

## JETFIVE, UN NUOVO DISINFETTANTE PER LE FILIERE AGRO-ALIMENTARI: VALUTAZIONE DELL'ATTIVITÀ FUNGICIDA E BATTERICIDA

A. MYRTA<sup>1</sup>, K. YOUSSEF<sup>2</sup>, M. DIMARTINO<sup>3</sup>, C. CARIDDI<sup>2</sup>, A. VITALE<sup>3</sup>,  
A. IPPOLITO<sup>2</sup>, G. POLIZZI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Certis Europe B.V. - Via A. Guadagna, 3, 21047 Saronno (VA)

<sup>2</sup> Dipartimento di Protezione delle Piante e Microbiologia Applicata, Università degli Studi  
Via G. Amendola, 165/A, 70126 Bari

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Fitosanitarie, Università degli Studi  
Via S. Sofia, 100, 95123 Catania  
myrta@certiseurope.it

### RIASSUNTO

L'efficacia di JetFive, un formulato a base di acido peracetico (5%) e perossido di idrogeno (20%), è stata saggiata nei confronti di alcuni funghi e batteri fitopatogeni, come aerosol per la sanificazione di celle per la frigoconservazione di frutta e verdura fresca, per la disinfezione di substrati di perlite e fibra di cocco e per la disinfezione di legacci di nylon impiegati in orticoltura. Alla concentrazione dello 0,75% ha completamente inibito la crescita di *Penicillium italicum*, *P. expansum* e *Monilinia laxa*, mentre *Botrytis cinerea* è stata inibita alla concentrazione dell'1%. Il prodotto impiegato allo 0,12% ha inibito lo sviluppo di tutti i batteri saggiati ad eccezione di *Pseudomonas viridiflava* che è stato inibito allo 0,25%. JetFive applicato come aerosol a 0,6 ml/m<sup>3</sup> in cella frigorifera ha ridotto la popolazione di *Penicillium* spp. e *Cladosporium* spp. dell'88,5% e quella di lieviti del 60,5%. Su perlite, applicazioni di JetFive allo 0,5% hanno ridotto la sopravvivenza di clamidospore di *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL). Altrettanto efficaci sono risultate le applicazioni di JetFive allo 0,2% e dei sali quaternari di ammonio (SQA) allo 0,5% nei confronti di FORL e di Pseudomonadi fitopatogene. L'abbattimento dei patogeni è stato ottenuto anche su legacci di nylon applicando JetFive alla concentrazione dello 0,5% e SQA al 2%.

**Parole chiave:** acido peracetico, perossido di idrogeno, funghi, batteri, disinfezione

### SUMMARY

#### JETFIVE, A NEW DISINFECTANT FOR THE AGRI-FOOD CHAIN: EVALUATION OF THE FUNGICIDE AND BACTERICIDE ACTIVITY

The effect of JetFive was tested against some phytopathogenic fungi and bacteria, in cold storage rooms for fresh fruit and vegetables to reduce microbial air population and for disinfection of perlite and coconut fiber substrates and nylon strings used in vegetable cultivation. JetFive at the concentration of 0.75% totally inhibited the growth of *Penicillium italicum*, *P. expansum*, and *Monilinia laxa*, whereas *Botrytis cinerea* was inhibited at 1%. The tested bacteria were inhibited by the product at 0.12%, but *Pseudomonas viridiflava* growth was suppressed at 0.25%. In the application as aerosol for cold room air sanitation, JetFive applied at 0.6 ml/m<sup>3</sup>, reduced microbial air population by 88.5 and 60.5% for *Penicillium* spp. and *Cladosporium* spp. and for yeasts, respectively. On perlite substrates the applications of JetFive at 0.5% reduced the survival of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) chlamydospores. JetFive and quaternary ammonium compounds (SQA) applied at the concentrations of 0.2% and 0.5%, respectively, provided significant suppression of FORL and phytopathogenic Pseudomonads. The efficacy of JetFive and SQA at the concentrations of 0.5% and 2%, respectively, was also demonstrated for all pathogens on nylon strings.

