

VALUTAZIONE IN PIENO CAMPO DELLA PERSISTENZA DI ALCUNI FUNGICIDI UTILIZZATI NEL CONTENIMENTO DELLA MACULATURA BRUNA DEL PERO

M. SCANNAVINI¹, L. MIROSSEVICH¹, M. PRETI¹, R. BUGIANI²

⁽¹⁾ Astra Innovazione e Sviluppo – Via Tebano, 45 - 48018 Faenza (RA)

⁽²⁾ Servizio Fitosanitario – Regione Emilia-Romagna – Via Saliceto, 81 - 40128 Bologna
massimo.scannavini@astrainnovazione.it

RIASSUNTO

In prove parcellari di pieno campo effettuate negli anni 2013 e 2015 è stata valutata l'attività di alcuni dei principali fungicidi attualmente sul mercato o di prossima registrazione contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*). Scopo della prova era quello di valutarne la persistenza d'azione in funzione di applicazioni effettuate a 4-6, 7 e 10 giorni di intervallo. I trattamenti sono stati effettuati dalla caduta petali alla raccolta e i rilievi sono stati effettuati sui frutti. I risultati ottenuti evidenziano l'attività, anche con turni più allungati, di fluazinam e captano sia da solo che in miscela con fosfito di potassio. Risultati meno performanti sono stati ottenuti da fludioxonil. Thiram ha confermato i limiti di efficacia quando utilizzato con intervalli superiori ai 4-5 giorni, mentre una scarsa protezione dei frutti è stata mostrata da dodina. Tra i fungicidi appartenenti al gruppo degli SDHI (inibitori della succinato deidrogenasi) una buona efficacia è stata mostrata da fluopyram+tebuconazolo e fluxapyroxad; meno performante è risultata l'azione di boscalid e penthiopyrad. Per questo gruppo di fungicidi si è evidenziato un significativo calo di efficacia quando il turno d'intervento è stato superiore ai sette giorni.

Parole chiave: SDHI, *Stemphylium vesicarium*, difesa

SUMMARY

FIELD EVALUATION OF THE PERSISTENCE OF SOME FUNGICIDES IN THE CONTROL OF PEAR BROWN SPOT

Field efficacy evaluation of several fungicides currently used or yet to be authorized for the control of pear brown spot caused by *Stemphylium vesicarium* was carried out over the years 2013-2015. Aim of the trials was to assess the efficacy of fungicides when applied at 4-6, 7 and 10 day interval. Treatments were carried out from petal fall to pre-harvest and assessments were carried out on fruits. Results showed that fluazinam and captan applied alone or in mixture with potassium phosphite provide a good disease control even with longer intervals of application. Fludioxonil showed a lower activity. Thiram confirmed to be less effective with interval of application exceeding 4-5 days, while dodine failed to protect the fruit satisfactorily. Among the ISDH fungicides, fluopyram+tebuconazole and fluxapyroxad proved to be the most effective while boscalid and penthiopyrad were less performant. In general, ISDH fungicides showed an efficacy reduction when applied at more than 7 days interval.

Keywords: SDHI, *Stemphylium vesicarium*

INTRODUZIONE

La maculatura del pero, causata da *Stemphylium vesicarium*, rappresenta ormai da circa trenta anni la più grave e temuta malattia fungina del pero in tutto il bacino europeo e in particolare nella Pianura Padana. In condizioni climatiche particolarmente favorevoli gli attacchi del patogeno possono determinare la perdita di quasi tutta la produzione.

Lo sviluppo della malattia è strettamente influenzato da alcune condizioni ambientali, oltre che dalla suscettibilità varietale, dalla fase fenologica e dalla diversa recettività dei vari organi della pianta. Le peculiari caratteristiche biologiche ed epidemiologiche del patogeno e il prolungato periodo di suscettibilità dei frutti, obbligano ad una costante attenzione e all'adozione di strategie di difesa molto più restrittive rispetto alle altre malattie fungine.

