

ATTIVITÀ DI RECENTI FUNCICIDI INIBITORI DELLA SUCCINATO DEIDROGENASI (SDHI) CONTRO LA MACULATURA BRUNA DEL PERO

A. BRUNELLI, M. FABBRI, F. CASAGRANDI, E. GEMINIANI, P.P. TROIANO
Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Scienze agrarie - Università degli Studi
Viale G. Fanin, 46, 40127 Bologna
agostino.brunelli@unibo.it

RIASSUNTO

In quattro prove parcellari di campo condotte nel quadriennio 2012-2015 su cv. Abate Fétel è stata valutata l'attività contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*) di fluopyram (in miscela formulata con tebuconazole), penthiopyrad e fluxapyroxad, applicati, a confronto con alcuni prodotti standard, a intervalli di circa 10 giorni dall'inizio dello sviluppo dei frutti fino alla pre-raccolta. I trattamenti sono stati eseguiti con lancia manuale montata su motopompa semovente, bagnando la vegetazione fino allo sgocciolamento. Nei rilievi è stato valutato, sempre alla raccolta, in una prova anche sulla pianta, il grado d'attacco dei frutti. In tutte le prove i tre recenti SDHI hanno evidenziato una buona capacità di contenimento della maculatura bruna, su livelli più o meno vicini all'iprodione, che ha confermato le sue note caratteristiche di prodotto di riferimento nella lotta alla malattia. I risultati delle verifiche dimostrano che i nuovi SDHI fluopyram, penthiopyrad e fluxapyroxad appaiono in grado di essere proficuamente inseriti nei programmi di difesa del pero dalla maculatura bruna.

Parole chiave: *Stemphylium vesicarium*, Abate Fétel, fluopyram, penthiopyrad, fluxapyroxad

SUMMARY

ACTIVITY EVALUATION OF RECENT SDHI FUNGICIDES IN THE CONTROL OF PEAR BROWN SPOT (*STEMPHYLIUM VESICARIUM*)

The new SDHI fungicides fluopyram (in ready mixture with tebuconazole), penthiopyrad and fluxapyroxad were evaluated in four field plot trials for their activity against brown spot (*Stemphylium vesicarium*), the main fungal pear disease in Italy, that needs many preventative treatments between blooming and harvest. The trials were carried out over four years (2012-2015) on cv. Abbé Fétel in Emilia Romagna region, main Italian pear growing area. The fungicides were applied with hand gun at about ten day intervals between fruit setting and about a month before harvest. The assessments, carried out on fruits near or at the harvest, showed a good activity of the three recent SDHIs, with a control degree more or less similar to that of iprodione, that confirmed its known high efficacy against pear brown spot. This results show that fluopyram, penthiopyrad and fluxapyroxad may be included among the fungicides which can be profitably used in the control of pear brown spot.

Keywords: Abbé Fétel, fluopyram, penthiopyrad, fluxapyroxad

INTRODUZIONE

La gestione della maculatura bruna del pero (causata dall'ascomicete *Pleospora allii*, principalmente nella sua forma agamica *Stemphylium vesicarium*), a causa delle peculiarità biologiche del patogeno (produzione di tossine e lungo periodo di sensibilità della coltura), richiede l'applicazione preventiva e ripetuta di idonei fungicidi. Per tale motivo, sin dalla comparsa della malattia alla fine degli anni '70 del secolo scorso, le verifiche sperimentali sulla difesa hanno preso in considerazione primariamente l'attività dei prodotti, allo scopo di aggiornare le indicazioni per l'impostazione dei programmi d'intervento (Ponti e Brunelli, 1980; Brunelli *et al.*, 1984, 1986, 2000, 2004, 2010; Ponti *et al.*, 1993, 1996; Caruso *et al.*,

2008). Tale attività sperimentale, condotta prevalentemente in Emilia Romagna, principale area italiana di coltivazione del pero, ha accompagnato nel tempo la scelta pratica dei principi attivi. Come noto, questa si è evoluta dai ditiocarbammati (in particolare il thiram) al captano, alle dicarbosimidi (procymidone e iprodione, principalmente il primo fino a che è stato disponibile), al fenilpirrolo fludioxonil (in miscela con cyprodinil o da solo), alle stobilurine (kresoxim methyl, trifloxystrobin, pyraclostrobin), al fluazinam, agli inibitori della succinato deidrogenasi (SDHI), rappresentati per alcuni anni dal solo boscalid (impiegato anche in miscela con pyraclostrobin).

