**BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS CEPP0 D747 (AMYLO-X®):
ESPERIENZE DI LOTTA SU OIDIO DELLE SOLANACEE, MONILIOSI DELLE
DRUPACEE E MACULATURA BATTERICA DEL PESCO**

E. LADURNER, F. FIORENTINI, A. LUCCHI, M. PIERGIACOMI, M. BENUZZI
CBC (Europe) S.r.l. – Biogard Division, Area Tecnica - Via Calcinaro, 2085/int.7
47521 Cesena (FC)
eladurner@cbceurope.it

RIASSUNTO

Amylo-X® è un fungicida/battericida a base del ceppo D747 di *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*, batterio sporigeno comunemente presente in natura. Il formulato è registrato in Italia dal 2012 per il contenimento di diverse malattie fungine e batteriche su vite, pomacee, kiwi, fragola, solanacee, lattuga e simili. Le sperimentazioni condotte negli ultimi anni hanno evidenziato l'efficacia del microrganismo anche contro altre avversità e su altre colture. In questo lavoro si riportano esempi di prove contro oidio su peperone (*Leveillula taurica*), *Monilinia laxa* su albicocco e *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (*Xap*) su nettarina. In tutte le prove il batterio antagonista ha fatto registrare una riduzione significativa del danno causato dai patogeni rispetto al testimone non trattato, con livelli di controllo quasi sempre comparabili ai prodotti e/o alle strategie di riferimento. La prova condotta contro *Xap* indica che interventi preventivi possono aiutare l'antagonista ad esplicare al meglio la sua attività. L'ampio spettro di azione, il favorevole profilo tossicologico ed ecotossicologico e il meccanismo di azione innovativo fanno di Amylo-X un valido strumento per la protezione delle colture.

Parole chiave: *Leveillula taurica*, *Monilinia laxa*, *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, antagonista microbiologico

SUMMARY

BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS STRAIN D747 (AMYLO-X®): CONTROL TRIALS AGAINST POWDERY MILDEW ON BELL PEPPER, MONILINIA LAXA ON APRICOT AND XANTHOMONAS ARBORICOLA PV. PRUNI ON NECTARINE

Amylo-X® is a fungicide/bactericide based on strain D747 of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*, a spore-forming bacterium commonly occurring in nature. The formulated product is authorized in Italy since 2012 for the control of several fungal and bacterial diseases on grapevine, pome fruit, kiwi fruit, strawberry, solanaceous crops, lettuce and similar crops. The trials conducted in recent years evidenced that the microorganism can effectively control also other plant pathogens on other crops. Examples of studies conducted against powdery mildew on bell pepper, *Monilinia laxa* on apricot, and *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (*Xap*) on nectarine are reported. In all trials, applications of the antagonist resulted in a significant reduction of the damage caused by the pathogen in comparison to the untreated check, with efficacy levels being almost always comparable to those of the tested reference product and/or control strategy. The trial against *Xap* indicates that preventative applications can help to optimize the control activity of the antagonist. Due to its broad spectrum of activity, its favourable toxicological and ecotoxicological profile, and its novel mode of action, Amylo-X can be considered a valuable crop protection tool.

Keywords: *Leveillula taurica*, bacterial spot of peach, blossom blight, microbial antagonist

INTRODUZIONE

Amylo-X[®] è un fungicida/battericida a base del ceppo D747 del batterio *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*, un batterio sporigeno gram-positivo comunemente presente in natura (Logan e De Vos, 2009). Considerata un tempo una subspecie di *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* è riconosciuta come specie a se stante dal 1987 (Priest *et al.*, 1987).

In natura i ceppi di batteri appartenenti alle specie *B. amyloliquefaciens* e *B. subtilis* sono in grado di contenere i patogeni delle piante, competendo con questi ultimi per le fonti nutritive e per lo spazio, e di proteggere la propria nicchia ecologica secernendo sostanze che inibiscono lo sviluppo di potenziali competitori (Ongena e Jacques, 2007; Chen *et al.*, 2009; Logan e De Vos, 2009). Diversi ceppi di *B. amyloliquefaciens* sono inoltre noti per la loro capacità di indurre nelle piante la resistenza sistemica all'attacco da parte dei patogeni (Ongena e Jacques, 2007; Choudhary e Johri, 2009). Siccome però i vari ceppi differiscono tra di loro nella capacità di colonizzare, insediarsi e/o sopravvivere sulle parti vegetali, e nella quantità e nello spettro di sostanze prodotte, non tutti risultano egualmente efficaci contro i diversi patogeni (Ongena *et al.*, 2007; Cawoy *et al.*, 2014).

