

PENTHIOPYRAD (FONTELIS®): ATTIVITÀ SU OIDIO E MONILIA DELLE DRUPACEE

R. RASERA, L. MILANESI, M. P. GIMMILLARO, S. PASQUINI

DuPont de Nemours Italiana S.r.l. Via P. Gobetti 2/C, 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)

riccardo.rasera@dupont.com

RIASSUNTO

Penthiopyrad (Fontelis®) è un fungicida appartenente alla famiglia chimica delle carbossimidi (FRAC Gruppo 7 - SDHI, inibitori della succinato deidrogenasi) di recente autorizzazione in Italia per la difesa di numerose colture frutticole e orticole in pieno campo ed in ambiente protetto. Penthiopyrad è attivo nei confronti di un ampio spettro di malattie, tra cui anche oidio (*Podosphaera tridactyla* e *Sphaerotheca pannosa*) e monilia delle drupacee (*Monilinia laxa*, *M. fructigena* e *M. fructicola*). In questo lavoro viene riportata l'esperienza di cinque anni di prove condotte in Italia, Francia e Spagna su albicocco, pesco e nettarino, che mette in luce l'ottima efficacia di penthiopyrad nei confronti delle principali malattie fungine delle drupacee. Fontelis, impiegato alla dose di 1,2 L/ha di prodotto formulato durante la fioritura e 1,5 L/ha in fase di sviluppo e maturazione dei frutti, è risultato uguale o superiore ai migliori standard di riferimento nel controllo di oidio e monilia. L'elevata efficacia, l'innovativo spettro d'azione ed il favorevole profilo tossicologico ed ambientale rendono il penthiopyrad altamente compatibile con i programmi di produzione integrata.

Parole chiave: *Podosphaera tridactyla*, *Sphaerotheca pannosa*, *Monilinia* spp., SDHI, controllo

SUMMARY

PENTHIOPYRAD (FONTELIS®): EFFICACY AGAINST POWDERY MILDEW, BLOSSOM BLIGHT AND BROWN ROT OF STONE FRUITS

Penthiopyrad (Fontelis®) is a new fungicide belonging to the chemical family of carboxamides (FRAC Group 7 - SDHI, Succinate DeHydrogenase Inhibitors). It was recently registered in Italy for the protection of many fruit and vegetable crops in open field and protected environment. Penthiopyrad is active against a broad spectrum of diseases, and also on stone fruit powdery mildew (*Podosphaera tridactyla* and *Sphaerotheca pannosa*), blossom blight and brown rot (*Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*). Five years of trials on the control of these diseases carried out in Italy on apricot, peach and nectarine are reported. Fontelis, applied at the rate of 1.2 L/ha of formulated product during flowering and 1.5 L/ha during fruit development and ripening, was equal or better than the best standard products for the control of stone fruit powdery mildew, blossom blight and brown rot. Its high efficacy, the innovative spectrum of activity and the favourable toxicological and ecotoxicological profile make it highly compatible with Integrated Pest Management.

Keywords: *Podosphaera tridactyla*, *Sphaerotheca pannosa*, *Monilinia* spp., SDHI, control

INTRODUZIONE

Pesco, nettarino e albicocco possono essere colpiti, dalla fioritura alla raccolta dei frutti, da alcune malattie fungine quali oidio e monilia che, in annate favorevoli allo sviluppo di questi patogeni, possono determinare gravi danni quantitativi e qualitativi alla produzione, riducendo significativamente la redditività della coltura.

L'oidio delle drupacee può essere causato da due specie: *Sphaerotheca pannosa* su pesco e nettarino, *Podosphaera tridactyla* su albicocco. Entrambe le specie svernano come cleistotecio o come micelio tra le perule delle gemme e come tutti gli agenti di oidio, miceti ectofiti, si