**Keywords:** peracetic acid, hydrogen peroxide, fungi, bacteria, disinfection

## INTRODUZIONE

L'acido peracetico, una miscela di acido acetico e di idrogeno perossido, è un potentissimo agente ossidante, poco schiumogeno e con ampio spettro di azione (Abd-Alla *et al.*, 2006). Esso è principalmente usato nell'industria alimentare, dove è applicato come sanizzante delle superfici (Evans, 2000), ma anche in campo medico e veterinario e nella disinfezione di acque reflue (Zhao *et al.*, 2008). Il suo potere disinfettante ha suscitato interesse anche in altri campi fra cui quello dell'orticoltura protetta e del postraccolta degli ortofrutticoli freschi. In sistemi di coltivazione fuori suolo numerosi patogeni tellurici sono capaci di colonizzare i substrati di coltivazione (perlite, lana di roccia, fibra di cocco) rendendo necessaria l'adozione di efficaci misure di disinfezione prima di un loro reimpiego (Slurarski, 2000, 2005). In postraccolta l'acido peracetico è stato utilizzato per limitare lo sviluppo di agenti fitopatogeni (Brown, 1987; Mari *et al.*, 2004). Più recentemente, in Australia, è stato utilizzato per la decontaminazione di frutti di agrumi affetti da *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* e come sanizzante in agricoltura biologica (Parra, 2007).

Di seguito si presenta in anteprima nazionale una nuova formulazione contenente acido peracetico (5%) e perossido di idrogeno (20%), che viene distribuito in Italia da Certis Europe B.V. Vengono illustrate brevemente le principali caratteristiche delle sostanze attive e del prodotto.

### Proprietà chimico-fisiche dei principi attivi:

- nome comune e chimico: acido peracetico
- famiglia chimica: perossiacidi organici
- formula empirica: C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>
- peso molecolare: 76,05 g/mol
- stato fisico: liquido incolore
- solubilità in acqua: 1,00E+06 mg/L (a 25 °C)
- nome comune e chimico: idrogeno perossido
- famiglia chimica: perossidi
- formula empirica: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- peso molecolare: 34 g/mol
- stato fisico: liquido incolore
- solubilità in acqua: completamente miscibile

### Caratteristiche tossicologiche dei principi attivi:

Acido peracetico

- acuta orale DL<sub>50</sub>: su ratto 1540 µl/kg (1,54 ml/kg)
- acuta dermale DL<sub>50</sub>: su coniglio 1410 µl/kg (1,41 ml/kg)
- inalatoria acuta CL<sub>50</sub>: su ratto 450 mg/m<sup>3</sup>

Idrogeno perossido

- acuta orale DL<sub>50</sub>: su ratto 376 mg/kg
- acuta dermale DL<sub>50</sub>: su ratto 4060 mg/kg
- inalatoria acuta CL<sub>50</sub>: su ratto 2 g/m<sup>3</sup>/4h (2000 mg/m<sup>3</sup>)

### Caratteristiche ecotossicologiche dei principi attivi:

Acido peracetico

- acuta (48 h) in acqua CL<sub>50</sub>: in *Salmo gairdneri* 18 mg/L
- acuta (24 h) in invertebrati acquatici CE<sub>50</sub>: in *Daphnia magna* 6,6 mg/L

Idrogeno perossido

- acuta (48 h) in acqua CL<sub>50</sub>: in *Carassius* sp. 42 mg/L
- acuta (96 h) in invertebrati acquatici CE<sub>50</sub>: in *Gammarus* sp. 4,42 mg/L

#### **Proprietà chimico-fisiche del formulato:**

- contenuto in sostanza attiva: acido per acetico 5% (50 g/L) ed idrogeno perossido 20% (200 g/L)
- tipo di formulazione: liquido
- densità: 1,1 g/ml
- aspetto: liquido incolore
- solubilità: completamente miscibile in acqua; solubile in solventi organici polari; leggermente solubile in solventi aromatici

#### **Caratteristiche tossicologiche del formulato:**

- acuta orale DL<sub>50</sub>: 330 mg/kg (soluzione 7%)
- inalatoria acuta CL<sub>50</sub>: 4 h, ratto, 4,080 mg/m<sup>3</sup>
- acuta cutanea DL<sub>50</sub>: coniglio, 1,147 mg/kg
- irritazione oculare: corrosivo
- irritazione cutanea: corrosivo