Il ceppo D747 è stato isolato in Giappone nel 2000 (SANCO, 2014). Il principio attivo è stato incluso nella lista positiva comunitaria delle sostanze attive ammesse per la preparazione di prodotti fitosanitari l'11 dicembre 2014 (Regolamento (UE) n. 1316/2014), in conformità al Regolamento (CE) n. 1107/2009. Il prodotto formulato Amylo-X, prodotto da Certis U.S.A. e distribuito in Italia da CBC (Europe) S.r.l., è autorizzato in Italia dal 7 febbraio 2012 (registrazione del Ministero della Salute n. 15302) per il contenimento di diverse malattie fungine e batteriosi su vite, pomacee, kiwi, fragola, solanacee, e lattuga e simili. Si tratta di una formulazione in granuli idrodispersibili (WG) contenente $5,0 \times 10^{10}$ unità formanti colonie (ufc) per grammo (concentrazione principio attivo: 250 g/kg).

Le sperimentazioni condotte negli ultimi anni hanno evidenziato l'efficacia del microrganismo anche contro altre avversità e su altre colture, e conseguentemente è stata richiesta l'estensione di impiego. Si riportano esempi recenti dei risultati ottenuti contro oidio (*Leveillula taurica*) su solanacee, e *Monilinia laxa* e *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (di seguito *Xap*) su drupacee.

MATERIALI E METODI

Oidio (*Leveillula taurica*) su peperone

La prova è stata condotta nell'estate del 2014 a Santa Croce Camerina (RA) su peperone varietà Pompeo F1 coltivato in serra. Amylo-X è stato valutato a confronto con un prodotto di riferimento microbiologico (a base di *Ampelomyces quisqualis*), saggio a due dosaggi, un prodotto di riferimento a base di zolfo, e un testimone non trattato (vedi tabella 1). È stato realizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni. Per ciascuna tesi sono stati effettuati 4 interventi a cadenza settimanale (7-8 giorni) a partire dalla comparsa di sintomi di oidio sulla coltura (volume di bagnatura: 1000 L/ha; attrezzatura utilizzata: nebulizzatore spalleggiato STIHL SR430).

La diffusione (% foglie colpite) e l'intensità (% superficie fogliare colpita) dell'oidio è stata rilevata su 100 foglie per ripetizione in più rilievi successivi durante il periodo di prova, e a 7 giorni dall'ultimo trattamento (rilievo finale).

Monilinia laxa su albicocco

Le due prove contro *M. laxa* sono state condotte entrambe a Faenza (RA) su albicocco, una nel 2013 in un impianto di varietà Kyoto di 5 anni di età e una nel 2014 in un impianto di varietà Farbaly di due anni di età. In entrambe le prove Amylo-X è stato saggio a due

dosaggi, rispettivamente 1,5 e 2,5 kg/ha, e messo a confronto con una strategia di riferimento chimica e un testimone non trattato (tabella 2). In entrambe le prove, nelle tesi trattate, il primo intervento è stato eseguito a inizio fioritura. Gli interventi successivi (4 nel 2013 e 2 nel 2014) sono stati applicati a distanza di 5-7 giorni uno dall'altro e seguendo le indicazioni locali (volume di bagnatura: 1000 L/ha in entrambe le prove; attrezzatura utilizzata: irroratore multi-sprayer 105 Albertazzi nel 2013 e nebulizzatore spalleggiato Stihl SR430 nel 2014). In entrambe le prove è stato realizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni per tesi.

