

ATTIVITA' ANTISPORULANTE DI ALCUNI ANTIPERONOSPORICI VERSO *PLASMOPARA VITICOLA*

A. BRUNELLI, A. PIRONDI, I. PORTILLO, M. COLLINA

Centro di Fitofarmacia-Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare
Università di Bologna, viale G. Fanin 46, 40127 Bologna
brunelli@agrsci.unibo.it

RIASSUNTO

Attraverso prove di serra su viti allevate in vaso è stata studiata l'attività postinfettiva su *Plasmopara viticola* di alcuni antiperonosporici (metalaxyl-M, iprovalicarb, bentiavalicarb, in miscela formulata con mancozeb, cyazofamid da solo). Le verifiche sono state condotte in serra su giovani piante di vite cv Tocai e Sangiovese con 1-2 germogli allo stadio di circa 10 foglie inoculate artificialmente, eseguendo il trattamento un giorno dopo l'inoculazione, oppure un giorno dopo la comparsa delle macchie d'olio, e controllando al termine della fase d'incubazione, dopo immissione in camera umida, la percentuale di superficie fogliare sporulata e quella sintomatica (macchie d'olio). Con il trattamento eseguito un giorno dopo l'inoculazione, tutti i prodotti hanno impedito in misura pressoché totale la sporulazione, pur con un evidente sviluppo delle macchie d'olio per iprovalicarb, bentiavalicarb e cyazofamid. Quando il trattamento è stato eseguito dopo la manifestazione delle macchie d'olio, questi tre prodotti hanno conservato la loro efficacia, mentre metalaxyl-M ha perduto gran parte della stessa. Ciò dimostra che l'attività contro *P. viticola* di iprovalicarb, bentiavalicarb e cyazofamid somministrati durante il periodo d'incubazione è sostanzialmente collegata alla capacità di bloccare la sporulazione, mentre metalaxyl-M è poco efficace in tale fase e agisce sul patogeno principalmente nella fase iniziale del processo infettivo.

Parole chiave: *Plasmopara viticola*, attività antisporulante, metalaxyl-M, iprovalicarb, bentiavalicarb, cyazofamid

SUMMARY

ANTI-SPORULATION ACTIVITY OF SOME FUNGICIDES ON GRAPE DOWNY MILDEW (*PLASMOPARA VITICOLA*)

The anti-sporulating activity of some fungicides (metalaxyl-M, iprovalicarb, bentiavalicarb-isopropyl in ready-mixture with mancozeb, cyazofamid alone) was studied in green-house (20-25 °C, 50-80% RH) on potted vines cv. Tocai and Sangiovese. Youngs vines with 1-2 shoots with 10-12 leaves were experimentally inoculated with sporangia of *P. viticola* and handly sprayed at the beginning or at the end of the incubation time, after the appearance of oil spots. Thereafter the vines were kept over a night in moist chamber and then the percentages of leaf sporulated area and of symptomatic area were visually assessed for each leaf. All products, applied 24 hours after experimental inoculation, prevented almost totally the sporulation even if with the development of oil spots for iprovalicarb, bentiavalicarb-isopropyl and cyazofamid based formulates but not for metalaxyl-M. The first three products preserved their anti-sporulating efficacy when applied after appearance of oil spots, while metalaxyl-M based formulate showed a poor activity. These results demonstrate that the activity of iprovalicarb, bentiavalicarb-isopropyl and cyazofamid, applied during the incubation time is due to their anti-sporulating action, while metalaxyl-M acts mainly curatively at early stage of incubation time.

Keywords: *Plasmopara viticola*, anti-sporulation activity, metalaxyl-M, iprovalicarb, bentiavalicarb-isopropyl, cyazofamid

INTRODUZIONE

Grazie alla varietà dei meccanismi d'azione e alla più o meno spiccata capacità di penetrare nei tessuti vegetali, molti moderni fungicidi sono in grado di agire sui patogeni endofiti anche dopo l'inizio del processo infettivo, interferendo in maniera varia con il loro sviluppo durante il periodo d'incubazione. Tale aspetto è tenuto in particolare considerazione per gli antiperonosporici della vite che, tranne poche eccezioni, sono accreditati di una più o meno spiccata attività curativa, anche se il suo sfruttamento viene sconsigliato in pratica, anche per non favorire la selezione di resistenze da parte del patogeno.