Attualmente la strategia di difesa adottata nei confronti della maculatura si basa sull'esecuzione di trattamenti fungicidi a partire dalla fase di "caduta petali" fino alla raccolta. Negli ultimi anni tuttavia alcuni fattori sia normativi sia tecnico-commerciali hanno portato alla rimodulazione delle linee di difesa da tempo consolidate.

La revisione europea dei prodotti fitosanitari ha determinato la scomparsa dal mercato di alcuni efficaci principi attivi e/o alla limitazione nel numero massimo di applicazioni nel corso dell'anno per la maggior parte di quelli attualmente impiegabili.

Dall'altro lato sono stati introdotti recentemente sul mercato, per il contenimento della maculatura sia principi attivi di vecchia conoscenza come il fluazinam che altri facenti parte della nuova classe degli SDHI (inibitori della succinato deidrogenasi). (Tabanelli *et. al* 2014, Troisi *et. al* 2012,

A tutto ciò si deve aggiungere il rischio di comparsa di ceppi di *S. vesicarium* resistenti a taluni principi attivi come nel caso (ampiamente diffuso) delle dicarbossimidi o in misura minore degli analoghi delle strobilurine, per cui risulta fortemente limitato l'utilizzo di questo gruppo di fungicidi (Alberoni *et al.*, 2006).

Nonostante il quadro sopradescritto, ampia rimane la scelta dei fungicidi impiegabili nei confronti della maculatura. Proprio per necessità di caratterizzare meglio tutti i principi attivi attualmente a disposizione, sono stati impostate nel corso degli anni 2013 e 2015 alcune prove di campo in cui si è voluto verificare l'efficacia e la persistenza d'azione della maggior parte dei fungicidi attualmente disponibili per il contenimento di questa malattia.

MATERIALI E METODI

Gli studi sono stati realizzati in alcuni pereti commerciali ubicati nelle provincie di Bologna e Ravenna negli anni 2013 e 2015 le cui caratteristiche sono riportate in tabella 1. Lo schema sperimentale adottato è stato quello del blocco randomizzato con quattro ripetizioni e parcelle di 3-5 piante contigue sul filare.

Le applicazioni sono state effettuate dalla fase fenologica della caduta petali alla raccolta trattando le piante con un nebulizzatore spalleggiato e distribuendo un volume d'acqua di 1.300-1.400 L/ha.

I rilievi sono stati effettuati conteggiando la percentuale di frutti colpiti su un campione di 50-100 frutti per parcella. I dati sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e le differenze tra le medie confrontate con il test di Student-Newman-Keuls (SNK) per $p \geq 0,05$. Il grado d'azione è stato calcolato attraverso la formula di Abbott.

I formulati saggati nelle diverse prove sono elencati nella tabella 2.

Tabella 1. Caratteristiche dei frutteti in cui sono state realizzate le prove

Anno di prova	Località	Cv	Sesto d'impianto	Età	Forma d'allevamento
2013	Malalbergo (BO)	Conference	3,7 x 1,0 m	21	Fusetto
2015	Galliera (BO)	Conference	3,8 x 2,0 m	25	Palmetta
2015	Ravenna	Abate Fetel	4,0 x 2,0 m	10	Fusetto

Tabella 2. Sostanze attive, formulati e relativi dosaggi applicati nei diversi anni di prova