I rilievi sono stati eseguiti sui mazzetti fiorali a caduta petali e sui getti alla comparsa di sintomi evidenti di attacco nel testimone non trattato. Per determinare la percentuale di mazzetti fiorali colpiti da *M. laxa*, sono stati controllati 150 mazzetti fiorali per replica ed è stata rilevata la percentuale di quelli colpiti dal patogeno. Il rilievo sui getti è stato effettuato, determinando la percentuale di getti colpiti su 100 getti per ripetizione nel 2013 (22 aprile, BBCH 72) e su 200 getti per replica nel 2014 (11 aprile; BBCH 72).

Tabella 1. Tesi a confronto nella prova contro oidio (*Leveillula taurica*) su peperone (2014)

N.	Principio attivo (p.a.)	Conc. p.a. g/kg o L	Prodotto commerciale	Dose/ha formulato	Date interventi
1	Testimone non trattato	-	-	-	-
2	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747	250	Amylo-X	1,5 kg	7/8, 14/8, 22/8, 29/8
3	<i>A. quisqualis</i> M-10	580	AQ 10	35 g	7/8, 14/8, 22/8, 29/8
4	<i>A. quisqualis</i> M-10	580	AQ 10	70 g	7/8, 14/8, 22/8, 29/8
5	Zolfo	700	Heliosoufre S	2 L	7/8, 14/8, 22/8, 29/8

Tabella 2. Tesi a confronto nelle due prove contro *Monilinia laxa* su albicocco

N.	Principio attivo (p.a.)	Conc. p.a. g/kg o L	Prodotto commerciale	Dose/ha form.	Date interventi	
					2013	2014
1	Testimone non trattato	-	-	-	-	-
2	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747	250	Amylo-X	1,5 kg	20/3, 27/3, 3/4, 8/4, 15/4	11/3, 18/3, 25/3
3	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747	250	Amylo-X	2,5 kg	20/3, 27/3, 3/4, 8/4, 15/4	11/3, 18/3, 25/3
4	Tebuconazolo	43,1	Folicur SE	4 L	20/3, 27/3, 3/4, 15/4	11/3, 18/3
	Cyprodinil + fludioxonil	375+250	Switch	0,3 kg	8/4	25/3

Xanthomonas arboricola pv. *pruni* su nettarina

La prova contro *Xap* è stata condotta nel 2013 su astoni di un anno di nettarina cv Big Top a Campiano di Ravenna (RA). E' stato utilizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni da tre astoni ciascuna per tesi. Amylo-X è stato saggiato al dosaggio di 200 g/hL, applicando il prodotto rispettivamente 48 (tesi 2) e 24 ore (tesi 3) prima dell'inoculazione artificiale del patogeno. L'efficacia dell'antagonista nel contenere *Xap* è stata valutata a confronto con un prodotto di riferimento microbiologico, un prodotto di riferimento rameico e un testimone non trattato (tabella 3).

Per avere maggiore sicurezza sulla comparsa di sintomi della malattia sulla coltura, il patogeno è stato inoculato artificialmente, utilizzando un ceppo virulento di *Xap* (ceppo 69VR) fornito dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Area Patologia vegetale, dell'Università di Bologna (Bologna). Il ceppo è stato coltivato su agar nutritivo al saccarosio per 24 ore a 27°C. Il 29 giugno 2013, appena prima dell'inoculazione su pianta, è stata preparata una sospensione batterica del ceppo, misurandone l'assorbanza allo spettrofotometro per verificarne la concentrazione (assorbanza = 0,1 OD_{660nm}, corrispondente a una concentrazione 1x10⁸ ufc/mL). La sospensione è poi stata applicata a tutte le piante verso sera al dosaggio di 1000 mL/tesi (attrezzatura utilizzata: nebulizzatore spalleggiato STIHL SR430). Subito dopo l'inoculazione del patogeno, le singole piante sono state coperte con sacchi in polietilene fino al mattino successivo per creare uno stato di congestione idrica favorevole alla penetrazione del patogeno attraverso le aperture stomatiche (Biondi *et al.*, 2009). I sacchi sono stati rimossi nelle prime ore del mattino successivo.

Ventuno giorni dopo l'inoculazione artificiale (20 luglio), la gravità dell'infezione (numero di maculature/foglia) è stata rilevata su 120 foglie per replica. E' stata inoltre determinata l'efficacia media secondo Abbott delle tesi a confronto nel ridurre la gravità di attacco.

