

VALUTAZIONE DI DIVERSI FUNGICIDI NEI CONFRONTI DELLA PERONOSPORA (*PHYTOPHTHORA INFESTANS*) SU POMODORO IN PIENO CAMPO IN EMILIA-ROMAGNA

S. GENGOTTI¹, L. ANTONIACCI², R. BUGIANI²

¹ ASTRA Innovazione e sviluppo Srl - Via Tebano, 45, 48018 Faenza (RA)

² Servizio Fitosanitario - Regione Emilia-Romagna, Via Saliceto, 81, 40128 Bologna
gengotti@crpv.it

RIASSUNTO

In cinque prove di campo, condotte in Emilia-Romagna nel triennio 2005-2007, è stata valutata su pomodoro l'azione di diverse sostanze attive nei confronti di *Phytophthora infestans*, agente della peronospora. Metalaxyl-M + rame ossicloruro e zoxamide + mancozeb si sono confermati ottimi standard di riferimento ma anche altre sostanze attive recentemente registrate (cyazofamid), o di prossima registrazione sulla coltura (le miscele dimethomorph+pyraclostrobin e propamocarb+fluopicolide) sono apparse promettenti. La disponibilità di nuovi fungicidi, dotati di differenti meccanismi d'azione, è essenziale per l'attuazione di efficaci strategie di difesa nell'ottica della prevenzione del rischio d'insorgenza di ceppi patogeni resistenti ai fungicidi.

Parole chiave: pomodoro, peronospora, *Phytophthora infestans*, difesa

SUMMARY

EVALUATION OF DIFFERENT FUNGICIDES AGAINST LATE BLIGHT (*PHYTOPHTHORA INFESTANS*) ON OPEN FIELD TOMATO IN EMILIA-ROMAGNA (ITALY)

The results of five control trials against *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, carried out in the years 2005-2007 in Emilia-Romagna region (Italy) on tomato field crops, are reported. Among the active ingredients authorized in Italy on tomato, the formulate mixtures metalaxyl-M + copper and zoxamide + mancozeb proved to be the most effective. Also the recent cyazofamid and the ready mixtures dimethomorph + pyraclostrobin and propamocarb + fluopicolide, not yet authorized in Italy, appeared very promising. The availability of new fungicides, with different mode of action, is important to realize effective and long lasting disease control strategies.

Keywords: tomato, late blight, *Phytophthora infestans*, control

INTRODUZIONE

La peronospora del pomodoro, causata da *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, rappresenta un'avversità estremamente pericolosa per la coltura poiché in annate favorevoli al patogeno può causare gravi danni alla produzione soprattutto durante stagioni con decorso climatico particolarmente umido e piovoso, in cui la malattia può assumere forma epidemica e provocare rapidamente il totale disseccamento della vegetazione (D'Ercole, 1982). La protezione del pomodoro dalla peronospora è basata essenzialmente su strategie di difesa diretta con fungicidi. Le pratiche agronomiche di carattere preventivo, per quanto accurate, non permettono infatti di garantire la sanità della coltura in caso di andamento climatico predisponente. Attualmente per la difesa dalla peronospora si impiegano in alternanza prodotti antiperonosporici appartenenti a diverse famiglie chimiche con intervallo di 6-12 giorni in funzione dell'andamento climatico e della persistenza dei formulati. Gli interventi devono essere iniziati tempestivamente, non appena si verificano le condizioni termometriche

favorevoli all'infezione e la coltura si trovi in uno stadio suscettibile all'attacco, generalmente 2-3 settimane dopo il trapianto. Nella pratica, in Emilia-Romagna, su colture di pieno campo, si effettuano anche 7-10 interventi a seconda delle condizioni agronomiche e climatiche. Poiché però, statisticamente, attacchi gravi di peronospora in pianura padana si verificano solo ogni 4-5 anni, la disponibilità di modelli previsionali e di sistemi di avvertimento rappresenta uno strumento molto utile per ottenere un notevole risparmio nel numero di interventi sulla coltura (Maresca, 1991).