Peraltro, al vivo interesse per l'attività postinfettiva degli antiperonosporici della vite fa riscontro la scarsità di reperti sperimentali ufficiali, soprattutto relativamente ai formulati commerciali. In un precedente lavoro (Brunelli *et al.*, 2008) erano stati presentati i primi risultati di esperienze condotte in condizioni controllate su diversi formulati, da cui era emersa per alcuni di essi (a base di metalaxyl-M, iprovalicarb, bentiavalicarb, cyazofamid) una elevata capacità di impedire la sporulazione di *Plasmopara viticola* con un trattamento eseguito 24-36 ore dopo l'inoculazione, e nel contempo una variabile, ma nell'insieme scarsa, capacità di limitare lo sviluppo dei sintomi fogliari (macchie d'olio).

Da tali osservazioni hanno preso spunto le prove riportate nel presente lavoro, in cui i suddetti prodotti sono stati oggetto di ripetute verifiche in serra, allo scopo di meglio comprendere il loro tipo di azione sul patogeno durante la fase di incubazione.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state effettuate negli anni 2010-2011 su giovani viti delle cv Tocai, Sangiovese allevate in vaso e mantenute in serra in ambiente controllato. Per ogni prova le piante venivano fatte germogliare e utilizzate allo stadio di 1-2 germogli con 10-12 foglie, procedendo alla inoculazione artificiale di *P. viticola* e al trattamento a tempi diversi a seconda del tipo di verifica.

L'inoculazione veniva effettuata nebulizzando mediante uno spruzzatore manuale la pagina inferiore delle foglie con una sospensione in acqua di sporangi di *P. viticola* di recente sporulazione (circa 50.000/ml) e immergendo e mantenendo le piante in camera umida per 24 ore. Successivamente le piante erano trasferite in ambienti condizionati alla temperatura di 20-25 °C e umidità del 50-80%, con luce naturale, fino alla manifestazione dei sintomi di macchie d'olio sulle piante non trattate.

Le piante erano trattate per mezzo di un nebulizzatore manuale irrorando accuratamente entrambe le pagine fogliari. L'unico trattamento veniva eseguito circa 24 ore dopo l'inoculazione nelle verifiche dell'attività curativa, oppure dopo la manifestazione delle macchie d'olio nelle verifiche relative all'attività antispore. 24-48 ore dopo la manifestazione delle macchie d'olio nel primo caso, oppure circa 24 ore dopo il trattamento nel secondo, le piante venivano immerse in camera umida e ivi mantenute per una notte, dopo di che si procedeva ai rilievi.

Questi consistevano nella valutazione visuale su ciascuna foglia della percentuale di superficie inferiore sporulata e di quella superiore interessata dalle macchie d'olio, calcolando poi il valore medio per pianta. Ciascuna unità sperimentale era costituita da una pianta con uno o due germogli, e per ogni tesi erano allestite quattro ripetizioni.

I dati sono stati elaborati attraverso l'analisi della varianza (Anova) e il confronto delle medie è stato effettuato con il test di Duncan (con $p=0,05$).

In tabella 1 sono elencati i prodotti oggetto delle diverse verifiche.