Tabella 3. Tesi a confronto nella prova contro *Xap* su nettarina (2013)

N.	Principio attivo (p.a.)	Conc. p.a. (g/kg)	Prodotto commerciale	Dose (g/hL) formulato	Data intervento
1	Testimone non trattato	-	-	-	-
2	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747	250	Amylo-X	200	27/6
3	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747	250	Amylo-X	200	28/6
4	<i>B. subtilis</i> QST713	156,7	Serenade Max	300	28/6
5	Rame metallo (da poltiglia bordolese)	200	Selecta Disperss	200	28/6

I parametri registrati nelle varie prove nelle diverse tesi sono stati confrontati tramite analisi della varianza (Anova a una via), seguita dal test di Student-Newman-Keuls ($p \leq 0,05$) per la separazione delle medie. Il test di Bartlett è stato utilizzato per verificare l'omogeneità delle varianze.

RISULTATI

Oidio su peperone

Sintomi evidenti di attacco da oidio erano già presenti sulla coltura a inizio prova, con un livello di attacco comparabile tra blocchi e tesi (media: 16-21% diffusione nelle diverse tesi).

In queste condizioni sperimentali di pressione molto elevata del patogeno (100% diffusione e 72% intensità di attacco nel testimone non trattato al rilievo finale), tutte le tesi saggiate hanno portato a una riduzione significativa dell'infezione di oidio sin dal primo rilievo intermedio, eseguito 7 giorni dopo la prima applicazione. Per una maggiore sintesi nell'esposizione dei risultati sull'efficacia delle tesi a confronto si riportano soltanto i valori relativi al rilievo finale (tabella 4). I valori di diffusione della malattia nelle parcelle trattate con Amylo-X a 1,5 kg/ha erano statisticamente comparabili a quelli nelle parcelle trattate con il prodotto di riferimento microbiologico, ma più elevati di quelli registrati nelle parcelle trattate con il prodotto di riferimento a base di zolfo. L'intensità della malattia rilevata per Amylo-X è invece risultata statisticamente comparabile sia a quella registrata per il prodotto di riferimento microbiologico sia a quella osservata per il prodotto di riferimento a base di zolfo.

Tabella 4. Diffusione e intensità di oidio (*Leveillula taurica*) su foglie nelle tesi a confronto a termine prova (rilievo finale)

N.	Tesi/Principio attivo	% diffusione (m±d.s.)	% intensità (m±d.s.)
1	Testimone non trattato	100±0,0 a*	72,3±13,3 a
2	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747	50,0±8,1 b	27,1±12,1 bc
3	<i>A. quisqualis</i> M-10 (0,035 kg/ha)	57,5±10,0 b	39,6±10,4 b
4	<i>A. quisqualis</i> M-10 (0,070 kg/ha)	47,3±8,6 b	30,2±5,4 bc
5	Zolfo	29,3±3,3 c	12,3±2,6 c

*Lettere diverse all'interno della stessa colonna indicano differenze statisticamente significative ($P \leq 0,05$; test di Student-Newman-Keuls)

***Monilinia laxa* su albicocco**

In nessuna delle due prove sono comparsi sintomi di attacco sui mazzetti fiorali, mentre sui getti la pressione del patogeno era medio-alta nella prova del 2013 (35% di getti colpiti nel testimone) e medio-bassa nella prova del 2014 (18% di getti colpiti nel testimone).

In queste condizioni sperimentali, Amylo-X, indipendentemente dal dosaggio saggiato (rispettivamente 1,5 e 2,5 kg/ha), ha sempre portato a una riduzione significativa della percentuale di getti colpiti da *M. laxa* rispetto al testimone non trattato (tabella 5). Nelle parcelle trattate con la strategia di difesa chimica, comunemente impiegata nell'area di studio per il controllo del patogeno, si sono riscontrati livelli di attacco sui getti leggermente inferiori, ma statisticamente sempre comparabili a quelli registrati nelle parcelle trattate con il microrganismo.