sviluppano all'esterno della cellula vegetale. Le temperature ottimali di sviluppo sono comprese tra i 19 e i 22 °C con umidità relativa atmosferica inferiore al 65-70%. Lo sviluppo di questi patogeni viene ostacolato dalle piogge, specialmente quelle battenti dilavanti, e perdono virulenza quando la temperatura si avvicina ai 28-30 °C. I sintomi su frutto possono essere, nelle prime fasi di sviluppo del fungo, poco appariscenti e presentarsi come macchie biancastre. Successivamente esse si ampliano e assumono una colorazione giallo-ocra determinando la suberificazione dei tessuti sottostanti. Le foglie infette, specialmente quelle giovani, non riescono a giungere a maturità presentandosi pertanto di ridotte dimensioni e piegate a doccia lungo la nervatura centrale. Sui germogli l'attacco si verifica generalmente all'inizio dell'estate, contemporaneamente o subito dopo la comparsa dei sintomi sulle foglie, pregiudicandone l'accrescimento, indebolendoli e ricoprendoli di un feltro miceliare che si manterrà anche quando questi lignificheranno. Nelle specie molto sensibili si può verificare una notevole filloptosi e cascola dei frutticini (AA.VV., 2015; Bugiani, 2013).

La moniliosi delle drupacee è causata da diversi agenti fungini che appartengono al genere *Monilinia* e presentano caratteristiche biologiche diverse anche se, nella maggior parte dei casi, i sintomi provocati sono indistinguibili. *Monilinia laxa* è la specie prevalente sulle drupacee ed essendo attiva già a basse temperature (5-10 °C), può determinare infezioni in diversi momenti della stagione, colpendo fiori, germogli e frutti. *M. fructigena* e *M. fructicola*, essendo attive a temperature più elevate, sono invece maggiormente legate ad infezioni che si possono verificare in fase di maturazione del frutto. *M. fructicola* è una specie diffusasi recentemente, e risulta particolarmente pericolosa poiché si sviluppa più rapidamente rispetto alle altre e presenta un maggior potenziale di sporulazione. Il ciclo biologico di questi patogeni è molto simile per tutte le specie: lo svernamento avviene come micelio sui frutti caduti a terra, sulle mummie che rimangono appese alla pianta e su cancri rameali. Al verificarsi di condizioni favorevoli si liberano le spore che, disperse da acqua, vento e insetti, determinano le infezioni primarie. In condizioni ottimali il ciclo del patogeno si completa nell'arco di una settimana con la formazione di nuove spore che danno avvio a diversi cicli di infezioni secondarie e aumentano notevolmente il potenziale infettivo. In presenza di condizioni non favorevoli, le infezioni possono rimanere latenti fino alla raccolta per poi generare marciumi durante la fase di conservazione. I sintomi della moniliosi dei fiori sono rappresentati dall'appassimento e successiva necrosi e disseccamento dei fiori stessi, a cui può fare seguito la stessa sintomatologia a carico del germoglio. Il disseccamento dei germogli fruttiferi può determinare danni molto gravi poiché, in caso di forti infestazioni, può interessare gran parte della chioma. Le infezioni primarie sui fiori e sui rami rappresentano inoltre una pericolosa fonte di inoculo per le infezioni secondarie sui frutti. Il danno economico maggiore è comunque quello a carico dei frutti, sia nel corso della maturazione sia in fase post-raccolta. Spesso infatti, infezioni latenti non visibili in campo, danno luogo alla formazione di marciume bruno nelle fasi successive. I sintomi sono rappresentati da aree con marciume molle e acquoso, di colore bruno, che rapidamente si allargano fino ad interessare l'intero frutto. Solo in determinate situazioni ambientali si osserva la presenza del micelio fungino (AA.VV., 2015; Holb, 2008).

Un efficace controllo dell'oidio e della moniliosi delle drupacee si basa sull'impiego di una corretta tecnica agronomica che consideri la scelta di varietà ben adattate alle condizioni climatiche della zona di impianto che siano quanto più possibile poco favorevoli a questi patogeni, una concimazione equilibrata e una corretta gestione della potatura bruna e verde. Una efficace difesa, tuttavia, non può ottenersi senza l'applicazione di agrofarmaci specifici la cui disponibilità in termini di principi attivi efficaci risulta attualmente limitata.