#### **Caratteristiche ecotossicologiche del formulato:**

- pesci, *Salmo gairdneri*, CL<sub>50</sub>, 96 h, 13 mg/L (acqua dolce)
- pesci, *Pleuronectes platessa*, CL<sub>50</sub>, 96 h, 89,1 mg/L (soluzione 12%, acqua salmastra)
- crostacei, *Daphnia magna*, CE<sub>50</sub>, 48 h, 3,3 mg/L (acqua dolce)
- crostacei, *Crangon crangon*, CE<sub>50</sub>, 96 h, 126,8 mg/L (soluzione 12%, acqua salmastra)

Scopo del lavoro è stato quello di verificare l'efficacia di questa nuova miscela di acido peracetico al 5% e perossido di idrogeno al 20% (JetFive): (i) nei confronti di importanti agenti fungini responsabili di alterazioni di ortofrutticoli freschi in postraccolta; (ii) nei confronti di diversi batteri fitopatogeni; (iii) come aerosol per la sanificazione dell'aria in cella frigorifera; (iv) per la riduzione della sopravvivenza di clamidospore di *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) in substrati di perlite e fibra di cocco; (v) per la disinfezione di perlite e legacci di nylon colonizzati da FORL e Pseudomonadi fitopatogene.

### **MATERIALI E METODI**

Gli esperimenti sono stati effettuati con JetFive registrato recentemente in Italia da Certis Europe B.V. come biocida disinfettante per l'abbattimento della carica microbica di serre, magazzini, strutture, attrezzature, linee d'irrigazione, contenitori utilizzati in agricoltura. Essi sono stati condotti presso il Dipartimento di Protezione delle Piante e Microbiologia Applicata dell'Università degli Studi di Bari, in una centrale ortofrutticola in Basilicata e presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Fitosanitarie dell'Università degli Studi di Catania.

**(i) Efficacia di JetFive nei confronti di agenti fungini responsabili di alterazioni postraccolta.** L'efficacia di JetFive nei confronti di *Penicillium italicum*, *P. expansum*, *Monilia laxa* e *Botrytis cinerea* è stata determinata misurando la crescita diametrica delle colonie in piastre Petri contenenti PDA miscelato con JetFive alle concentrazioni di 0-0,25-0,5-0,75 e 1%. Cinque piastre per ciascun patogeno e ciascuna concentrazione sono state

inseminate al centro con un tassello di 5 mm di diametro prelevato da colonie in attiva crescita e incubate a 24 °C per 7 giorni. Le prove sono state ripetute tre volte.

**(ii) Efficacia di JetFive nei confronti di diversi batteri fitopatogeni.** JetFive è stato saggiato alle concentrazioni di 0,06-0,12-0,25-0,5 e 1% miscelandolo con il terreno di coltura saccarosio-Agar nutritivo (SNA) nei confronti di *Erwinia amylovora*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas* spp., *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. I ceppi batterici sono stati mantenuti per 48 ore a 25 °C in provette contenenti agar-nutriente e successivamente inoculati in piastre Petri contenenti SNA e JetFive alle diverse concentrazioni; sono state saggiate 5 repliche per ogni isolato e per ciascuna concentrazione. Dopo cinque giorni di incubazione a 25 °C è stato osservato lo sviluppo delle colonie. Per verificare la vitalità delle cellule batteriche, le colonie sviluppate sul substrato SNA contenente JetFive sono state reinoculate in piastre Petri contenenti solo SNA. Le prove sono state ripetute tre volte.

**(iii) Attività di JetFive come aerosol per la sanificazione dell'aria in cella frigorifera.** L'attività di JetFive sotto forma di aerosol sulla popolazione microbica presente nell'aria è stata valutata somministrando il composto in una cella di frigorifera di circa 1000 m<sup>3</sup>, utilizzata prevalentemente per la conservazione di agrumi, drupacee e fragole. Il composto è stato somministrato mediante nebulizzatore, secondo le modalità riportate in etichetta, in modo da avere una concentrazione finale, nell'aria, di 0,3 e 0,6 ml/m<sup>3</sup>. Dopo 6 ore dal trattamento e arieggiamento della cella per 30 min, è stata valutata la concentrazione di funghi filamentosi e lieviti nell'aria ponendo sul pavimento, in vari punti della cella, 10 piastre Petri contenenti agar estratto di malto prive di coperchio. Dopo 10 minuti le piastre sono state richiuse, trasportate in laboratorio e poste ad incubare al buio a 24 °C. Dopo 4-6 giorni sono state contate le colonie di lieviti e funghi filamentosi e calcolato il numero di unità formanti colonie (UFC)/piastra. Le colonie sviluppatesi sono state identificate in base alle loro caratteristiche morfologiche. Con la stessa procedura è stata valutata la popolazione microbica prima del trattamento per nebulizzazione con JetFive. Le prove sono state ripetute tre volte.

