manganese e zinco; 15: *Bacillus amyloliquefaciens*; 16: concime fogliare a base di azoto ureico e anidride fosforica



Prove di semi-campo 2012: inoculo in fase fenologica 08 BBCH scale

I risultati hanno evidenziato come dal 21 marzo sia stata rilevata su tutte le tesi la comparsa di macchature fogliari (Figura 3), delineando come nessun prodotto sia stato in grado di prevenire completamente l'ingresso del batterio nelle piante. L'analisi di biologia molecolare con PCR (reazione a catena della polimerasi) effettuata sulle foglie sintomatiche ha confermato che le macchie fogliari corrispondevano effettivamente alla presenza del patogeno all'interno della pianta. Tuttavia la tesi trattata con ossido di rame al 75%, contrariamente alle altre, presentava alcune piante che non mostravano sintomi; le successive analisi PCR hanno evidenziato che in queste piante l'infezione non era avvenuta.

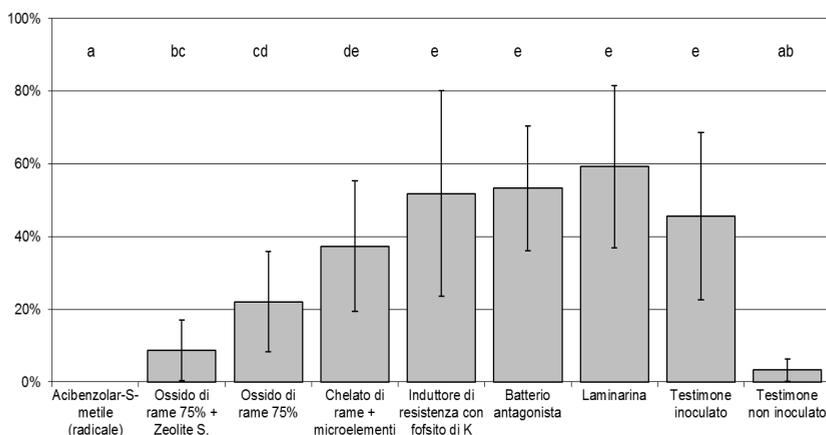
Figura 3. Numero di macchie per tesi. Rilievi eseguiti il 21/3 (A) e 24/4 (B) del 2012. 1: *Bacillus amyloliquefaciens*; 2: controllo; 3: ossido di rame al 75%; 4: zeolite sintetica. Lettere diverse indicano la presenza di differenza statistica tra le tesi (Anova univariata, test di Tuckey, $p \leq 0,05$)



Prove di semi-campo 2012: inoculo in fase fenologica 19 BBCH scale

I risultati hanno evidenziato come il 29 maggio sia stata rilevata su tutte le tesi a eccezione di quella trattata con acibenzolar-S-metile la comparsa delle caratteristiche macchie fogliari con una percentuale di germogli colpiti a fine prova abbastanza elevata (Figura 4). Come nella prova precedente si è proceduto a prelevare i campioni vegetali in tutte le tesi e, grazie alle successive analisi PCR, è stato possibile confermare l'avvenuta infezione. A eccezione delle tesi trattate con ossido di rame, ossido di rame in strategia con zeoliti sintetiche, e acibenzolar-S-metile, il 100% delle piante ha presentato sintomi fogliari (dato non mostrato). Il monitoraggio della fitotossicità ha evidenziato come le tesi caratterizzate da prodotti altamente sistemici come l'acibenzolar-S-metile e il chelato di rame + microelementi abbiano determinato un elevato grado di stress delle piante, i prodotti rameici hanno prodotto una leggera/media fitotossicità, mentre le altre tesi sono state caratterizzate da una fitotossicità ridotta.

Figura 4. Percentuale di germogli infetti. Rilievo eseguito il 29 maggio 2012. Lettere diverse indicano la presenza di differenza statistica tra le tesi (Anova univariata, test di Tuckey, $p \leq 0,05$)



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I rilievi eseguiti in campo durante i primi due anni di sperimentazione, hanno evidenziato la presenza di macchie necrotiche sulle foglie durante l'intera stagione vegetativa anche se, dalle analisi di laboratorio, non è stata rilevata nessuna infezione riconducibile a *Psa*. Ciò ha comunque evidenziato come il ripetuto impiego di alcuni prodotti a cadenze ravvicinate durante l'intera stagione vegetativa non fosse sostenibile. Infatti, il rilievo del secondo anno sulla fitotossicità aveva confermato i dati dell'anno precedente. L'induttore di resistenza acibenzolar-S-metile è stato il prodotto che ha mostrato una fitotossicità maggiore, seguito dai prodotti rameici.