Scopo del presente lavoro è stato quello di verificare l'efficacia di penthiopyrad (Fontelis®) nei confronti di oidio e monilia delle drupacee. Penthiopyrad è un nuovo fungicida appartenente alla famiglia chimica delle carbossimidi (FRAC Gruppo 7 - SDHI, inibitori della succinato deidrogenasi)(FRAC, 2015). Agisce inibendo il complesso enzimatico della succinato deidrogenasi, bloccando la respirazione delle cellule fungine a livello mitocondriale, viene così inibita la germinazione delle spore e la crescita del micelio. Il prodotto è attivo nei confronti di numerosi patogeni appartenenti alle sottodivisioni dei Basidiomiceti e Ascomiceti ed è stato recentemente registrato in Italia su numerose colture frutticole e orticole sia in coltura protetta che di pieno campo (melo, pero, pomodoro, melanzana e cetriolo) per il controllo di ticchiolatura (*Venturia inaequalis* e *Venturia pirina*), oidio (*Podosphaera leucotricha*), alternaria (*Alternaria* spp.), maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*), botrite (*Botrytis cinerea*) e sclerotinia (*Sclerotinia* spp.). Esso è dotato di un'ottima attività preventiva, un'elevata resistenza al dilavamento, persistenza d'azione e di un profilo tossicologico ed ecotossicologico molto favorevole (Milanesi *et al.*, 2012; Troisi *et al.*, 2012).

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali sono state condotte in Italia, Francia e Spagna nel periodo 2010-2015 dal Centro di saggio DuPont e da altri Centri di saggio accreditati presso il MiPAAF per l'esecuzione di prove sperimentali in Good Experimental Practices (GEP), seguendo le linee guida EPPD PP 1/135(3), PP 1/152(4), PP 1/181(4), PP 1/222 (1). Le prove sono state realizzate secondo uno schema a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni per tesi. Le applicazioni sono state effettuate seguendo le buone pratiche agricole, utilizzando semoventi prototipi o irroratori a spalla motorizzati, avendo cura di assicurare una corretta bagnatura degli organi obiettivo. I volumi d'acqua utilizzati sono stati di 1000 L/ha.

Nelle prove condotte su albicocco, pesco e nettarino per verificare l'efficacia di penthiopyrad nei confronti di *S. pannosa* e *P. tridactyla* si sono effettuate da quattro a sei applicazioni al dosaggio di 1,5 L/ha di prodotto formulato (p.f.) a 7-10 giorni di intervallo, a partire dalla fase di fine fioritura-inizio formazione frutticini (BBCH 69-72). Nelle prove volte a verificare l'efficacia del prodotto nel controllo della moniliosi dei rami e dei fiori sono state effettuate due applicazioni al dosaggio di 1,2 L/ha di p.f. a 7-10 giorni di intervallo, a partire dalla fase di inizio fioritura (BBCH 60). Infine nelle prove di lotta al marciume bruno si sono effettuate 2-3 applicazioni al dosaggio di 1,5 L/ha di p.f. a 7-14 giorni di intervallo, durante la fase di maturazione dei frutti (BBCH 76-89). Le applicazioni sono state effettuate in via preventiva, al manifestarsi delle condizioni predisponenti la malattia.

L'elenco dei prodotti saggiati nelle diverse prove, la loro formulazione e i dosaggi impiegati sono riportati in tabella 1, mentre gli elementi descrittivi delle prove sono riportati in tabella 2. Per sintesi esplicativa alcune tesi sperimentali presenti nei protocolli originali sono state omesse e ciò spiega la non corretta sequenzialità delle lettere che indicano la significatività dei valori.

Tabella 1. Elenco dei prodotti saggiati, loro formulazione e dosaggi utilizzati nelle prove

Principio attivo	Nome commerciale	Concentrazione s. a. e formulazione	Dose applicata/ha	
			g-mL p.f.	g s.a.
Penthiopyrad	Fontelis	200 g/L SC	1.200-1.500	240-300
Miclobutanil	Systhane 24 E	240 g/L EC	250	60
Tetraconazolo	Lidal	40 g/L ME	1.000	40
Quinoxifen	Arius	250 g/L SC	300	75
Cyprodinil+fludioxonil	Switch	62,5% WG	600	375
Iprodione	Rovral Plus	500 g/L SC	1.500	750
Tebuconazolo	Folicur WG	25% WG	750	187,5
Boscalid+pyraclostrobin	Signum	33,4% WG	750	250
Penconazolo	Topas 10 EC	100 g/L EC	500	50