**(iv) Efficacia di JetFive sulla sopravvivenza di clamidospore di FORL in substrati di perlite e fibra di cocco.** Tre concentrazioni di JetFive sono state saggiate su substrati di perlite e fibra di cocco per valutare l'efficacia del trattamento su clamidospore ottenute da due isolati di FORL, DiSTEF-FOT5 e DiSTEF-AF. Campioni di perlite e fibra di cocco sono stati sterilizzati in autoclave (121 °C, 20 min) per due giorni consecutivi, distribuiti in piastre Petri da 90 mm ed imbibiti con acqua distillata sterile (ADS). Le piastre sono state quindi inoculate con 1 ml di sospensione di clamidospore ed incubate in camera di crescita a 20-22 °C e 14 h di fotoperiodo. Le sospensioni di DiSTEF-FOT5 e di DiSTEF-AF sono state preparate a partire da colonie fungine monoconidiche cresciute su piastre di agar-terreno tenute al buio a 24 ± 2 °C per 15 giorni. Dopo 9 mesi di incubazione sono stati eseguiti trattamenti spray con JetFive impiegando un volume sino alla capacità di campo, alle concentrazioni di 0,5-0,8 e 1%. ADS è stata impiegata nella tesi controllo. Trascorse 36 ore dai trattamenti, 90 espunti per replica di perlite e di fibra di cocco sono stati prelevati aseptivamente, posti su piastre di PDA acidificato (APDA) ed incubati in termostato a 24 ± 2 °C. Dopo 5 giorni è stata valutata la vitalità delle clamidospore espressa come riduzione percentuale di isolamenti positivi sul totale degli espunti. Per ciascun isolato tutte le tesi poste a confronto, compreso un controllo non trattato, sono state replicate tre volte, utilizzando 6 piastre per ripetizione.

(v) **Efficacia di JetFive e SQA a diverse concentrazioni nei confronti di FORL e Pseudomonadi fitopatogene su perlite e legacci di nylon.** Al fine di valutare l'efficacia di JetFive e di SQA, 8 differenti concentrazioni di JetFive e 5 di SQA sono state saggiate in trattamenti spray su perlite artificialmente colonizzata da FORL (P31a), *P. fluorescens* bv I (4.4), *P. putida* bv A (21.11) e *P. corrugata* (10.1). Tre vaschette in alluminio per tesi, ciascuna contenente 20 g di perlite sterile, sono state inoculate con 1 ml di sospensione fungina/batterica ed incubate in camera di crescita a 25 °C e 14 h di fotoperiodo per 7 giorni. Le sospensioni batteriche sono stata preparate ad una concentrazione di 10<sup>8</sup> cellule/ml da colonie di 24-48 h cresciute su piastre di B di King (KB); quella fungina come nella precedente prova. Al settimo giorno di incubazione, ciascun patogeno è stato sottoposto a concentrazioni di 1-0,8-0,6-0,4-0,2-0,1-0,06 e 0,02% di JetFive e a concentrazioni di 4-3-2-1 e 0,5% di SQA (50%). ADS è stata impiegata nel controllo inoculato (tabella 1). Dopo 12 ore è stata valutata la percentuale di abbattimento dei patogeni su un totale di 45 espianti di perlite per replica posti asetticamente su piastre di APDA o KB. Per ciascun patogeno tutte le tesi poste a confronto, compreso un controllo non trattato, sono state replicate tre volte. Pezzi di legaccio di nylon di circa 3 cm sono stati sterilizzati in autoclave, posti asetticamente in piastre Petri e inumiditi con ADS. Due isolati di FORL (AF e P31a) e 3 ceppi di Pseudomonadi (4.4, 21.11 e 10.1) sono stati impiegati per inoculare le piastre. La preparazione delle sospensioni e l'inoculazione dei legacci sono state effettuate come precedente descritto. Dopo un periodo di incubazione di 10 giorni a 25 °C, i legacci sono stati trattati per nebulizzazione con JetFive allo 0,5 e 0,2% e con SQA al 2%. ADS è stata impiegata nel controllo inoculato. Dopo 12 ore è stata rilevata la percentuale di abbattimento di ciascuno patogeno su un totale di 60 pezzetti di legaccio per replica su KB e APDA. Per ciascun patogeno tutte le tesi poste a confronto, compreso un controllo non trattato, sono state replicate tre volte, utilizzando 4 piastre per replica.