In questo lavoro vengono presentati i risultati delle verifiche condotte negli ultimi anni con tre recenti principi attivi appartenenti al gruppo degli SDHI: fluopyram (in miscela formulata con tebuconazole), penthiopyrad e fluxapyroxad, i primi due già autorizzati in Italia, il terzo di prossima registrazione.

MATERIALI E METODI

Le prove, di tipo parcellare, sono state condotte nel quadriennio 2012-2015 presso l'azienda sperimentale dell'Università di Bologna, sita ad Altedo di Malalbergo (Bo), nello stesso appezzamento cv Abate Fétel, in cui le tesi venivano alternate da un anno all'altro. L'impianto, costituito nel 1990, allevato "in parete", dell'altezza di 2,5 m, ha un sesto di m 3,5 x 2 e le piante presentano un limitato vigore vegetativo, che le rende particolarmente sensibili alla maculatura bruna. Nelle prove 2013 e 2014 sono stati utilizzati anche due filari di recente impianto (3-4 anni) nello stesso appezzamento.

Lo schema sperimentale era quello dei "blocchi randomizzati", con parcelle di piante contigue sul filare e quattro ripetizioni. Per i trattamenti è stata utilizzata una lancia a mano a singolo ugello montata su motopompa semovente mod. SEP 1700 Special, bagnando abbondantemente la vegetazione (volume massimo distribuito 10-11 hL/ha). I rilievi hanno considerato solo i frutti. In tutte le prove questi sono stati raccolti a fine ciclo per la quasi totalità fino ad altezza d'uomo e controllati distinguendo quelli colpiti da quelli sani. In due prove (2013-2014), si è, inoltre, proceduto a un controllo dei frutti colpiti sulle piante circa un mese prima della raccolta; nella prova 2014 sui frutti raccolti colpiti si è proceduto a contare anche il numero di macchie. I dati elementari sono stati sottoposti all'analisi della varianza e le medie confrontate con il test di Duncan (per $P \leq 0,05$). Sui valori medi dei risultati è stato calcolato il grado % d'azione (secondo la formula di Abbott).

I trattamenti sono stati sempre iniziati dopo la formazione dei frutticini, spesso in presenza di sintomi di maculatura sulle foglie, e proseguiti sino a circa un mese dalla raccolta a intervalli tendenzialmente decadali, senza tenere conto dell'andamento meteo-climatico e delle irrigazioni (di tipo sovra-chioma). Inoltre, poiché lo scopo della sperimentazione era la verifica dell'efficacia dei prodotti, questi sono stati utilizzati in maniera ripetuta e continuativa per tutta la durata delle prove, senza considerare le eventuali limitazioni previste in etichetta o suggerite dalle strategie anti-resistenza.

Il campo sperimentale è stato protetto dalla ticchiolatura con principi attivi a scarsa efficacia contro la maculatura bruna (soprattutto dithianon), mentre per il controllo degli insetti (principalmente lepidotteri carpo-fagi e psilla) sono stati eseguiti i normali trattamenti con i prodotti attualmente consigliati.

I tre recenti prodotti SDHI (fluopyram, penthiopyrad e fluxapyroxad) sono stati comparati con il boscalid, appartenente alla stessa categoria, da tempo in uso in Italia, e con due prodotti di comune impiego nella difesa dalla maculatura bruna del pero (iprodione e captano). Le caratteristiche dei formulati saggiati nei vari anni sono riportate in tabella 1.