p.f.=prodotto formulato, s.a.=sostanza attiva

Tabella 2. Elementi descrittivi delle prove

Anno	Codice prova	Localita`	Naz.	Coltura	Varieta`	Avversita`
2010	FRZ-10-311	La Voulte sur Rhone	FR	Pesco	Red Fair	Moniliosi rami e fiori
2010	ITT-10-640	Imola (BO)	IT	Albicocco	Aurora	Moniliosi rami e fiori
2011	FRZ-11-310	Etoile sur Rhone	FR	Pesco	Bergeron	Moniliosi rami e fiori
2011	ESG-11-343	Montijo	ES	Nettarino	Ambra	Moniliosi rami e fiori
2011	ITN-11-705	Savignano sul Panaro (BO)	IT	Albicocco	Carmen	Moniliosi rami e fiori
2011	ITW-11-715	Cotignola (RA)	IT	Nettarino	Big Ben	Moniliosi frutti
2012	ITP-12-740	Scanzano Ionico (MT)	IT	Albicocco	Ninfa	Oidio
2012	ITU-12-740	Delia (CL)	IT	Pesco	Flaminia	Oidio
2013	ITT-13-675	Imola (BO)	IT	Nettarino	Mac 7	Oidio
2013	ITU-13-675	Delia (CL)	IT	Pesco	Fairtime	Oidio
2013	ITT-13-690	Altedo (BO)	IT	Albicocco	Carmen Top	Moniliosi frutti
2013	ITT-13-691	Bagnacavallo (RA)	IT	Nettarino	Big Ben	Moniliosi frutti
2014	ITU-14-790	Delia (CL)	IT	Nettarino	Horsiani 90	Oidio
2014	ITS-14-785	Verona (VR)	IT	Nettarino	Sweet Lady	Moniliosi frutti
2014	ITP-14-785	Budrio (BO)	IT	Nettarino	Orion	Moniliosi frutti
2015	ITP-15-780	Budrio (BO)	IT	Nettarino	Maria Anna	Moniliosi frutti
2015	ITI-15-780	S.Bartolomeo in Bosco (FE)	IT	Nettarino	Max 7	Moniliosi frutti

In ciascuna prova sono stati eseguiti almeno due rilievi di selettività e di efficacia dopo la comparsa dei primi sintomi sul testimone, osservando 100 organi. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza, separando le tesi che differivano significativamente con il test di Student-Newman-Keuls applicato al livello di $p \leq 0,05$.

Nelle prove ITW-11-715, ITT-13-690, ITT-13-691, ITP-14-785, ITP-15-780 sono stati raccolti 100 frutti maturi apparentemente sani per ripetizione e si sono conservati per sette giorni a 2-3,5 °C. Successivamente sono stati posti a temperatura ambiente (18-25 °C) e dopo 5-10 giorni si è provveduto a contare il numero di frutti danneggiati da moniliosi.

!

RISULTATI

Le prove di efficacia condotte dal 2010 al 2015 su albicocco, pesco e nettarino hanno dimostrato un'ottima efficacia di penthiopyrad (Fontelis®) nel controllare sia le infezioni di *S. pannosa* sia di *P. tridactyla*, agenti causali dell'oidio delle drupacee. In tabella 3 sono riportati i risultati ottenuti riguardanti le foglie mentre in tabella 4 quelli riguardanti i frutti. La figura 1 invece riporta l'efficacia media calcolata secondo il metodo di Abbott sulla incidenza di foglie e frutti colpiti nelle prove presentate in tabella 3 e 4. Altrettanto interessanti sono i risultati delle prove condotte per verificare l'efficacia del prodotto nel controllo della moniliosi dei rami e dei fiori riportati in tabella 5 e 6. In particolare in tabella 5 sono riportati i risultati riguardanti i livelli di controllo ottenuti sui fiori mentre in tabella 6 quelli riguardanti i getti. Nella figura 2 è riportata l'efficacia media calcolata secondo il metodo di Abbott sulla incidenza di fiori e getti colpiti nelle prove presentate in tabella 5 e 6. In tabella 7 sono riportati i risultati riguardanti le prove eseguite sulla moniliosi dei frutti mentre nel grafico 3 è riportata l'efficacia media calcolata secondo il metodo di Abbott sulla incidenza di frutti colpiti. Infine nella tabella 8 e nel grafico 4 sono riportati i risultati riguardanti le prove di post-conservazione. Nella figura 4 è riportata, anche in questo caso, l'efficacia media calcolata secondo il metodo di Abbott.