Tabella 1. Caratteristiche tecniche e concentrazioni impiegate dei disinfettanti saggiati nei confronti di *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* e Pseudomonadi fitopatogene

Tesi	Principio attivo (%)	Formul.	Concentr. Etichetta	Concentr. impiegata	Mod. d'impiego
JetFive	Acido peracetico (5) Perossido di idrogeno (20)	Liquido	0,8%	da 0,02 a 1%	Spray
SQA	Sali di ammonio quaternario (50)	Liquido	2%	da 0,5 a 4%	Spray

**Analisi statistica.** Tutti i dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova) e le medie separate mediante il test di Duncan ad intervalli multipli e ad intervalli critici (DMRT) per  $P \leq 0,05$ .

## RISULTATI

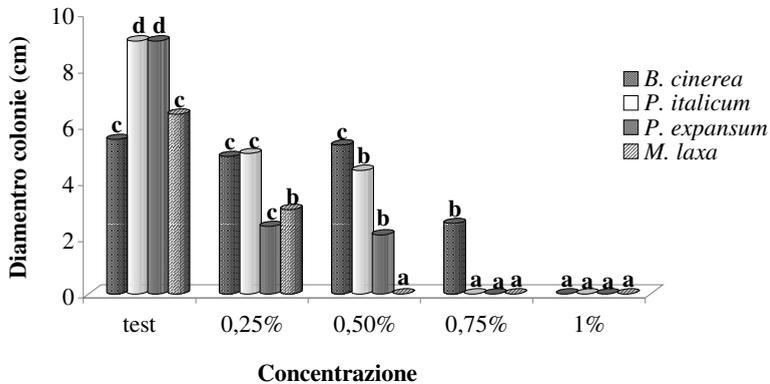
(i) **Efficacia di JetFive nei confronti di alcuni agenti fungini responsabili di alterazioni postraccolta.** L'attività di JetFive nei confronti di funghi fitopatogeni è riportata in figura 1. Dopo 7 giorni di incubazione a 24 °C il formulato allo 0,75% ha completamente inibito la crescita dei funghi saggiati ad eccezione di *B. cinerea*, la quale è stata inibita alla concentrazione dell'1%.

(ii) **Efficacia di JetFive nei confronti di diversi batteri fitopatogeni.** Riguardo all'efficacia di JetFive nei confronti di batteri fitopatogeni, l'impiego di concentrazioni dello 0,12% hanno consentito di inibire totalmente lo sviluppo dei batteri ad eccezione di *P. viridiflava*, la cui crescita è stata bloccata alla concentrazione dello 0,25%.

(iii) **Attività di JetFive come aerosol per la sanificazione dell'aria in cella frigorifera.** L'applicazione di JetFive per nebulizzazione in cella frigorifera, alla concentrazione di 0,6 ml/m<sup>3</sup>, ha consentito di ridurre dell'89% la popolazione di *Penicillium* spp. e *Cladosporium* spp. e del 61% quella dei lieviti (figura 2). Valori più bassi di riduzione sono stati osservati alla concentrazione di 0,3 ml/m<sup>3</sup>.