Tabella 1. I formulati saggiati nelle diverse prove

Sostanza attiva	Formulato	Concentrazione p.a. e formulazione	Anni di prova
Fluopyram + tebuconazole	Luna Experience	200 + 200 g/L SC	2012-13-14-15
Fluopyram + fosetyl Al	Sperimentale	7 + 70 % WG	2015
Penthiopyrad	Fontelis	200 g/L SC	2013-14
Fluxapyroxad	Xemium	300 g/L SC	2013-14-15
Boscalid	Cantus	50 % WG	2012-13-14-15
Iprodione	Rovral 75 WG	75 % WG	2012-13-14
Captano	Merpan 80 WDG	80 % WG	2012-13-14-15

RISULTATI

Prova 2012

La malattia si è manifestata molto precocemente, favorita dalle ripetute piogge cadute nelle prime due decadi di aprile, e già al 20 di questo mese erano visibili sulle foglie diffuse macchie necrotiche, motivando l'avvio dei trattamenti sperimentali. La comparsa dei sintomi è proseguita in maniera discreta nel mese di maggio, grazie alle diverse precipitazioni, ma successivamente, a causa della scarsissima piovosità abbinata ad elevate temperature, la progressione della malattia si è arrestata, senza, tra l'altro determinare la comparsa dei tipici marciumi profondi dei frutti. Nonostante le sfavorevoli condizioni meteo-climatiche il grado d'attacco dei frutti alla raccolta è risultato discreto (circa 35%) e la tesi iprodione ha assicurato la migliore protezione, con la miscela fluopyram + tebuconazole apparsa più efficace del boscalid e sullo stesso livello del captano (tabella 2).

Tabella 2. Tesi e risultati della prova effettuata nel 2012

Tesi/p. a.	Dose/hL		Rilievo alla raccolta (6/9)	
	Formulato	g p. a.	% frutti colpiti	% grado d'azione
Testimone non trattato	-	-	34,5 a*	-
Iprodione	100 g	75	3,31 d	90,4
Captano	160 g	128	7,07 c	79,5
Boscalid	28 g	14	10,5 b	69,6
(Fluopyram + tebuconazole)	50 mL	10 + 10	6,78 c	80,3

Date dei trattamenti: 20/4, 30/4, 10/5, 18/5, 28/5, 7/6, 19/6, 29/6, 9/7, 19/7, 31/7

*I valori della stessa colonna affiancati dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test di Duncan con $P \leq 0,05$

Prova 2013

Anche in tale anno la manifestazione della malattia è stata molto precoce, con le tipiche macchie necrotiche fogliari osservate a fine aprile, come presumibile conseguenza delle piogge cadute all'inizio della terza decade di questo mese. All'inizio di maggio l'andamento meteo-climatico è stato ancora favorevole alle infezioni, ma nella seconda metà del mese, a causa dei bassissimi livelli di bagnatura e umidità relativa, la progressione della maculatura bruna si è arrestata. In seguito, pur con un'evoluzione meteo-climatica relativamente asciutta, a seguito di tre perturbazioni verificatesi a inizio e fine giugno e verso metà luglio, sono stati osservati altrettanti cicli di sviluppo di maculature sui frutti, che hanno portato a un elevato grado di attacco già a fine luglio (oltre 75% nella tesi testimone non trattata). Il rilievo effettuato in tale epoca ha evidenziato una migliore protezione da parte di fluxapyroxad, fluopyram + tebuconazole e iprodione, con le altre tesi numericamente inferiori ma statisticamente non differenziate a causa dell'elevata variabilità nelle ripetizioni. Una manifestazione diffusa sui frutti di macchie di piccole dimensioni è stata osservata in tutte le tesi nella terza decade di agosto, insieme alla presenza di necrosi e marciumi calcicini. Ciò può essere collegato alla precoce sospensione dei trattamenti (31 luglio) e all'andamento meteo-climatico favorevole alla malattia (piogge ripetute e temperature medio-elevate) nel periodo 19-27 agosto, abbinati all'elevato potenziale d'inoculo proprio del campo sperimentale. In tale situazione, evidentemente, l'applicazione di thiram il 9 agosto non è stata in grado di contenere l'insediamento del patogeno sui frutti. In effetti, alla raccolta, a fronte di un attacco praticamente totale nella tesi testimone, si sono distinte in senso relativo le tesi iprodione, fluxapyroxad e fluopyram + tebuconazole, che hanno contenuto l'incidenza della malattia sotto il livello del 25-35%.