Con l'obiettivo di verificare l'efficacia di diverse sostanze attive registrate, o di prossima registrazione sul pomodoro, nel triennio 2005-2007 sono state allestite quattro prove sperimentali nei confronti di *P. infestans* in Emilia-Romagna.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato effettuato dal Centro di Saggio Astra di Faenza (RA) secondo le Linee guida generali OEPP/EPPO n° 135, 152 e 181, la Linea guida specifica OEPP/EPPO n° 2 e le Procedure Operative Standard interne. Le prove sono state realizzate presso diverse aziende delle provincie di Ferrara e Forlì-Cesena, su colture di pieno campo di pomodoro da industria e da mensa. I principali parametri d'impostazione delle prove e le caratteristiche dei formulati saggiati sono riassunti nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 1. Principali parametri delle prove condotte su pomodoro in pieno campo

Anno	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4
	2005	2006	2007	2007
Località	Monticelli di Mesola (FE)	Italba di Mesola (FE)	Monticelli di Mesola (FE)	Sala di Cesenatico (FC)
Varietà	Precocix	Perfectpeel	Perfectpeel	Pomito
Destinazione	industria	industria	industria	mensa
Data di trapianto	6/5	30/4	8/8	3/8
Sesto d'impianto (m)	1,4 x 0,25	1,4 x 0,24	1,4 x 0,18	2 x 0,70
Disegno sperimentale	blocchi randomizzati (4 ripetizioni)			
Dimensione delle parcelle (m ²)	30	28,5	28,5	12,6
Attrezzatura di distribuzione	Pompa a spalla motorizzata ECHO SHR 150 SI con barra			
Volume d'irrorazione (l/ha)	800-1000	600-1000	600-1000	800-1000

Tabella 2. Caratteristiche e dosi d'impiego dei formulati saggiati

Formulato	Società	Formulazione	Tempo carenza (giorni)	Principio attivo	Contenuto in p.a. (% o g/l)
Cabrio Duo*	Basf	WG	-	dimethomorph + pyraclostrobin	12 + 6,7
Cabrio Top	Basf	WG	7	pyraclostrobin + metiram	5 + 55
Electis	Dow	WG	3	zoxamide + mancozeb	8,3 + 66,7
Melody Compact	Bayer	WP	20	iprovalicarb + rame ossicloruro	4,2 + 20,3
Oracle	Sipcam	WG	7	fenamidone + rame ossicloruro	4 + 40
Ranman A+B	Belchim	SC	3	cyazofamid	400
Ridomil Gold R	Syngenta	WP	20	metalaxyl-M + rame ossicloruro	2,5 + 40
Volare*	Bayer	SC	-	propamocarb + fluopicolide	625 + 62,5

* formulato in corso di registrazione su pomodoro

I trattamenti sono stati eseguiti con pompa a spalla adottando volumi di irrorazione compresi fra 600 e 1000 l/ha, e rispettando intervalli d'applicazione compresi fra 7 e 11 giorni in funzione dell'andamento climatico e della pressione infettiva. Il numero e la data degli interventi effettuati nelle singole prove, nonché le dosi d'applicazione dei fungicidi, sono riportati nelle tabelle dei risultati. I rilievi sull'apparato vegetativo, compiuti sulle piante centrali della parcella, sono stati effettuati stimando, a seconda della gravità dei sintomi, la percentuale di foglie o la percentuale di superficie fogliare infetta. La percentuale di bacche con danni di tipo diretto (sintomi di peronospora) o indiretto (scottature solari) è stata valutata su un campione di 200-400 frutti per parcella. L'elaborazione statistica dei dati è stata effettuata, previa trasformazione in arcoseno, attraverso l'analisi della varianza (Anova) e il test di separazione delle medie LSD ($P \leq 0,05$).

RISULTATI

Le tabelle 3-6 riportano i risultati delle quattro prove effettuate su pomodoro in pieno campo nel triennio 2005-2007. In seguito alla manifestazione di sintomi della malattia non particolarmente gravi nelle prove del 2005 e del 2006, nel 2007 si è deciso di effettuare specifici trapianti tardivi di pomodoro. Le condizioni autunnali particolarmente umide hanno favorito un'intensa manifestazione dei sintomi di peronospora e consentito di discriminare l'attività dei diversi fungicidi a confronto.

Prova 1 - Monticelli di Mesola (FE) - 2005

Complessivamente sono stati effettuati sette interventi di carattere preventivo con intervallo di 7-11 giorni, a partire da 19 giorni dopo il trapianto. Le precipitazioni che si sono verificate soprattutto nella seconda metà del ciclo colturale hanno assicurato la comparsa della malattia in forma grave, ma solo in prossimità della raccolta. Poiché nelle parcelle trattate, a differenze che nel testimone, la presenza di foglie malate era molto bassa, si è ritenuto di non procedere alla valutazione dell'indice d'infezione fogliare ma di limitarsi al calcolo della percentuale di foglie infette. Come si può osservare in tabella 3, il testimone non trattato, in entrambi i rilievi effettuati, ha evidenziato la totalità di foglie infette, mentre la percentuale di frutti colpiti dalla malattia in prossimità della raccolta superava il 22%.