Tabella 1. I formulati saggiati nelle diverse prove

Formulato	Principio attivo	Formulazione	Concentrazione	Dose formulato/hl
Ridomil Gold Mz	Metalaxyl-M + mancozeb	WG	3,9 + 64%	250 g
Melody Med	Iprovalicarb + mancozeb	WP	6 + 60%	250 g
Valbon	Benthiavalicarb + mancozeb	WG	1,75 + 60	200 g
Mildicut	Cyazofamid 1	SC	25 g/l	450 ml
Ranman A	Cyazofamid 2	SC	400 g/l	26 ml
Penncozeb DG	Mancozeb	WG	75%	250 g

RISULTATI

Il quadro complessivo dei risultati emersi dalle diverse prove effettuate è sintetizzato nella tabella 2, in cui per ciascuna verifica si riportano i rilievi eseguiti 1-2 giorni dopo il termine del periodo d'incubazione, dopo avere immesso per una notte le piante in camera umida, allo scopo di favorire la sporulazione. Come si può osservare, nella maggior parte delle prove (A, B, C, D) per ciascun prodotto è stato previsto il confronto fra un trattamento effettuato circa 24 ore dopo l'inoculazione artificiale e un trattamento circa 24 ore dopo la manifestazione delle macchie d'olio. Solo nella prova E è stata saggiata unicamente l'applicazione dopo la comparsa della macchie d'olio. Esaminando i risultati relativi ai singoli formulati si può osservare quanto segue.

- Metalaxyl-M (in miscela con mancozeb): in entrambe le prove in cui è stato saggiato con entrambi i tempi (A e D), ha impedito in maniera totale la sporulazione quando è stato applicato a 24 ore come curativo, mentre quando è stato applicato alla comparsa delle macchie d'olio non è apparso in grado di esercitare analogo effetto; lo stesso esito ha avuto la prova E, in cui il prodotto è stato distribuito solo in presenza delle macchie d'olio.

- Iprovalicarb (in miscela con mancozeb): nelle tre prove che prevedevano il confronto fra i due tempi di trattamento (A, B, C) non ha praticamente consentito la sporulazione, sia quando applicato curativamente sia quando applicato sulle macchie d'olio; nel primo caso, peraltro, è stata osservata una consistente manifestazione di macchie d'olio; lo stesso effetto è stato osservato nella prova E.

- Benthiavalicarb (in miscela con mancozeb): saggiato sempre in comparazione a iprovalicarb, si è pure dimostrato in grado di bloccare in maniera molto marcata la sporulazione con entrambi i tempi di applicazione, anche se nell'insieme la sua azione è risultata leggermente inferiore (prova B e soprattutto E). Come l'iprovalicarb, ha consentito uno sviluppo generalizzato delle macchie d'olio.

- Cyazofamid: poiché il formulato per la vite Mildicut contiene un coadiuvante sistemico che potrebbe favorire la sua penetrazione, è stato saggiato anche come Ranman A, privo di tale sostanza. Entrambi i formulati hanno evidenziato una elevata capacità di impedire la sporulazione, sia in applicazione curativa che in quella su macchie d'olio (prove A e D). Tale effetto è stato confermato dalla prova E, in cui Mildicut è stato applicato a fine del periodo d'incubazione.

- Mancozeb: utilizzato come standard nella prova D, in considerazione della sua presenza nei formulati a base di metalaxyl-M, iprovalicarb e benthiavalicarb, non ha manifestato, come prevedibile, alcuna attività nel ridurre la sporulazione.

Tabella 2. Quadro sinottico dei risultati emersi dai rilievi eseguiti alla fine del periodo di incubazione nelle varie prove: percentuale di superficie fogliare sporulata (s. f. spor.) e di superficie fogliare con sintomi di macchie d'olio (% s. f. sint.)