Sostanza attiva	Formulato	Contenuto sostanza (% o g/L)	Formulazione	Dose formulato	2013 (BO)	2015 (BO)	2015 (RA)
Captano	Merpan 80 WG	80	WG	2.000 g/ha	*	*	*
Captano	Merpan 80 WG	80	WG	2.400 g/ha	*	-	-
Fosfito di K+ captano	MCW-800	440+360	SC	3.000 mL/ha	-	-	*
Fluazinam	Nando Maxi	500	SC	1.500 mL/ha	*	-	*
Fludioxonil	Geoxe	50	WG	450 g/ha	*	-	*
Boscalid	Cantus	50	WG	400 g/ha	*	*	*
Thiram	Silfur	80	WG	3.000 g/ha	*	-	*
Dodina	Syllit 335 Sc	335	SC	1.900 mL/ha	*	-	-
Fluxapyroxad	Xemium	300	SC	300 mL/ha	-	*	*
Penthiopyrad	Fontelis	200	SC	1.125 mL/ha	-	*	*
Fluopyram+ tebuconazolo	Luna Experience	200+200	SC	750 mL/ha	-	*	*
Tebuconazolo	Folicur WG	200+200	WG	600 g/ha	-	-	*

RISULTATI

Prova 2013 (Malalbergo – BO)

Obiettivo della prova era quello di verificare l'efficacia di diversi principi attivi applicati con intervalli rispettivamente di 4-6, 7 e 10 giorni. A tale scopo il pereto oggetto della sperimentazione è stato suddiviso in tre appezzamenti distinti, contigui tra di loro dove all'interno di ognuno di essi i principi attivi venivano applicati con uno dei tre turni d'intervento oggetto di verifica.

La verifica sperimentale pur essendo localizzata in una azienda caratterizzata dalla presenza di un forte inoculo non è stata favorita nella sua realizzazione dalle condizioni climatiche registrate durante la prova. I forti abbassamenti di temperatura registrati in primavera si sono rivelati un fattore limitante allo sviluppo della malattia anche quando le condizioni di bagnatura erano favorevoli al patogeno. Al contrario quando le temperature si sono innalzate verso la fine di maggio la bagnatura ha costituito un fattore limitante in seguito alla scarsità di pioggia e bassa umidità relativa registrata. Condizioni climatiche favorevoli allo sviluppo epidemiologico del patogeno si sono verificate solo in seguito alle precipitazioni di metà luglio che hanno determinato la comparsa di sporadiche macchie sui frutti all'inizio di agosto. Successivamente, le piogge cadute nella prima e terza decade di agosto hanno determinato un incremento della malattia in corrispondenza della raccolta.

I risultati della prova (tabella 2) hanno evidenziato come nel blocco dove è stato utilizzato un turno d'intervento di 4-6 giorni il testimone non trattato presentava alla raccolta (effettuata il 3 settembre) un'infezione che ha interessato l'11,8% dei frutti esaminati. Con tale pressione della malattia tutti i fungicidi si sono differenziati statisticamente dal tesimone, garantendo un

buon contenimento del patogeno ad esclusione della tesi dodina che ha offerto una protezione significativamente inferiore rispetto a quella degli altri principi attivi.

Considerazioni analoghe si possono trarre analizzando i risultati ottenuti impiegando i fungicidi con un turno di 7 giorni dove il testimone presentava l'11,3% di frutti colpiti.

Il testimone non trattato nel blocco dove si è utilizzato un turno di 10 giorni ha raggiunto il 14,5% di frutti colpiti. Tutti i principi attivi si sono differenziati statisticamente dal testimone. Captano con entrambe le dosi d'impiego, fluazinam e boscalid hanno garantito numericamente le migliori protezioni. A un livello inferiore, numericamente ma non statisticamente, si è posizionato fludioxonil. Thiram e dodina hanno dimostrato invece un'efficacia statisticamente inferiore

Tabella 2. Prova 2013: risultati forniti dai diversi turni d'intervento (rilievo del 3 settembre)