Tabella 3. Risultati della prova 1 - Monticelli di Mesola (FE) - 2005

Tesi p.a. e dose formulato (g o ml/ha)	% foglie infette		% frutti infetti
	18 luglio (T ₆ + 11) ⁽¹⁾	26 luglio (T ₇ + 8) ⁽¹⁾	26 luglio (T ₇ + 8) ⁽¹⁾
1 Testimone	100 a	100 a	22,2 a
2 Pyraclostrobin + metiram (1750)	1,8 cd	5,3 bc	1,2 b
3 Zoxamide + mancozeb (1750)	1,3 d	3 bc	0,1 bc
4 Iprovalicarb + rame ossicloruro (3500)	5,6 b	8,4 b	0,9 bc
5 Fenamidone + rame ossicloruro (2750)	3,1 c	7,8 bc	0,4 bc
6 Cyazofamid (200 + 150)	1 d	6,7 bc	0,1 bc
7 Metalaxyl-M + rame ossicloruro (4000)	0,8 d	2,6 c	0 c

I valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente con $P \leq 0,05$ (Test LSD)

Data dei trattamenti: 25-mag (T₁), 3-giu (T₂), 10-giu (T₃), 18-giu (T₄), 28-giu (T₅), 7-lug (T₆), 18-lug (T₇)

⁽¹⁾ giorni dall'ultimo trattamento

Tutti i formulati in prova hanno mostrato un'elevata attività di contenimento dei sintomi di peronospora sull'apparato fogliare del pomodoro con gradi d'efficacia sempre superiori al 90%. Le sostanze attive più efficaci sono risultate: metalaxyl-M + rame ossicloruro, cyazofamid, pyraclostrobin + metiram e zoxamide+mancozeb. Il formulato a base di metalaxyl-M+rame ossicloruro si è confermato il più efficace anche per quanto riguarda la percentuale di frutti infetti sebbene anche cyazofamid, zoxamide+mancozeb, fenamidone+rame ossicloruro e iprovalicarb+rame ossicloruro abbiano dimostrato un grado d'efficacia molto elevato.

Prova 2 - Italba di Mesola (FE) - 2006

Malgrado le non abbondanti precipitazioni che si sono verificate nel corso del ciclo colturale, nel testimone non trattato si è verificata la comparsa della malattia in forma grave, soprattutto in prossimità della raccolta. Complessivamente sono stati effettuati sei interventi preventivi con cadenza di 8-10 giorni, a partire da 36 giorni dopo il trapianto. Come si può osservare dalla tabella 4, in entrambi i rilievi effettuati il testimone non trattato presentava il 100% di foglie infette. Al contrario, a causa della bassissima presenza di foglie malate nelle parcelle trattate, si è ritenuto di non procedere alla valutazione dell'indice d'infezione fogliare ma di limitarsi al calcolo della percentuale di foglie infette. Tutti i formulati in prova hanno mostrato una buona attività di contenimento dei sintomi di peronospora sull'apparato fogliare senza differenze statistiche fra le tesi. Alla raccolta non sono stati evidenziati sintomi di peronospora sui frutti, neanche nel testimone non trattato. Per tale motivo si è proceduto a valutare la percentuale di frutti scottati, parametro questo influenzato dalla sanità dell'apparato fogliare. Rispetto ad un 14,8% di frutti scottati nel testimone non trattato, e quindi non commerciabile, nelle tesi trattate tale percentuale variava dallo 0,3 a 3,1%, senza differenze statistiche fra le tesi. Il mantenimento, grazie alle applicazioni fungicide, di un buono stato fitosanitario dell'apparato fogliare ha pertanto consentito di proteggere le bacche dalle scottature del sole.