Tabella 3. Oidio delle drupacee: percentuale di foglie colpite (Diff.%) e intensità media per foglia (Int.%). Risultati di quattro prove, 2012-2014

Tesi	Dose g-mL s.a./ha	ITP-12-740		ITT-13-675		ITU-13-675		ITU-14-790	
		Diff. (%)	Int. (%)	Diff. (%)	Int. (%)	Diff. (%)	Int. (%)	Diff. (%)	Int. (%)
Penthiopyrad	300	4,0 cd*	0,2 c	10,5 bc	1,2 b	1,0 b	0,0 b	7,8 c	0,2 b
Miclobutanil	60	3,0 cd	0,1 c	12,0 b	1,3 b	4,0 b	0,1 b	-	-
Tetraconazolo	40	-	-	-	-	-	-	10,0 c	0,3 b
Quinoxifen	75	-	-	-	-	-	-	23,3 b	0,9 b
Testimone n. t.	-	38,0 a	18,5 a	22,5 a	4,8 a	19,0 a	0,6 a	85,5 a	6,5 a

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

!

Tabella 4. Oidio delle drupacee: percentuale di frutti colpiti. Risultati di quattro prove, 2012-2013

Tesi	Dose g-mL s.a./ha	ITU-12-740	ITP-12-740	ITT-13-675	ITU-13-675
Penthiopyrad	300	5,8 c*	0 b	9,0 b	0 b
Miclobutanil	60	11,5 b	0 b	7,7 b	0 b
Penconazolo	50	11,5 b	0 b	-	-
Testimone n. t.	-	17,8 a	2,8 a	22,7 a	4,5 a

*Vedi tabella 3

Figura 1. Oidio delle drupacee: efficacia media percentuale (Abbott) sulla percentuale di foglie e frutti colpiti nelle prove presentate nelle tabelle 3 e 4

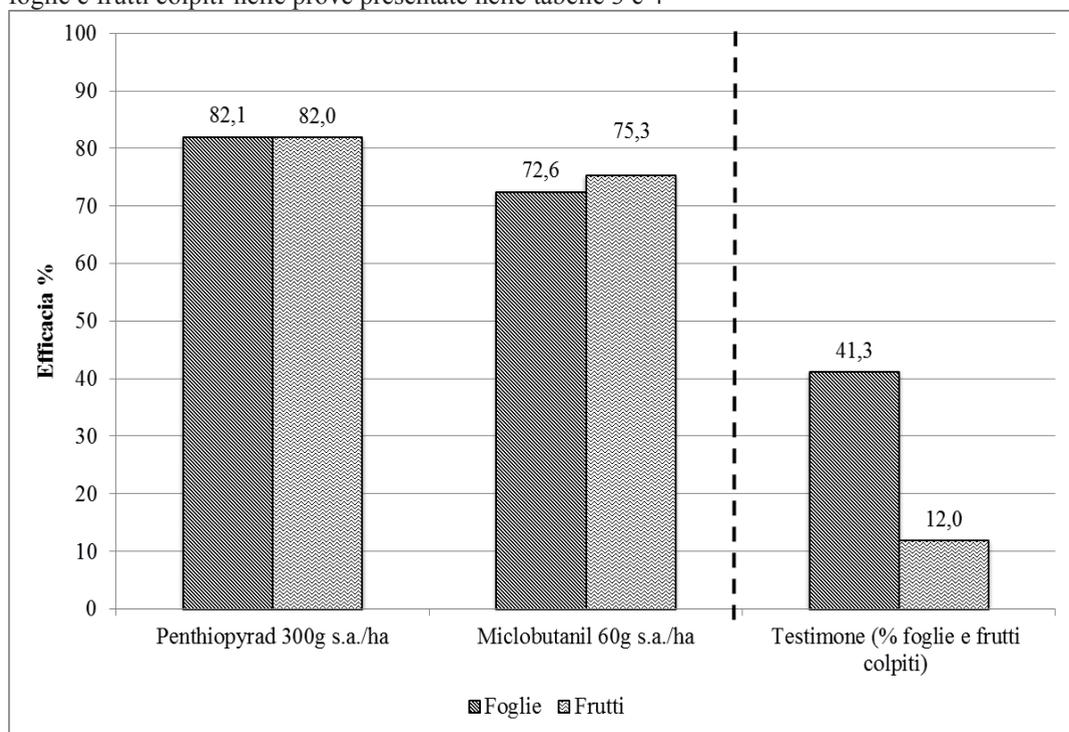


Tabella 5. Moniliosi dei rami e dei fiori: percentuale di fiori colpiti. Risultati di quattro prove, 2010-2011