Tabella 5. Percentuale di getti colpiti da *M. laxa* (m±d.s.) nelle tesi a confronto

N.	Tesi/Principio attivo	% getti colpiti (m±d.s.)	
		2013	2014
1	Testimone non trattato	34,8 ± 6,8 a*	18,4 ± 4,5 a
2	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747 (1,5 kg/ha)	13,0 ± 4,1 b	6,4 ± 3,7 b
3	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747 (2,5 kg/ha)	16,5 ± 5,8 b	5,9 ± 5,1 b
4	Tebuconazolo	9,5 ± 3,0 b	0,8 ± 1,2 b
	Cyprodinil + fludioxonil		

* Vedi tabella 4

***Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* su nettarina**

Nonostante le condizioni climatiche durante il periodo di prova siano state favorevoli allo sviluppo della malattia solo nella fase iniziale (brusco innalzamento delle temperature dal 2 luglio in poi), grazie all'inoculazione artificiale sono comparse le caratteristiche maculature da *Xap*, sintomo evidente dell'infezione, in tutte le tesi.

Tutte le tesi trattate sono riuscite a ridurre significativamente la gravità di attacco rispetto al testimone non trattato (tabella 6). Valori di efficacia numericamente più elevati sono stati ottenuti con Amylo-X applicato 48 ore prima dell'inoculazione (67%) e con il prodotto rameico di riferimento (62%). L'efficacia media di Amylo-X e del prodotto di riferimento microbiologico, quando applicati 24 ore prima dell'inoculazione artificiale, ammontava a ca. 50% (tabella 6).

Tabella 6. Numero di maculature per foglia da *Xap* (m±d.s.) nelle tesi a confronto ed efficacia nel ridurre il numero di maculature/foglia

N.	Tesi/Principio attivo	N. maculature/foglia (m±d.s.)	% efficacia secondo Abbott (media)
1	Testimone non trattato	5,8 ± 2,1 a*	-
2	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747 (200 g/hL; 48 h)	1,9 ± 1,3 b	67,1
3	<i>B. amyloliquefaciens</i> D747 (200 g/hL; 24 h)	2,9 ± 1,8 b	49,7
4	<i>B. subtilis</i> QST713 (300 g/hL; 24 h)	3,0 ± 0,9 b	48,2
5	Rame metallo (da poltiglia bordolese) (200 g/hL; 24 h)	2,2 ± 1,3 b	61,7

*Vedi tabella 4

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le prove riportate in questo lavoro confermano che l'antagonista microbiologico *B. amyloliquefaciens* ceppo D747 è in grado di contenere efficacemente diverse malattie fungine e batteriche, come già emerso in studi condotti precedentemente su altre colture, quali fragola, pomacee e actinidia (Ladurner *et al.*, 2012; Balestra *et al.*, 2014; Monchiero *et al.*, 2015).

Nella prova contro oidio su peperone Amylo-X, impiegato al dosaggio di 1,5 kg/ha come unico mezzo di difesa in condizioni di pressione molto elevata, ha fatto registrare valori di efficacia buoni nel contenere la diffusione e soprattutto l'intensità delle infezioni da oidio. L'efficacia contro la malattia era comparabile a quella del prodotto di riferimento microbiologico e leggermente inferiore a quella del prodotto di riferimento a base di zolfo. Considerando però che il microrganismo è in grado di contenere su solanacee non solo l'oidio, ma anche la botrite, l'inserimento di applicazioni di *B. amyloliquefaciens* ceppo D747 nelle strategie di difesa può essere considerato utile sia per contenere il danno sia per ridurre il rischio di sviluppo di popolazioni di patogeni resistenti ai fungicidi convenzionali attualmente disponibili in commercio (l'antagonista ha un meccanismo di azione complesso e diverso da quello delle molecole di sintesi). Inoltre, per Amylo-X, essendo un prodotto microbiologico, non è richiesto alcun Limite Massimo di Residuo. Il prodotto può perciò essere inserito nella strategia di difesa anche nella fase di raccolta per soddisfare le eventuali richieste per una produzione priva e/o con un limitato numero di residui.