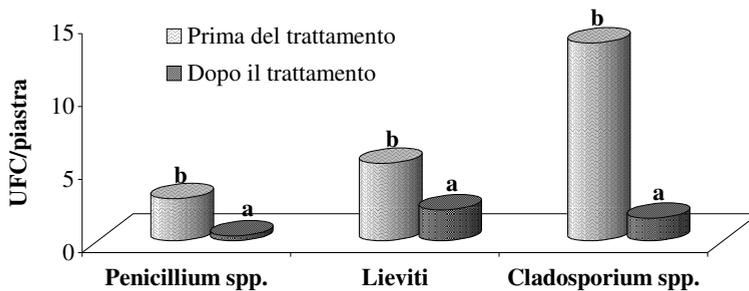
(iv) **Efficacia di JetFive sulla sopravvivenza di clamidospore di FORL in substrati di perlite e fibra di cocco.** JetFive applicato alla concentrazione di 0,5% ha significativamente ridotto la sopravvivenza di clamidospore di DISTEF-AF e abbattuto totalmente quella di DISTEF-FOT5 rispetto al controllo non trattato.

Figura 1. Efficacia di JetFive a diverse concentrazioni nei confronti di alcuni funghi fitopatogeni



Per ciascun patogeno, a lettere uguali corrispondono valori statisticamente non differenti ( $P \leq 0,05$ )

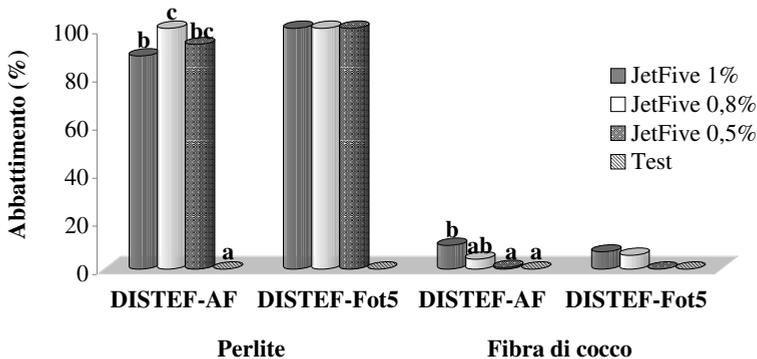
Figura 2. Attività di JetFive applicato come aerosol per la sanificazione dell'aria in cella frigorifera



Per ciascun patogeno, a lettere uguali corrispondono valori statisticamente non differenti per  $P \leq 0,05$

Le tesi trattate con differenti concentrazioni di JetFive non si sono differenziate tra di loro, mentre tutte si sono differenziate dal testimone inoculato (figura 3). Al contrario, JetFive alle diverse concentrazioni saggiate ha ridotto solo parzialmente la sopravvivenza di clamidospore degli isolati di FORL su fibra di cocco. In particolare modo, un abbattimento seppur minimo ma significativo di DISTEF-AF è stato ottenuto nella tesi trattata con JetFive all'1%. Simili osservazioni sono state effettuate valutando l'efficacia di JetFive sulle strutture di sopravvivenza di DISTEF-FOT5. In particolare per tale isolato i risultati hanno evidenziato la completa inefficacia di JetFive allo 0,5% ed un lieve abbattimento alle più alte concentrazioni saggiate. Nel complesso i dati mostrano l'efficacia dei trattamenti con JetFive a diverse concentrazioni nell'abbattimento di FORL su perlite e la loro scarsa efficacia su fibra di cocco (figura 3).

Figura 3. Efficacia di JetFive sulla sopravvivenza di clamidospore di due isolati di FORL in substrati di perlite e fibra di cocco



Per ogni concentrazione saggiata, per ciascun isolato, valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente tra loro secondo il test di Duncan ( $P=0,05$ )