Tesi	Dose g-mL s.a./ha	FRZ-10-311	ITT-10-640	FRZ-11-310	ITN-11-705
Penthiopyrad	240	1,8 b*	26,5 b	0,8 bcd	0 b
Iprodione	750	1,9 b	46,3 ab	2,7 b	0 b
Testimone n. t.	-	12,8 a	58,8 a	10,4 a	15,0 a

*Vedi tabella 3

Tabella 6. Moniliosi dei rami e dei fiori: percentuale di getti colpiti su 100 getti osservati. Risultati di quattro prove, 2010-2011 !!

Tesi	Dose g-mL s.a./ha	FRZ-10-311	ITT-10-640	ESG-11-343	ITN-11-705
Penthiopyrad	240	0,9 b*	13,1 b	4,0 bc	1,0 b
Iprodione	750	1,7 b	17,9 b	9,0 b	1,0 b
Testimone n. t.	-	16,0 a	56,9 a	37,0 a	27,5 a

*Vedi tabella 3

Figura 2. Moniliosi dei rami e dei fiori: efficacia media percentuale (Abbott) sulla percentuale di fiori e getti colpiti nelle prove presentate nelle tabelle 5 e 6!

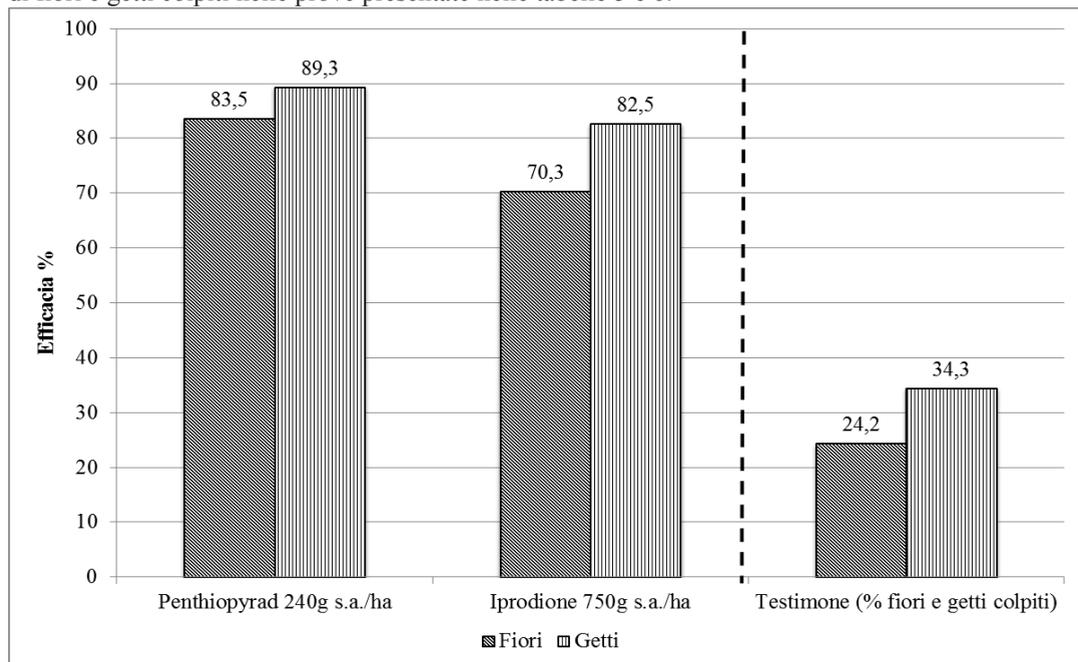


Tabella 7. Moniliosi dei frutti: percentuale di frutti colpiti su 100 frutti osservati. Risultati di quattro prove, 2014-2015!

Tesi	Dose g- mL s.a./ha	ITS-14-785		ITP-14-785		ITP-15-780		ITI-15-780	
Penthiopyrad	300	10,3	b*	1,0	b	3,3	b	2,3	b
Tebuconazolo	187,5	7,0	b	2,3	b	4,8	b	4,8	b
Boscalid + pyraclostrobin	250	6,3	b	1,0	b	4,1	b	4,5	b
Cyprodinil + fludioxonil	375	22,8	a	0,5	b	3,8	b	5,0	b
Testimone n. t.	-	24,0	a	32,8	a	8,1	a	12,8	a

*Vedi tabella 3

Figura 3. Moniliosi dei frutti: efficacia media percentuale (Abbott) sulla percentuale di frutti colpiti nelle prove presentate nella tabella 7!