Tabella 3. Tesi e risultati della prova effettuata nel 2013

Tesi/p. a.	Dose/hL		Rilievo 24/7		Rilievo alla raccolta (5 e 6/9)*	
	Form.	g p.a.	% frutti colpiti	% grado azione	% frutti colpiti*	% grado azione
Testimone non trattato	-	-	76 a**	-	98,4 a	-
Captano	160 g	128	8,94 b	88,2	56,8 b	42,3
Iprodione	100 g	75	6,23 b	91,8	25,1 c	74,5
Boscalid	28 g	14	10,9 b	85,6	49,8 bc	49,4
(Fluopyram + tebuconazole)	50 mL	10 + 10	4,59 b	94	35,8 c	63,6
Penthiopyrad	75 mL	15	8,87 b	88,3	61,3 b	37,7
Fluxapyroxad	16,7 mL	5	4,18 b	94,5	32,1 c	67,4

Date dei trattamenti: 3/5, 13/5, 23/5, 3/6, 13/6, 24/6, 3/7, 12/7, 22/7, 31/7

* Compresi quelli colpiti caduti nei giorni precedenti la raccolta

** Vedi tabella 2

Nota: il 9 agosto il campo sperimentale è stato trattato con thiram (Pomarsol 80 WG 200g/hL)

Prova 2014

La ripresa vegetativa è stata molto anticipata e già a metà aprile i frutti si presentavano ben formati, giustificando l'avvio dei trattamenti sperimentali. Ciò anche in considerazione del fatto che intorno al 10 aprile, a seguito della pioggia verificatasi il 4 aprile, erano state diffusamente osservate le tipiche macchioline necrotiche fogliari. Un incremento del grado d'attacco fogliare è avvenuto nelle parcelle non trattate a seguito delle piogge della terza decade di aprile e inizio maggio, mentre successivamente, a causa dell'andamento climatico asciutto, la diffusione della malattia si è pressoché arrestata e, comunque, non ha interessato i frutti, se non in maniera sporadica. I primi evidenti sintomi sui frutti sono stati rilevati nelle parcelle testimone a seguito delle piogge di metà giugno e una seconda manifestazione di maculatura si è verificata ai primi di luglio, dopo le precipitazioni di fine giugno. Altre consistenti comparse di sintomi sui frutti sono state osservate intorno a metà luglio e ai primi di agosto, a seguito delle ripetute piogge verificatesi alla fine della prima decade e nella terza decade di luglio. In particolare, quest'ultima ha portato a un'incidenza della malattia sui frutti vicina al 100%, per di più con una elevata numerosità di macchie (spesso superiore a 20 per frutto), e all'inizio della caduta dei frutti stessi verso la metà di agosto. Nella tesi testimone si è anche verificata una consistente ripresa degli attacchi sulle foglie, con una marcata filloptosi, che ha superato il 50% ai primi di agosto. Una così elevata pressione infettiva, collegata all'andamento climatico particolarmente piovoso, ha messo a dura prova l'azione protettiva dei formulati. A fronte dell'elevato grado d'attacco sui frutti nella tesi testimone, si può osservare nel primo rilievo una buona tenuta di tutti i prodotti, con una migliore protezione da parte di fluxapyroxad, iprodione e fluopyram + tebuconazole. Il rilievo eseguito alla raccolta ha visto un generale, marcato incremento dell'incidenza della malattia, con un comportamento relativo delle tesi corrispondente a quello del primo rilievo (tabella 3).

Tabella 4. Tesi e risultati della prova effettuata nel 2014

Tesi/p. a.	Dose/hL		Rilievo 30/7		Rilievo alla raccolta (27 e 28/8)	
	Form.	g p.a.	% frutti colpiti	% grado azione	% frutti colpiti*	% grado azione
Testimone non trattato	-	-	77 a**	-	98,4 a	-
Captano	160 g	128	10,2 b	86,8	44,6 b	54,7
Iprodione	100 g	75	1,62 cd	97,9	17,7 c	81,8
Boscalid	27 g	13,5	5,52 bcd	92,8	34,8 b	64,6
(Fluopyram + tebuconazole)	50 mL	10 + 10	2,69 cd	96,5	18,9 c	80,8
Penthiopyrad	75 mL	15	8,65 bc	88,8	36,7 b	62,7
Fluxapyroxad	20 mL	6	1,15 d	98,5	13,5 c	86,3