Tabella 4. Risultati della prova 2 - Italba di Mesola (FE) - 2006

Tesi p.a. e dose formulato (g o ml/ha)	% foglie infette		% di frutti scottati 8 agosto (T ₇ + 18) ⁽¹⁾
	18 luglio (T ₅ + 7) ⁽¹⁾	8 agosto (T ₆ + 18) ⁽¹⁾	
1 Testimone	100 a	100 a	14,8 a
2 Pyraclostrobin + metiram (1750)	31,9 b	32,4 b	0,7 b
3 Zoxamide + mancozeb (1750)	24,1 b	41,7 b	0,3 b
4 Iprovalicarb + rame ossicloruro (3500)	29,9 b	30,1 b	2,1 b
5 Fenamidone + rame ossicloruro (2750)	37,0 b	37,6 b	3,1 b
6 Cyazofamid (200 + 150)	38,1 b	37,4 b	3,0 b
7 Metalaxyl-M + rame ossicloruro (4000)	26,8 b	27,9 b	2,2 b

I valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente con $P \leq 0,05$ (Test LSD);

Data dei trattamenti: 5-giu (T₁), 14-giu (T₂), 23-giu (T₃), 3-lug (T₄), 11-lug (T₅), 21-lug (T₆);

⁽¹⁾ giorni dall'ultimo trattamento

Prova 3 - Monticelli di Mesola (FE) - 2007

Sulla coltura, appositamente trapiantata in tarda estate, sono stati effettuati sei interventi fungicidi con intervallo di 6-8 giorni e due rilievi, di cui uno sull'apparato fogliare e uno sulle bacche. Il tardivo trapianto della coltura (8 agosto) ha determinato la comparsa della malattia sulle piante già a partire da pochi giorni dopo il trapianto. L'applicazione degli antiperonosporici è per tale motivo iniziata quando i primi sintomi di peronospora erano già presenti in campo. Il testimone non trattato è andato ben presto incontro a completo disseccamento dell'apparato fogliare mentre nelle tesi trattate i sintomi sono progrediti più lentamente ed è stato possibile evidenziare differenze di efficacia fra i diversi fungicidi a confronto (tabella 5). Il 15 ottobre, quattro giorni dopo l'ultimo trattamento, è stata stimata la percentuale di superficie fogliare parcellare infetta. Le sostanze attive più efficaci sono state, nell'ordine, metalaxyl-M + rame ossicloruro, dimethomorph + pyraclostrobin, propamocarb + fluopicolide, cyazofamid, fenamidone + rame ossicloruro e zoxamide + mancozeb. Il 29 ottobre, 19 giorni l'ultimo trattamento fungicida, è stata valutata la percentuale di bacche infette su un campione di 50 per parcella. Il testimone non ha prodotto alcun frutto mentre nelle tesi trattate si è rilevata un'incidenza della malattia compresa fra il 30 e il 41% ma, a causa dell'elevata variabilità riscontrata in campo, non è stato possibile procedere all'elaborazione statistica delle medie.

Tabella 5. Risultati della prova 3 - Monticelli di Mesola (FE) - 2007

Tesi p.a. e dose formulato (g o ml/ha)	% superficie fogliare infetta		% frutti infetti
	15 ottobre T ₆ + 4 ⁽¹⁾		29 ottobre T ₆ + 18 ⁽¹⁾
1 Testimone	100	a	Assenza frutti
2 Dimethomorph + pyraclostrobin (2500)	37,7	d	41,0
3 Zoxamide + mancozeb (2000)	70,7	b	29,5
4 Propamocarb + fluopicolide (1600)	40,3	d	30,5
5 Fenamidone + rame ossicloruro (3000)	65,3	b	32,5
6 Cyazofamid (200 + 150)	52,1	c	34,5
7 Metalaxyl-M + rame ossicloruro (4000)	16,0	e	38,0

I valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente con $P \leq 0,05$ (Test LSD)

Data dei trattamenti: 6-set (T₁), 14-set (T₂), 21-set (T₃), 28-set (T₄), 4-ott (T₅), 11-ott (T₆)