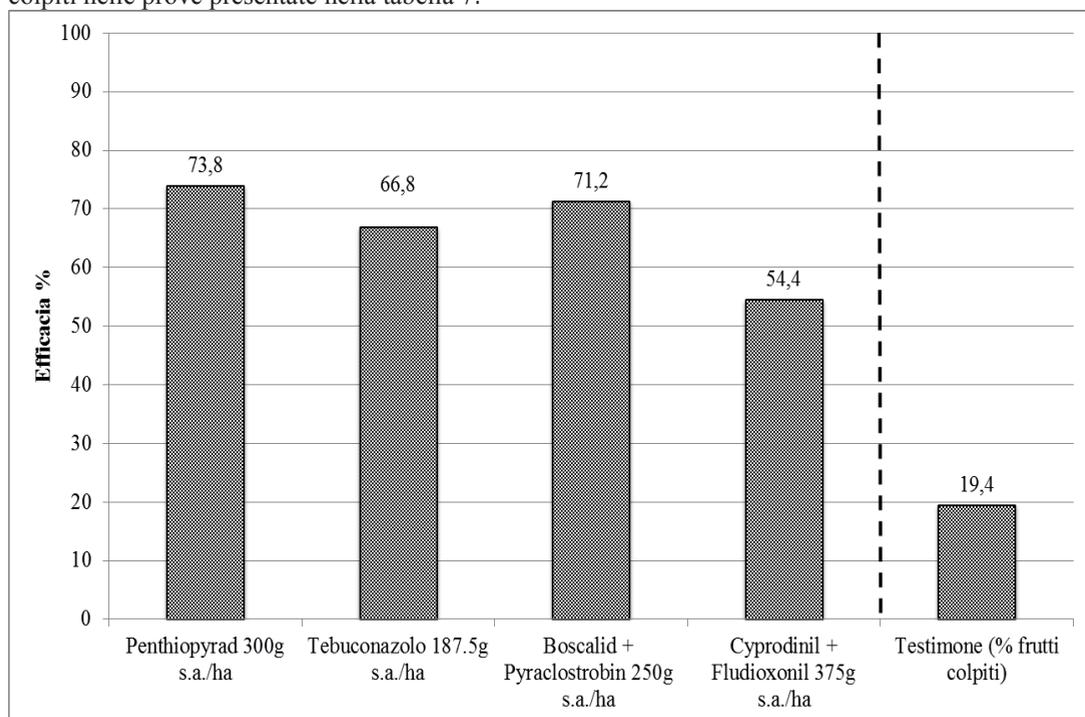
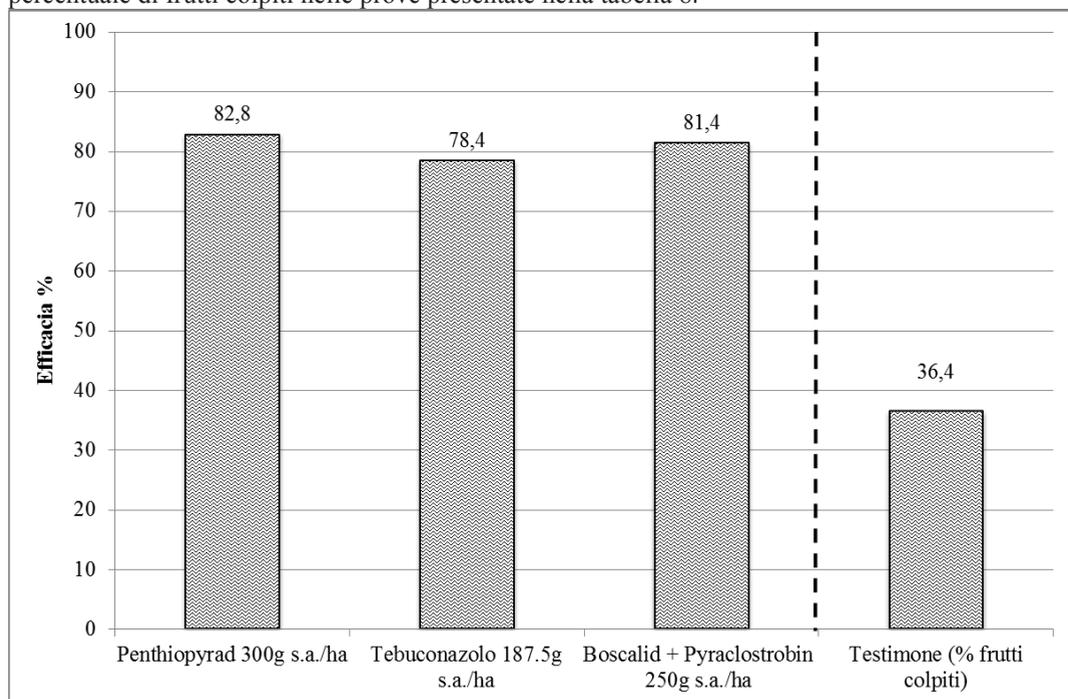