Date trattamenti: 17/4, 24/4, 30/4, 9/5, 20/5, 30/5, 10/6, 18/6, 27/6, 7/7, 16/7, 25/7, 4/8, 12/8

* Compresi quelli colpiti caduti nei giorni precedenti la raccolta

** Vedi tabella 2

Prova 2015

Dopo un andamento climatico invernale nella norma e un aprile asciutto nella parte centrale, le piante presentavano intorno al 25 aprile i primi frutti formati, per cui, anche a seguito della prolungata perturbazione iniziata il 26 aprile, si è deciso di avviare i trattamenti sperimentali il 30 aprile. Verso il 10 maggio, come presumibile conseguenza delle piogge di fine aprile, sono stati osservati i primi sintomi sulle foglie, sotto forma sia delle tipiche macchioline, sia delle necrosi allungate sulle nervature. Successivamente l'andamento meteo-climatico è stato poco favorevole alla malattia, con soli due episodi piovosi significativi nel trimestre maggio-luglio, rispettivamente intorno al 20 maggio e fra il 15 e 20 giugno. In effetti, alcuni giorni dopo queste perturbazioni sono comparse sui frutti le tipiche maculature necrotiche, che, però non hanno assunto un andamento epidemico come diffusione e soprattutto hanno mostrato uno sviluppo molto limitato e lento. Ciò, presumibilmente, a causa, oltre che della mancanza di piogge, delle elevate temperature e basse umidità. Anche in agosto le condizioni sono state poco favorevoli alla maculatura, con piogge limitate e scarse bagnature. In tale situazione la malattia è rimasta, in rapporto alla consuetudine aziendale, su un livello di attacco limitato, che pur superando il 30% di frutti colpiti, non ha portato alle tipiche marcescenze profonde, spesso accompagnate da caduta anticipata. A fronte di un grado d'attacco sui frutti di poco superiore al 30% nella tesi testimone, tutte le tesi hanno fortemente limitato il livello d'infezione (tabella 4).

Tabella 5. Tesi e risultati della prova effettuata nel 2015

Tesi/p. a.	Dose/hL		Rilievo alla raccolta (2/9)	
	Form.	g p.a.	% frutti colpiti	% grado azione
Testimone non trattato	-	-	32,3 a*	-
Captano	160 g	128	6,08 bc	81,2
Boscalid	27 g	13,5	6,63 b	79,5
(Fluopyram + tebuconazole)	50 mL	10 + 10	2,77 bc	91,4
(Fluopyram + fosetyl Al)	200 g	14 + 140	1,67 c	94,8
Fluxapyroxad	20 mL	6	3,97 bc	87,7

Date dei trattamenti: 30/4, 8/5, 15/5, 27/5, 5/6, 15/6, 23/6, 3/7, 13/7, 23/7, 3/8

* Vedi tabella 2

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

In quattro prove parcellari condotte dal 2012 al 2015 in un appezzamento cv. Abate Fétel è stata valutata l'efficacia contro la maculatura bruna del pero dei più recenti fungicidi inibitori della succinato deidrogenasi (SDHI). Sono stati saggiate la miscela formulata fluopyram + tebuconazole e penthiopyrad, già autorizzati in Italia, nonché fluxapyroxad e la miscela fluopyram + fosetyl Al, di prossima registrazione, a confronto con alcuni prodotti di riferimento (iprodione, captano e il già noto SDHI boscalid).

In relazione all'obiettivo delle prove, che era la valutazione dell'efficacia dei principi attivi, tutti i prodotti sono stati utilizzati in maniera continuativa per tutta la stagione, senza tenere conto delle eventuali limitazioni di etichetta e/o delle comuni precauzioni anti-resistenza. Le verifiche sono state effettuate in un frutteto caratterizzato da una elevata carica d'inoculo e da una elevata sensibilità delle piante, adottando condizioni sperimentali estreme per l'attività dei prodotti (intervalli di applicazione ampi e non collegati all'andamento climatico, di base decadali, irrigazioni sopra-chioma, sospensione anticipata dei trattamenti in pre-raccolta).