Trattamento	Principio attivo	Dose/hl		Prova A		Prova B		Prova C		Prova D		Prova E
		Formulato	g p.a.	% s. f. spor.	% s. f. sint.	% s. f. spor.	% s. f. sint.	% s. f. spor.	% s. f. sint.	% s. f. spor.	% s. f. sint.	% s. f. spor.
Curativo 24 ore	Metalaxyl-M + mancozeb	250 g	9,8+160	0 b*	26,8 b	-	-	-	-	0 c	0 d	-
	Iprovalicarb + mancozeb	250 g	15+150	1,28 b	65,3 a	0 c	75,3 a	0 b	77,6 a	-	-	-
	Benthiavali carb+ mancozeb	200 g	3,5+120	-	-	9,02 b	65,6 a	0,3 b	65,4 a	-	-	-
	Cyazofamid 1	450 ml	11,25	-	-	-	-	-	-	1,46 c	32,3 c	-
	Cyazofamid 2	25 ml	11,25	0,83 b	90,1 a	-	-	-	-	2,31 c	68,7 a	-
Dopo comparsa macchie d'olio	Metalaxyl-M + mancozeb	250 g	9,8+160	66,6 a	85,5 a	-	-	-	-	73,6 a	72,7 a	25,1 b
	Iprovalicarb + mancozeb	250 g	15+150	2,98 b	85,7 a	0 c	75,2 a	0 b	80,3 a	-	-	0 e
	Benthiavali carb+ mancozeb	200 g	3,5+120	-	-	0 c	66,2 a	1,3 b	67,5 a	-	-	13,2 c
	Cyazofamid 1	450 ml	11,25	-	-	-	-	-	-	4,18 c	44,5 bc	7,22 d
	Cyazofamid 2	25 ml	11,25	0,29 b	85,4 a	-	-	-	-	2,56 c	61,2 ab	-
Mancozeb	250 g	187,5	-	-	-	-	-	-	79,3 a	67,4 ab	-	
Testimone non trattato	-	-	69,4 a	90,2 a	58,1 a	63,8 a	50,6 a	70,8 a	59,7 a	59,7 ab	31,9 a	

* Valori affiancati dalla stessa lettera, nella stessa colonna, non sono significativamente diversi ai test di Duncan (p=0,05)

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le presenti verifiche hanno preso spunto da precedenti esperienze in cui per metalaxyl-M, iprovalicarb, benthiavalicarb (in miscela con mancozeb) e cyazofamid, applicati curativamente sulle foglie nelle 24-36 ore dopo l'inoculazione artificiale di *P. viticola*, era stata riscontrata una elevata attività in termini di mancanza di sporulazione alla fine del periodo d'incubazione, peraltro accompagnata da un diffuso sviluppo di macchie d'olio nel caso di iprovalicarb, benthiavalicarb e cyazofamid (Brunelli *et al.*, 2008). Le recenti esperienze, oltre a confermare questo tipo di comportamento per i quattro suddetti principi attivi applicati 24 ore dopo l'inoculazione, hanno evidenziato che lo stesso effetto può essere ottenuto con iprovalicarb e benthiavalicarb (in miscela con mancozeb) e cyazofamid anche quando applicati dopo la comparsa delle macchie d'olio, mentre la miscela metalaxyl-M + mancozeb, applicata sulle macchie d'olio, non è in grado di impedire in maniera sostanziale la sporulazione.

Ciò dimostra che, in caso di applicazione durante il periodo d'incubazione, l'effetto antiperonosporico dei quattro principi attivi alla base dei suddetti formulati si esplica con due diverse modalità: metalaxyl-M svolge un'azione diretta principalmente sul patogeno nelle fasi iniziali del suo sviluppo, che è quindi di tipo più propriamente curativo, mentre presenta una scarsa efficacia al momento della sporulazione; per contro iprovalicarb, benthiavalicarb e cyazofamid, pur rivelandosi attivi anche quando applicati all'inizio del periodo d'incubazione, sono in grado di interferire negativamente sul patogeno solo al momento della sporulazione, come si deduce anche dal più o meno marcato sviluppo delle macchie d'olio osservato nel caso dell'applicazione nella prima fase post-infezionale.

I presenti risultati non consentono, peraltro, di comprendere se il diverso profilo evidenziato dai principi attivi sperimentati sia collegato al loro meccanismo d'azione, oppure al loro comportamento fisico a livello della pianta (es. entità e tipo di penetrazione nei tessuti), senza escludere una possibile interazione fra i due aspetti.

LAVORI CITATI

Brunelli A., Portillo I., Sedda G., Flori P., 2008. Studio dell'attività curativa di recenti antiperonosporici contro *Plasmopara viticola*. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 245-246.