Tabella 8. Moniliosi dei frutti: efficacia in post-conservazione, percentuale di frutti colpiti. Risultati di cinque prove, 2011-2015

Tesi	Dose g-mL s.a./ha	ITW-11-715	ITT-13-690	ITT-13-691	ITP-14-785	ITP-15-780
Penthiopyrad	300	26,6 b*	2,0 b	0 b	3,0 bc	12,0 b
Tebuconazolo	187,5	28,5 b	3,0 b	0 b	8,0 b	13,0 b
Boscalid + pyraclostrobin	250	42,5 b	0 b	0 b	4,0 bc	10,5 b
Testimone n. t.	-	76,5 a	17,0 a	6,0 a	46,0 a	36,5 a

*Vedi tabella 3

Figura 4. Moniliosi dei frutti in post-conservazione: efficacia media percentuale (Abbott) sulla percentuale di frutti colpiti nelle prove presentate nella tabella 8!



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'esperienza di cinque anni di prove condotte in tutta Italia e nel sud Europa su albicocco, pesco e nettarino ha messo in luce l'ottima efficacia di penthiopyrad (Fontelis) nel controllo dell'oidio, della moniliosi dei fiori, dei rami e dei frutti, nonché la sua capacità di preservare la commerciabilità dei frutti anche nelle fasi di post-raccolta. Sia alla dose di 1,2 L/ha di formulato applicata in fioritura, sia alla dose di 1,5 L/ha di formulato applicata durante le fasi di accrescimento e maturazione dei frutti, il prodotto ha ottenuto delle performance di protezione degli organi bersaglio uguali o superiori ai migliori standard di riferimento. Per

l'ampio spettro e l'innovativo meccanismo d'azione, oltre al favorevole profilo tossicologico e ambientale, Fontelis si propone come un nuovo e prezioso strumento per la difesa delle drupacee. Nell'ottica di una strategia anti-resistenza, si raccomanda di utilizzare il prodotto solamente in via preventiva e all'interno di programmi di difesa integrata dove, accanto alla migliore tecnica agronomica, si preveda l'impiego di fungicidi a differente meccanismo d'azione, in accordo alle strategie antiresistenza raccomandate dal FRAC.

LAVORI CITATI

- AA.VV., 2015. Frutticoltura sostenibile in piemonte – Linee tecniche 2015. Consorzio di ricerca e sperimentazione per l'ortofrutticoltura piemontese, 63-78.
- Bugiani R., 2013. Oidio del pesco, le cause della recrudescenza. *Terra e Vita*, 9, 56-58.
- F.R.A.C., 2015. FRAC Code List©2015. www.frac.info/publications.
- Holb I.J., 2008. Brown rot blossom blight of pome and stone fruits: symptom, disease cycle, host resistance, and biological control. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 3, 15–21.
- Milanesi L., Pirovano C., Audisio M., Rasera R., Pasquini S., 2012. Penthiopyrad (Fontelis) nuovo fungicida ad ampio spettro per fruttiferi ed orticole: caratteristiche generali ed efficacia sulle principali malattie fungine delle pomacee. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 187-194.
- Troisi M., Gimillaro M.P., Mangiapan S., Pirovano C., Pasquini S., 2012. Penthiopyrad (Fontelis®), nuovo fungicida ad ampio spettro: esperienze nel controllo di botrite e sclerotinia delle orticole. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 559-564.