⁽¹⁾ giorni dall'ultimo trattamento

Prova 4 - Sala di Cesenatico (FC) - 2007

La prova eseguita in provincia di Forlì-Cesena su una coltura di pomodoro da mensa, appositamente trapiantata in epoca tardiva, ha visto l'esecuzione di sette interventi a carattere preventivo con intervallo di 7-9 giorni e cinque rilievi di cui quattro sull'apparato fogliare e uno sulle bacche. L'andamento climatico molto favorevole all'instaurarsi della malattia ha determinato la comparsa di sintomi sul testimone in forma grave, che ha ben presto raggiunto il 100% della superficie fogliare infetta (tabella 6). Nel periodo in cui la vegetazione è rimasta costantemente coperta dai trattamenti, tutte le tesi trattate sono risultate ben protette dalla malattia. Nei primi rilievi si è pertanto proceduto alla valutazione della percentuale di foglie infette mentre in seguito alla sospensione dei trattamenti, e all'aggravamento dei sintomi, si è valutata la percentuale di superficie parcellare infetta. In generale i formulati metalaxyl-M +

rame ossicloruro e zoxamide + mancozeb sono apparsi i più efficaci nel contenere i danni da peronospora, mentre fenamidone + rame ossicloruro è risultato quello dotato di una minore persistenza d'azione. Gli altri formulati in prova hanno dimostrato un'attività analoga ma comunque soddisfacente. La percentuale di bacche infette, valutata il 29 ottobre su un campione di circa 400 frutti per parcella, è risultata molto bassa in tutte le tesi ad esclusione di quella trattata con fenamidone + rame ossicloruro.

Tabella 6. Risultati della prova 4 - Sala di Cesenatico (FC) - 2007

Tesi p.a. e dose formulato (g o ml/ha)	% foglie infette			% superficie fogliare infetta	% frutti infetti
	10-ottobre T ₆₊₉ ⁽¹⁾	18-ottobre T ₇₊₇ ⁽¹⁾	29-ottobre T ₇₊₁₈ ⁽¹⁾	7-novembre T ₇₊₂₇ ⁽¹⁾	29-ottobre T ₇₊₁₈ ⁽¹⁾
1 Testimone	96,0 a	100 a	100 a	100 a	100 a
2 Dimethomorph + pyraclostrobin (2500)	1,0 cd	6,5 d	45,9 cde	45,8 c	0,9 c
3 Zoxamide + mancozeb (2000)	8,9 bc	12,5 cd	27,8 ef	17,4 de	0,8 c
4 Propamocarb + fluopicolide (1600)	6,8 bc	17,2 bcd	40,7 def	36,3 c	3,3 bc
5 Fenamidone + rame ossicloruro (3000)	11,7 b	39,0 b	66,6 b	62,9 b	9,2 b
6 Cyazofamid (200 + 150)	7,5 bc	19,8 bcd	45,2 cd	31,4 cd	1,2 c
7 Metalaxyl-M + rame ossicloruro (4000)	0,2 d	6,1 d	21,4 f	12,3 e	1,7 c

I valori contrassegnati da lettere uguali non differiscono significativamente con $P \leq 0,05$ (Test LSD)

Data dei trattamenti: 25-ago (T₁), 3-set (T₂), 10-set (T₃), 17-set (T₄), 24-set (T₅), 2-ott (T₆), 11-ott (T₇)

⁽¹⁾ giorni dall'ultimo trattamento

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'analisi dei risultati delle quattro prove condotte su pomodoro in pieno campo, delle quali due in condizioni di pressione infettiva molto intensa, tutti i formulati saggiate hanno dimostrato un'elevata attività di contenimento dei sintomi di peronospora. Nelle condizioni sperimentali in cui si è operato, metalaxyl-M + rame ossicloruro e zoxamide + mancozeb si sono confermati ottimi standard di riferimento ma anche le altre sostanze attive recentemente registrate (cyazofamid), o di prossima registrazione sulla coltura (le miscele dimethomorph + pyraclostrobin e propamocarb + fluopicolide), sebbene saggiate solo nelle prove del 2007, sono apparse particolarmente promettenti.

La registrazione di nuove efficaci sostanze attive, caratterizzate da differenti meccanismi d'azione, non può che essere favorevolmente accolta dagli operatori del settore che vedono in tal modo ampliati gli strumenti a loro disposizione per la protezione della coltura da *P. infestans* nell'ottica della prevenzione del rischio d'insorgenza di ceppi resistenti ai fungicidi.

LAVORI CITATI

- D'Ercole N., 1982. Peronospora del pomodoro. *Informatore Fitopatologico*, 32 (4), 31-34.
 Maresca A., 1991. Attacchi di peronospora previsioni ed interventi. *Terra e Vita*, 32 (38), 37-39.

Attività svolta nell'ambito di progetti finanziati dalla Regione Emilia-Romagna (L.R. 28/98) e coordinati dal C.R.P.V. (Centro Ricerche Produzioni Vegetali) di Cesena.