Con un andamento meteo-climatico non sempre favorevole alla malattia, il grado d'attacco dei frutti è risultato nel 2012 e 2015 buono (32-35%), nel 2013 e 2014 molto elevato (prossimo al 100%) e ciò ha consentito di valutare in maniera probante la risposta dei prodotti in studio. Da un esame complessivo dei risultati emersi dalle quattro prove possono essere desunte le seguenti considerazioni.

La maculatura bruna del pero ha confermato la sua, nota elevata virulenza, ribadendo ancora la difficoltà di ottenere, in presenza di un elevato potenziale d'inoculo, in prove parcellari con ampi e non flessibili intervalli di applicazione dei fungicidi, livelli di efficacia ottimali.

I tre recenti fungicidi SDHI fluopyram (in miscela con tebuconazole e fosetyl Al), penthiopyrad e fluxapyroxad (inpiegati da soli) hanno fornito risultati soddisfacenti, alternando prestazioni più o meno buone ma complessivamente in linea con i più comuni standard e da considerare in maniera positiva in relazione alle condizioni sperimentali estreme adottate. E' anche opportuno tenere presente che il fluopyram è stato utilizzato in miscela con un partner (tebuconazole o fosetyl Al), mentre fra quelli impiegati singolarmente fluxapyroxad ha mostrato una maggiore tenuta rispetto a penthiopyrad e boscalid.

In conclusione, sulla base delle presenti esperienze si può affermare che l'introduzione dei nuovi prodotti SDHI rappresenta una valida opportunità per la difesa del pero dalla maculatura bruna, che allarga ulteriormente le possibilità di scelta dei principi attivi in un settore caratterizzato da criticità di varia natura. Ovviamente, considerando il loro non trascurabile livello di rischio in rapporto a possibili resistenze del patogeno (medio-elevato secondo il FRAC), essi dovranno essere utilizzati secondo le consuete norme precauzionali (limitato numero di applicazioni e/o impiego in miscela con prodotti a diverso meccanismo d'azione), in parte, peraltro, inserite anche nell'etichetta.

LAVORI CITATI

- Brunelli A., Di Marco S., Cintarelli G., Ponti I., 1984. Prove di lotta contro la maculatura bruna delle pere. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 203-212.
- Brunelli A., Flori P., Gianati P., Ponti I., Bugiani R., Mazzini F., Cavallini G., Spada G., Bevilacqua T., 2000. Attività di recenti fungicidi contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 45-52.
- Brunelli A., Gianati P., Berardi R., Flori P., Alberoni G., Pancaldi D., M., 2004. Verifiche sperimentali sull'attività di fungicidi contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 109-114.
- Brunelli A., Portillo I., Gianati P., Sedda G., Alberoni G., Collina M., 2010. Ulteriori verifiche sull'attività di recenti fungicidi contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 163-170.
- Brunelli A., Rovesti L., Di Marco S., Ponti I., 1986. Attività di diversi fungicidi contro la bruna del pero. *Frutticoltura*, 1, 51-54.
- Caruso S., Cavani A., Antoniaci L., Bugiani R., 2008. Efficacia di nuovi formulati nei confronti della maculatura bruna del pero. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 173-176.

- Ponti I., Brunelli A., Tosi C., Basaglia M., Bevilacqua T., Emiliani G., Cont C., Viccinelli R., 1993. Verifica dell'attività di diversi preparati contro la maculatura bruna del pero. *Informatore Fitopatologico*, XLIII, 5, 45-52
- Ponti I., Brunelli A., Tosi C., Cavallini G., Mazzini F., 1996. Aggiornamenti sull'attività dei fungicidi contro la maculatura bruna del pero. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 165-172.
- Ponti I., Brunelli A., 1980. Ulteriori acquisizioni nella lotta contro la maculatura bruna delle pere. *Rivista Ortoflorofrutticoltura.*, 64, 503-509.