Sostanza attiva	Dose/ha formulato commerciale	Turno 4-6 gg		Turno 7 gg		Turno 10 gg	
		% frutti colpiti	Grado % azione*	% frutti colpiti	Grado % azione	% frutti colpiti	Grado % azione
Captano	2.000 g	1,5 a**	87,2	0,8 a	92,9	2,0 a	86,2
Captano	2.400 g	1,0 a	91,5	1,8 a	84,0	1,8 a	87,6
Fluazinam	1.500 g	2,5 a	78,8	2,0 a	82,3	3,0 a	79,3
Fludioxonil	450 g	4,3 a	63,5	3,0 a	73,4	4,8 abc	66,9
Boscalid	400 g	2,8 a	76,2	1,8 a	84,0	3,5 ab	75,9
Thiram	3.000 g	4,8 a	59,3	3,3 a	70,8	7,0 bc	51,7
Dodina	1.900 mL	8,5 b	27,9	9,0 b	20,4	8,5 c	41,4
Testimone n.t.	-	11,8 c	-	11,3 b	-	14,5 d	-

Date interventi:

turno 4-6 giorni: 4, 8, 15, 20, 27/5 - 3, 6, 11, 17, 21, 25/6 - 2, 8, 15, 21, 26, 31/7 - 7, 13/8

turno 7 giorni: 4, 9, 15, 22, 29/5 - 6, 12, 20, 27/6 - 5, 12, 19, 26/7 - 5, 12/8

turno 10 giorni: 4, 12, 22/5 - 3, 14, 27/6 - 8, 17, 26/7 - 7/8

*Grado d'azione calcolato secondo la formula di Abbott

**Le medie della stessa colonna seguite dalle stesse lettere non differiscono significativamente tra loro al test SNK per $p \leq 0,05$

Prova 2015 (Galliera – BO)

Scopo della prova, analogamente a quella del 2013, era di verificare l'efficacia di fungicidi appartenenti al gruppo degli SDHI a confronto con captano con turni d'intervento di 7 e 10 giorni. Anche in questo caso il pereto oggetto di sperimentazione è stato suddiviso in due distinti appezzamenti contigui tra loro dove sono stati applicati i fungicidi con i due turni d'intervento a confronto.

Le frequenti e abbondanti precipitazioni registrate nel mese di maggio verificatesi in condizioni di temperatura ottimale hanno favorito il decorso epidemico della malattia con la comparsa dei primi sintomi sia sulle foglie che sui frutti già nella seconda decade del mese.

Il rilievo effettuato il 24 giugno prima del diradamento (tabella 3) evidenzia come gli esiti delle ripetute infezioni verificatesi nel mese di maggio abbiano determinato un attacco sul testimone che ha interessato mediamente il 25% dei frutti sia nel blocco dove i fungicidi sono stati utilizzati con un turno a 7 giorni che in quello con interventi a 10 giorni.

Con trattamenti cadenzati ogni 7 giorni tutte le tesi hanno contenuto in maniera statisticamente significativa la malattia rispetto al testimone. Fluopyram+tebuconazolo ha garantito una protezione statisticamente superiore rispetto agli altri fungicidi ad eccezione della tesi trattata con captano. Buona è risultata anche l'efficacia di fluxapyroxad mentre inferiore, ma senza differenza significativa, è risultata l'attività di boscalid e penthiopyrad. Con un turno di 10 giorni tutti i fungicidi hanno garantito una protezione statisticamente superiore rispetto al testimone e tra loro analoga. Complessivamente ad eccezione di boscalid tutte le sostanze attive hanno evidenziato un calo di efficacia rispetto alle prestazioni fornite con il turno d'intervento più breve.

Successivamente elevate temperature e l'assenza di precipitazioni nel mese di luglio hanno determinato un arresto dello sviluppo della malattia che tuttavia è ripreso nel mese di agosto in cui le precipitazioni registrate hanno determinato alcune infezioni di grave entità.

Il rilievo effettuato il 24 agosto prima della raccolta evidenzia come le infezioni del mese di agosto abbiano determinato un analogo incremento della malattia in entrambi i testimoni con un attacco che mediamente ha interessato il 50% dei frutti esaminati.