Una riduzione considerevole del danno, comparabile a quella ottenuta con la strategie di difesa chimica di riferimento, è stata registrata anche nelle prove in cui il microrganismo è stato impiegato durante la fase di fioritura contro *M. laxa* su albicocco. In altre prove è emerso che applicazioni del prodotto in pre-raccolta possono ridurre il danno da *Monilinia* spp. su drupacee (in particolare pesco e nettarina) sia alla raccolta che in post-raccolta, cioè dopo conservazione dei frutti in condizioni controllate (dati non riportati). Considerando le gravi perdite di produzione che si possono verificare a causa di attacchi da *Monilinia* spp. su drupacee, la mancanza di prodotti fitosanitari autorizzati su queste colture per trattamenti in post-raccolta (Hong *et al.*, 2007; Casals *et al.*, 2010) e la scarsità di mezzi di difesa disponibili per chi aderisce a regimi di agricoltura biologica, le applicazioni di *B. amyloliquefaciens* ceppo D747 possono essere ritenute un valido strumento da inserire nei programmi di difesa integrata e biologica.

L'agente della maculatura batterica del pesco (*Xap*) è un patogeno da quarantena, incluso nella lista A2 dell'EPPO e presente soprattutto in Italia, Francia, Spagna, Slovenia e Romania, ma anche in Germania, nei Paesi Bassi e in Belgio (Biondi *et al.*, 2009; EFSA, 2014). Le

infezioni da *Xap* possono determinare una riduzione quantitativa e soprattutto qualitativa della produzione, con conseguente perdita della produzione commercializzabile (EFSA, 2014). Nella prova qui riassunta si è voluto verificare se *B. amyloliquefaciens* ceppo D747 fosse in grado di contenere il patogeno, e se, anticipando l'applicazione da 24 a 48 ore prima dell'inoculazione artificiale, si potesse ottenere un incremento di efficacia contro il patogeno. Dalla letteratura è noto che la produzione di lipopeptidi, le sostanze biologicamente attive prodotte dai ceppi appartenenti a *B. amyloliquefaciens* e *B. subtilis*, non inizia immediatamente dopo la germinazione delle spore, ma al termine della cosiddetta fase di crescita esponenziale, fase in cui il microrganismo si moltiplica velocemente, sfruttando al massimo le risorse dell'ambiente e lo spazio disponibile (Ongena e Jacques, 2007; Yáñez-Mendizábal *et al.*, 2012; Cawoy *et al.*, 2015). Inoltre, studi precedenti condotti su *B. amyloliquefaciens* ceppo D747 sembrano indicare che l'antagonista sia in grado di insediarsi sulle parti vegetali a un livello stabile di unità formanti colonie per unità di superficie dopo un periodo di adattamento di ca. 2 giorni (Biondi *et al.*, 2012). I nostri risultati sembrano confermare questa ipotesi (incremento dell'efficacia media dell'antagonista da 57 a 67%). È noto da tempo che una delle misure più efficaci per il controllo di malattie a decorso esponenziale come quelle batteriche è il contenimento della moltiplicazione, spesso asintomatica, del patogeno, e conseguentemente la riduzione dell'inoculo presente in campo (Stockwell *et al.*, 1996; Ladurner *et al.*, 2012). Interventi preventivi possono quindi aiutare il microrganismo antagonista ad esplicare al meglio la sua attività.

L'ampio spettro di azione, il favorevole profilo tossicologico ed ecotossicologico e il meccanismo di azione innovativo (SANCO, 2014) fanno di Amylo-X un valido strumento per la protezione delle colture, utile per soddisfare le richieste per un'agricoltura sostenibile nel pieno rispetto delle più recenti normative e direttive nazionali ed europee (Reg. CE n. 1107/2009; Dir. CE 128/2009).

Ringraziamenti

Si ringrazia Certis U.S.A., il Dipartimento di Scienze Agrarie, Area Patologia vegetale, dell'Università di Bologna, G.Z. S.r.l. e Consorzio Agrario di Ravenna – Centro di Saggio per la collaborazione nello svolgimento delle prove sperimentali.