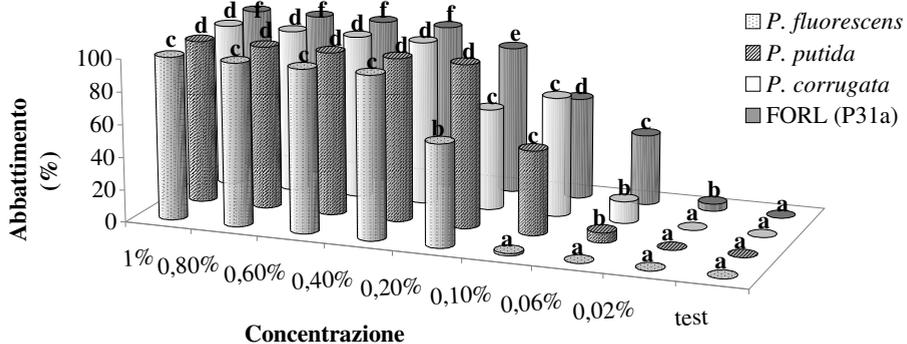
**(v) Efficacia di JetFive e SQA a diverse concentrazioni nei confronti di FORL e Pseudomonadi fitopatogene su perlite e legacci di nylon.** Le differenti concentrazioni di JetFive hanno permesso di ridurre significativamente la sopravvivenza di FORL su perlite differenziandosi statisticamente dal controllo non trattato. I valori percentuali di abbattimento sono risultati più elevati nelle tesi trattate con JetFive a concentrazioni uguali o maggiori dello 0,2%. Significative riduzioni delle percentuali di abbattimento nei confronti di FORL sono state registrate anche impiegando concentrazioni dello 0,1 e 0,06%. I risultati relativi all'efficacia della miscela nei confronti delle Pseudomonadi fitopatogene hanno messo in evidenza l'efficacia totale dalla concentrazione 0,4%. JetFive allo 0,2% ha consentito di abbattere totalmente la carica di *P. putida* e di ridurre significativamente quella di *P. corrugata* (62%) e *P. fluorescens* (63%).

Una riduzione significativa di abbattimento di *P. putida* e *P. corrugata* è stata registrata con l'impiego di concentrazioni dell'0,1 e 0,06%. Tuttavia, tali concentrazioni di JetFive si sono mostrate inefficaci nei confronti di *P. fluorescens*. Da una valutazione complessiva dei dati si evince che concentrazioni di JetFive dello 0,1% sono state efficaci nei confronti di FORL e Pseudomonadi con valori percentuali di abbattimento maggiori del 50% ad esclusione di *P. fluorescens* che è stato significativamente ridotto a partire da concentrazioni dello 0,2% (figura 4). Dalle prove di disinfezione con SQA è emerso che il disinfettante alle diverse concentrazioni saggiate è risultato efficace nei confronti di FORL e Pseudomonadi su perlite

con un abbattimento significativo di tutti i patogeni rispetto al testimone. In particolare SQA allo 0,5% ha ridotto del 100% la carica di FORL e significativamente quella degli altri patogeni. L'impiego di concentrazioni di SQA uguali e maggiori dell'1% hanno consentito di abbattere significativamente la carica dei patogeni. Tra questi, *P. fluorescens* è quello che ha mostrato una maggiore resistenza ai trattamenti con SQA (figura 5).

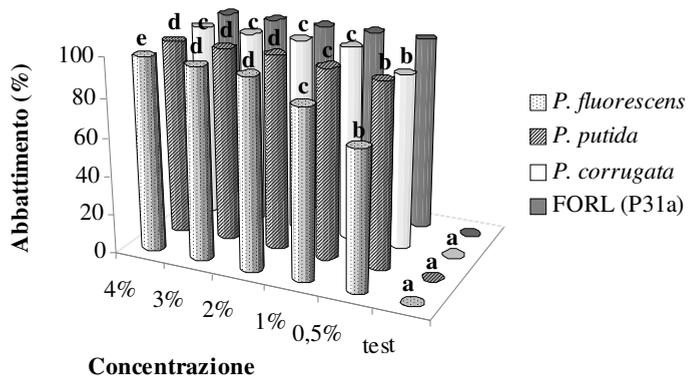
I trattamenti con JetFive e SQA si sono mostrati tutti ugualmente efficaci nell'abbattimento di FORL e Pseudomonadi su legacci di nylon. Gli impieghi di JetFive allo 0,2 e 0,5% hanno consentito di ottenere una disinfezione completa dei legacci colonizzati dai patogeni con valori percentuali di abbattimento pari a 100. Una riduzione di abbattimento significativa è stata riscontrata solo per *P. putida* con JetFive allo 0,2%. Similmente i trattamenti con SQA al 2% hanno abbattuto totalmente la carica dei patogeni colonizzanti differenziandosi dal testimone (figura 6).