Con un turno di 7 giorni tutte le tesi hanno garantito una protezione dei frutti statisticamente significativa rispetto al testimone e tra loro analoga. Numericamente inferiore è tuttavia l'efficacia mostrata da penthiopyrad. Con la cadenza di 10 giorni fluxapyroxad, captano e fluopyram+tebuconazolo hanno fornito una protezione statisticamente più elevata rispetto a boscalid e penthiopyrad.

Tabella 3. Prova 2015-Galliera: risultati forniti dai diversi turni d'intervento nei due rilievi

Sostanza attiva	Rilievo 24 giugno				Rilievo 24 agosto			
	Turno 7 gg		Turno 10 gg		Turno 7 gg		Turno 10 gg	
	% frutti colpiti	Grado % azione*	% frutti colpiti	Grado % azione	% frutti colpiti	Grado % azione	% frutti colpiti	Grado % azione
Captano	3 cd**	88,0	5,0 b	80,4	12,5 b	74,5	13,0 cd	74,0
Fluxapyroxad	4,0 bc	84,0	7,5 b	68,6	14,5 b	70,4	11,0 d	78,0
Penthiopyrad	8,0 bc	68,0	13,0 b	49,0	20,0 b	59,2	34,0 ab	32,0
Boscalid	9,0 b	64,0	7,5 b	70,6	12,5 b	74,5	21,0 bc	58,0
Fluopyram+tebuconazolo	0,5 d	98,0	7,0 b	72,5	10,0 b	79,6	16,5 cd	67,0
Testimone n.t	25,0 a	-	25,5 a	-	49,0 a	-	50,0 a	-

Date interventi:

turno 7 giorni: 29/4, 6, 13, 20, 27/5 - 3, 12, 18, 25/6 - 3, 9, 16, 22, 29/7 - 5/8

turno 10 giorni: 29/4 8, 20, 29/5 - 8, 18, 29/6- 9, 20, 29/7 - 12/8

*Grado d'azione calcolato secondo la formula di Abbott

**Vedi tabella 2

Prova 2015 (Ravenna)

Scopo della prova era verificare l'efficacia della maggior parte dei fungicidi impiegabili nella difesa alla maculatura bruna del pero applicandoli con un turno d'intervento variabile tra i 7 e 10 giorni secondo le condizioni climatiche e le indicazioni fornite dal modello previsionale BSP-Cast (Lorente *et al.*, 2000). Il decorso epidemiologico della malattia è stato analogo a quello della prova realizzata a Galliera con condizioni climatiche favorevoli allo sviluppo del patogeno in maggio e giugno e successivo ciclo di infezioni a ridosso della raccolta dopo il periodo di stasi determinato dalle elevate temperature registrate in luglio.

Il rilievo effettuato il 26 giugno (tabella 4) evidenzia nel testimone non trattato il 41% dei frutti colpiti. Tutte le tesi hanno garantito un contenimento della malattia significativo rispetto al testimone. Fluopyram+tebuconazolo, numericamente ha offerto la migliore prestazione, tutti gli altri fungicidi hanno offerto una protezione ad esso statisticamente analoga ad eccezione di thiram che si è posto su un livello inferiore.

Le infezioni del mese di agosto hanno determinato un incremento della malattia, come si può desumere nel rilievo del 28 agosto che evidenzia nel testimone un attacco del 71,3%,

I dati ottenuti mostrano come fluazinam abbia garantito il migliore contenimento della malattia, sullo stesso piano di efficacia si sono attestati fluopyram+tebuconazolo, captano da solo e in miscela con fosfito di K. Su un livello di efficacia statisticamente inferiore rispetto a fluazinam si pongono fluxapyroxad, penthiopyrad, boscalid, e tebuconazolo. Scarsa è l'efficacia mostrata da thiram che si è differenziato statisticamente da tutte le altre tesi.