Durante il terzo anno di sperimentazione è stata rilevata una diffusione dell'infezione su tutto l'appezzamento riconducibile a *Psa*. L'utilizzo di prodotti in strategia come l'ossido di rame al 75% alternato ad acibenzolar-S-metile, ha evidenziato un maggior successo nel contenere il batterio.

I dati delle prove di semi campo hanno evidenziato l'efficacia di alcuni prodotti nel prevenire l'ingresso del batterio nei tessuti vegetali. Infatti le sperimentazioni descritte hanno prodotto dati estremamente interessanti che permetterebbero di gettare le basi per una strategia di difesa contro la Psa. Così, in entrambi gli esperimenti i prodotti a base di ossido di rame sono riusciti a contenere l'infezione facendo registrare una percentuale di germogli colpiti relativamente bassa. E' importante sottolineare come alcune piante trattate con l'ossido di rame abbiano presentato la completa assenza di sintomi, evidenziando come in questi casi l'azione battericida/batteriostatica dell'ossido di rame sulla foglia abbia eradicato completamente il batterio. Per quanto riguarda le zeoliti sintetiche, caratterizzate da un'azione filmante, gli esperimenti hanno evidenziato che da sole non riescono a creare una barriera impermeabile al batterio. Tuttavia, l'applicazione in strategia con prodotti rameici crea una sinergia tra i due prodotti tale da ridurre sia la percentuale di piante infette sia il numero di germogli infetti rispetto all'applicazione del solo prodotto rameico. L'acibenzolar-S-metile ha dato ottimi risultati, determinando la completa assenza di sintomi sulle piante. In aggiunta il prodotto, o la resistenza da esso indotta, hanno mostrato un'ottima persistenza nel tempo: a tre settimane dal trattamento il testimone non inoculato mostrava il 3% di germogli colpiti dovuti a una probabile infezione secondaria, mentre le piante trattate con acibenzolar-S-metile continuavano a non presentare sintomi di infezione batterica. Per quanto riguarda l'efficacia degli altri prodotti testati, purtroppo si è osservata un'infezione del 100% delle piante trattate, sottolineando come nelle condizioni sperimentali in oggetto essi non si siano differenziati statisticamente dal testimone. Anche in questo caso l'acibenzolar-S-metile ha evidenziato non solo un'ottima efficacia nel contenere il patogeno, ma anche un'elevata fitotossicità sia a livello fogliare che di sviluppo della pianta. I prodotti a base di ossido di rame invece sono stati caratterizzati, come peraltro è noto, da una fitotossicità media evidenziata da uno stress dei tessuti fogliari, mentre lo sviluppo dei germogli è stato in linea con quello del testimone.

Concludendo, la sperimentazione in oggetto getta delle basi per la definizione di prodotti validi nel contenimento della malattia e qualora venisse confermata la capacità di questi prodotti di prevenire l'ingresso del batterio nei tessuti vegetali bisognerà impiegarli in strategia, in modo da assicurare sia una buona copertura delle piante sia l'ottimale funzionalità dei tessuti trattati.

Ringraziamenti

Attività svolta con il contributo finanziario della Fondazione Cassa di Risparmio di Torino e della Regione Piemonte nell'ambito del progetto "Contenimento della batteriosi dell'actinidia (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*) in Piemonte".

LAVORI CITATI

- 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.
- 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.
- Galliano A., Pellegrino S., 2007. L'actinidia in Piemonte: una crescita costante col supporto della ricerca interprofessionale. *Frutticoltura*, 11, 20-24.
- Istat, 2013. <http://agri.istat.it/>

- Scortichini M., 1994. Occurrence of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on kiwifruit in Italy. *Plant Pathology*, 43, 1035-1038.
- Spadaro D., Amatulli M.T., Garibaldi A., Gullino M.L., Vittone G., Nari L., Pellegrino S., Morone C., Mason G., Ortalda E., Grosso S., 2010. È arrivato in Piemonte il cancro batterico del kiwi. *L'Informatore Agrario*, 27, 58-59.
- Spadaro, D., Nari, L., Vittone, G., Morone, C., 2011. La batteriosi del kiwi in Piemonte: diagnosi e prevenzione. *Protezione delle Colture*, 2, 58-61.