Figura 4. Efficacia di diverse concentrazioni di JetFive nei confronti di FORL e di Pseudomonadi su perlite



Per ciascun patogeno, valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono tra loro significativamente secondo il test di Duncan ( $P=0,05$ )

Figura 5. Efficacia di diverse concentrazioni di sali di ammonio quaternario (SQA) nei confronti di FORL e di Pseudomonadi su perlite

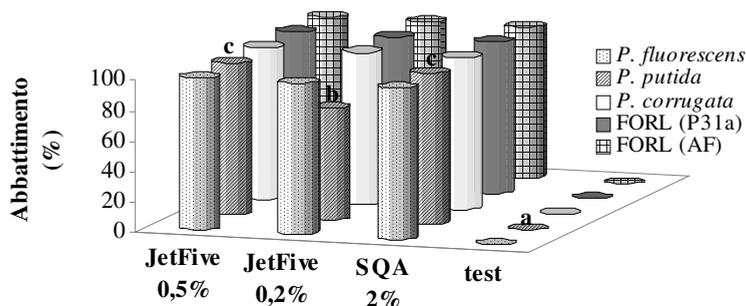


Per ciascun patogeno, valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono tra loro significativamente secondo il test di Duncan ( $P=0,05$ )

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati ottenuti hanno dimostrato l'efficacia antimicrobica della miscela di acido peracetico al 5% e perossido di idrogeno al 20% (JetFive) nei confronti di numerosi funghi e batteri fitopatogeni, importanti anche negli ambienti di conservazione degli ortofrutticoli freschi, per la sanificazione dell'aria in celle frigorifere, nonché per la disinfezione di strutture serricole, materiali e attrezzature da lavoro e substrati di coltivazione in sistemi fuori suolo.

Figura 6. Efficacia di JetFive e dei sali di ammonio quaternario (SQA) nei confronti di due isolati di FORL e Pseudomonadi su legacci di nylon



Per ciascun patogeno, valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono tra loro significativamente secondo il test di Duncan ( $P=0,05$ )

In particolare, i risultati delle prove condotte hanno consentito di mettere in evidenza una ottima azione abbattente di JetFive allo 0,2% nei confronti di FORL, *P. fluorescens*, *P. putida*, e *P. corrugata* in trattamenti disinfettanti eseguiti su perlite e legacci di nylon; risultati simili, sugli stessi microorganismi e materiali, sono stati ottenuti mediante il trattamento con sali quaternari di ammonio a concentrazioni di 0,5 e 2%.

Pertanto, considerati i risultati ottenuti su diverse matrici, la rapida azione e l'assenza di residui tossici, JetFive apre interessanti prospettive sull'impiego in agricoltura di disinfettanti chimici al fine di ridurre le occasioni di trasmissione di agenti patogeni e di contaminazione in diversi contesti della filiera agroalimentare.

## LAVORI CITATI

- Abd-Alla M.A., El-Mohamedy R.S.R., Badeaa R.I., 2006. Effect of some volatile compounds on black mould disease on onion bulbs during storage. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2, 384-390.
- Brown G.E., 1987. Effect of experimental bacterial disinfectants applied to oranges on postharvest decay. *Proceeding of Florida State Horticultural Society*, 100, 20-22.
- Evans D.A., 2000. Disinfectants. *Food Science and Technology*, 1, 501-509.
- Mari M., Gregori R., Donati I., 2004. Postharvest control of *Monilia laxa* and *Rhizopus stolonifer* in stone fruit by peracetic acid. *Postharvest Biology & Technology*, 33, 319-325.
- Parra G., 2007. Information regarding peroxyacetic acid and its efficacy to treat citrus canker bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. Pest exclusion specialist. Raleigh, North Carolina. <http://postharvest.ifas.ufl.edu/post%20harvest%20info/Citrus%20Canker/APHIS>

- Slurarski C., 2000. The use of disinfectants for controlling a soilborne foot and root rot disease complex on greenhouse tomatoes in the rockwool open culture system. *Acta Horticulturae*, 532, 217-224.
- Slusarski C., 2005. Evaluation of chemical and biological control methods for their potential to reduce bacterial canker of tomato in a greenhouse stonewool cultivation system. *Acta Horticulturae*, 698, 299-304.
- Zhao X., Zhang T. Zhou Y., Liu D., 2008. Preparation of peracetic acid from acetic acid and hydrogen peroxide: Experimentation and modeling. *The Chinese Journal of Process Engineering*, 8, 35-41.