LAVORI CITATI

- Balestra G. M., Gallipoli L., Tagliavento V., Anselmi A., Ercolani A., Renzi M., Mariotti E., Ciarroni S., Mazzaglia A., 2014. Cancro batterico del kiwi: strategie di convivenza. *L'Informatore Agrario*, 22, 50-53.
- Biondi E., Paolucci F., Portillo I., Brunelli A., Bazzi C., 2009. *Bacillus subtilis* efficace su pesco contro maculatura batterica. *L'Informatore Agrario*, 48, 59-60.
- Biondi E., Kuzmanovic N., Galeone A., Ladurner E., Benuzzi M., Minardi P., Bertaccini A., 2012. Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* strain D747 as control agent against *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Journal of Plant Pathology*, 94(4), p. S4.58.
- Casals C., Teixidó N., Viñas I., Silvera E., Lamarca N., Usall J., 2010. Combination of hot water, *Bacillus subtilis* CPA-8 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest brown rot on peaches and nectarines. *Eur. J. Plant Pathol.*, 128, 51–63.
- Cawoy H., Debois D., Franzil L., De Pauw E., Thonart P., Ongena M., 2015. Lipopeptides as main ingredients for inhibition of fungal phytopathogens by *Bacillus subtilis/amyloliquefaciens*. *Microbial Biotechnology*, 8(2), 281-295.

- Chen X. H., Scholz R., Borriss M., Junge H., Mögel G., Kunz S., Borriss R., 2009. Difficidin and bacilysin produced by plant-associated *Bacillus amyloliquefaciens* are efficient in controlling fire blight disease. *Journal of Biotechnology*, 140, 38-44.
- Choudhary D. K., Johri B. N., 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plants – with special reference to induced systemic resistance. *Microbiological Research*, 164 (5), 493-513.
- EFSA, 2014. Scientific Opinion on pest categorisation of *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* (Smith) Dye. *EFSA Journal*, 12(10), 3857, 25 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3857
- Hong C., Holtz B. A., Morgan D. P., Michailides T. J., 1997. Significance of thinned fruit as a source of the secondary inoculum of *Monilinia fructicola* in California nectarine orchards. *Plant Disease*, 81, 519–524.
- Ladurner E., Benuzzi M., Fiorentini F., Lucchi A., 2012. Amylo-X, nuovo fungicida/battericida a base di *Bacillus amyloliquefaciens* ceppo D747 ad ampio spettro di azione. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 229-236.
- Logan N. A., De Vos P., 2009. Genus I. *Bacillus*. In: Bergey's manual of systematic bacteriology (De Vos P., Garrity G. M., Jones D., Krieg N. R., Ludwig W., Rainey F. A., Schleifer K. H., Whitman A., coord.), 2° edizione, Springer, New York, USA, 21-128.
- Monchiero M., Gullino M. L., Pugliese M., Garibaldi A., 2015. Valutazione di strategie diverse per la lotta a *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* agente del cancro batterico del kiwi. *Protezione delle colture*, 1, 20-27.
- Ongena M., Jacques P., 2007. *Bacillus* lipopeptides: versatile weapons for plant disease control. *Trends in Microbiology*, 16(3), 115-125.
- Ongena M., Jourdan E., Adam A., Paquot M., Alain Brans A., Joris B., Arpigny J.-L., Thonart P., 2007. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. *Environmental Microbiology*, 9(4), 1084–1090.
- Priest F. G., Goodfellow M., Shute L. A., Berkeley R. C. W., 1987. *Bacillus amyloliquefaciens* sp. Nov. nom. Rev. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 37, 69-71.
- SANCO, 2014. Review report for the active substance *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* strain D747. SANCO/11391/2014 rev 1, 11 pp.
- Stockwell V. O., Johnson K. B., Loper J. E., 1996. Compatibility of bacterial antagonists of *Erwinia amylovora* with antibiotics used to control fire blight. *Phytopathology*, 86, 834-840.
- Yáñez-Mendizábal V., Viñas I., Usall J., Torres R., Solsona C., Abadias M., Teixidó N., 2012. Formulation development of the biocontrol agent *Bacillus subtilis* strain CPA-8 by spray-drying. *Journal of Applied Microbiology*, 112, 954-965.
- Zaccardelli M., Malaguti S., Bazzi C., 1998. Biological and epidemiological aspects of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* on peach in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 80, 125-132.