Tabella 4. Prova 2015-Ravenna: risultati forniti dai due rilievi

Sostanza attiva	Rilievo 26 giugno		Rilievo 28 agosto	
	% frutti colpiti	Grado azione %*	% frutti colpiti	Grado azione %
Captano	13,0 bc**	68,3	22,0 cde	69,4
Captano+fosfito di K	11,5 c	73,2	18,8 de	73,6
Fluazinam	8,5 c	79,3	17,3 e	75,7
Fludioxonil	17,5 bc	57,3	29,5 cd	58,6
Boscalid	10,0 c	75,6	26,5 cd	63,1
Thiram	31,5 ab	23,2	48,8 b	31,5
Penthiopyrad	10,5 c	74,4	29,0 cd	59,3
Fluxapyroxad	10,0 c	75,6	26,0 cd	63,5
Fluopyram+tebuconazolo	3,5 c	91,4	18,8 de	73,6
Tebuconazolo	14,1 bc	65,6	33,0 c	53,7
Testimone non trattato	41,0 a	-	71,3 a	-

Date interventi: 30/4, 11, 19, 28/5 - 5, 15, 23/6 - 1, 8, 15, 24/7 - 3, 12/8

*Grado d'azione calcolato secondo la formula di Abbott

**Vedi tabella 2

CONCLUSIONI

L'esame dei dati emersi dalla sperimentazione fornisce un aggiornamento sulle possibilità di contenimento della maculatura bruna del pero con i fungicidi attualmente a disposizione. I risultati ottenuti confermano la validità anche con turni allungati dei prodotti di copertura quali fluazinam e captano sia da solo che in miscela con fosfito di potassio, mentre thiram, in condizioni di elevato rischio infettivo ha evidenziato i limiti già noti quando viene impiegato con cadenze superiori a 4-5 giorni. Le stesse difficoltà vengono manifestate, anche se in misura minore, da tebuconazolo. Dodina ha invece evidenziato una scarsa protezione dei frutti anche in condizioni di bassa pressione della malattia. Fludioxonil ha mostrato una buona attività che tuttavia decresce quando impiegato con turni superiori a 7 giorni.

Relativamente agli SDHI, i dati ottenuti evidenziano la buona efficacia della miscela fluopyram+tebuconazolo e di fluxapyroxad. Meno performante, rispetto agli altri fungicidi del gruppo, è risultata l'azione di boscalid e penthiopyrad. Nel complesso questo gruppo di sostanze attive hanno tutte evidenziato un calo di efficacia quando impiegati con turno d'intervento superiore ai 7 giorni.

In conclusione e, in analogia con altre esperienze condotte in Emilia-Romagna (Brunelli *et al.*, 2014) le presenti prove hanno confermato come la difesa del pero, pur con i limiti imposti dalle recenti normative europee e dalle conseguenti implicazioni tecnico-commerciali, possa essere effettuata con successo grazie all'ampia scelta di fungicidi, che consentono di allungare e raccorciare gli intervalli di applicazione in funzione del livello del rischio infettivo.

LAVORI CITATI

- Alberoni G., Collina M., Brunelli A., 2006. Sensibilità di *Stemphylium vesicarium*, agente della maculatura bruna del pero ai fungicidi dicarbossimidici e analoghi delle strobilurine. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 105-110.
- Brunelli, A. Pironi A., Portillo I, Vignini, M., Vigna F., Manicone F., Ciriani A., Collina M., 2014. Aggiornamenti sperimentali sull'attività di vecchi e nuovi fungicidi contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 109-118.
- Llorente I., Vilardel P., Bugiani R., Gherardi I., Montesinos E., 2002. Evaluation of BPScast disease warning system in reduced fungicide use programs for management of brown spot of pear. *Plant Disease* 84 (6), 2000, 631-637.
- Tabanelli G.L., Ronga G., Pancaldi M., Ferri I., Tarlazzi S., Quaglini L., 2014 Fluxapyroxad (Xemium), nuovo fungicida SDHI ad ampio spettro. *Atti Giornate Fitopatologiche* 2,3-10.
- Troisi M., M. P. Gimmillaro 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.

