

EFFETTO DELL' UMIDITA' RELATIVA SULL'ATTIVITA' POST-INFEZIONALE E SULLA SISTEMICITA' DI METALAXYL E PROPICONAZOLE

S. Di Marco - L. Draghetti

Centro di Studio per gli Antiparassitari - CNR - Bologna

RIASSUNTO

Sono state condotte una serie di prove atte a verificare l'influenza dell'umidità relativa sull'attività post-infezionale e sul movimento di metalaxyl e propiconazole nella pianta. Si è operato con l'ausilio di celle climatizzate a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ed umidità relative di 70 e $90 \pm 5\%$ su piantine di pomodoro e zucchini allevate in vaso ed inoculate rispettivamente con Phytophthora infestans e Sphaerotheca fuliginea. I risultati ottenuti indicano che la presenza del livello igrometrico più elevato favorisce l'attività in loco di entrambe i formulati, riducendola, per contro, significativamente, allorché associata al movimento degli stessi (traslocazione acropeta e radice/foglia).

SUMMARY

EFFECT OF RELATIVE HUMIDITY ON POST-INFECTION ACTIVITY AND SYSTEMICITY OF METALAXYL AND PROPICONAZOLE. A series of trials was carried out in order to assess the effect of relative humidity on post-infection activity and systemicity of metalaxyl and propiconazole. The experiments took place in climatic chambers at $25 \pm 2^\circ\text{C}$ at either 70 or 90% relative humidity. Phytophthora infestans and Sphaerotheca fuliginea were used as tests organisms, respectively inoculated on tomato and zucchini potted plants. The amount of the fungicides was measured both in loco and away from the point of application (by inoculating the fungi on the leaves and applying the chemicals to the roots of zucchini and tomato plants or the lower leaves of the latter). The in loco activity of the fungicides was higher with 90% than with 70% RH value. On the contrary, the activity far from the point of application decreased with the increase in humidity.

Introduzione

I fattori ambientali quali temperatura, luce ed umidità relativa, possono modificare significativamente l'attività dei principi attivi agendo sulle proprietà fisico-chimiche degli stessi ed indirettamente sulla recettività della pianta ospite, così da ridurre o, in qualche caso, incrementare l'efficacia di tali preparati (Caseley, 1989; Ford e Thorne, 1974; Legg, 1989).

Con la presente indagine si è inteso verificare, in ambiente controllato, l'influenza esercitata dall' umidità relativa sull'attività post-infezionale e sulla sistemicità di formulati a base di metalaxyl (Ridomil 45 WP) e propiconazole (Tilt 10 EC).

Materiali e metodi

Le prove sono state condotte in celle climatizzate ad una temperatura di $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ed umidità relative di 70 e $90 \pm 5 \%$, utilizzando come microrganismi test Phytophthora infestans (Mont.) De Bary inoculata su piantine di pomodoro cv. Marmande nelle prove condotte con metalaxyl e Sphaerotheca fuliginea (Schlecht.) Salmon su piantine di zucchini cv. Storr's Green per propiconazole.

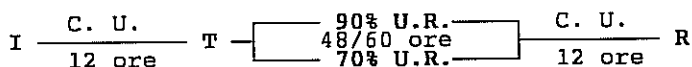
Le inoculazioni sono state condotte nebulizzando, principalmente sulla pagina inferiore delle foglie, una sospensione in acqua piovana di zoosporangi di P. infestans, alla concentrazione di $10-15 \times 10^4$ / ml. Successivamente le piantine sono state incappucciate per 12 ore con sacchetti di PVC al fine di mantenere le foglie bagnate, collocate nelle celle climatizzate alle diverse umidità, indi reincappucciate per favorire l'evasione degli organi vegetativi e di moltiplicazione del fungo. Per quel che concerne S. fuliginea, piantine di zucchini sono state nebulizzate con una sospensione conidica ($20-25 \times 10^4$ conidi/ml) e poste nelle celle climatizzate alle condizioni di temperatura ed umidità sopra menzionate fino alla comparsa del micelio fungino sulle foglie. In particolare, relativamente alle verifiche sull'attività post-infezionale di metalaxyl, piantine inoculate erano trattate e poste per 48-60 ore nelle celle in condizioni differenziate di umidità relativa; per quel che concerne propiconazole, sono state condotte due prove: nella prima all'inoculazione ha fatto seguito un periodo di 4 giorni al 90% ed al 70% di umidità relativa, l'applicazione del fungicida e nuovamente la collocazione ai due livelli di umidità fino alla comparsa del micelio fungino sulle foglie. La seconda verifica è stata condotta ponendo nelle celle condizionate le piantine inoculate e trattate, sino al completamento del ciclo infettivo. Le prove sulla sistemicità hanno riguardato il movimento radice-foglia per propiconazole e metalaxyl e la traslocazione acropeta

limitatamente al fungicida fenilammidico. Per quel che concerne la prima serie di verifiche, all'inoculazione delle piantine ha fatto seguito la distribuzione del prodotto nel terreno (30 ml per vaso) avendo cura di coprire opportunamente la superficie del terreno stesso con parafilm, al fine di evitare un'eventuale azione di vapore dei formulati; successivamente le piantine sono state poste nelle diverse condizioni di umidità. L'effetto sull'attività legata alla sistemicità acropeta di metalaxyl è stata verificata collocando piantine di pomodoro al 70 ed al 90% di umidità dopo aver distribuito il fungicida sulle foglie basali della pianta proteggendo accuratamente la parte superiore con cellophane. Di seguito si riporta uno schema di tutte le prove sopra descritte.

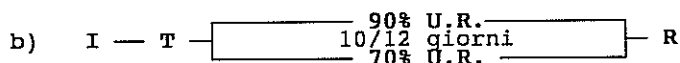
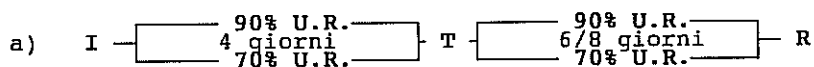
Prove sull'attività post-infezionale.

(I: inoculazione; T: trattamento; C. U.: camera umida; U. R.: umidità relativa; R: rilievo).

con metalaxyl:

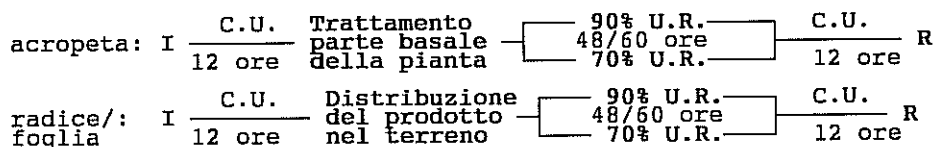


con propiconazole:

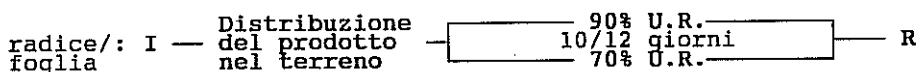


Prove sulla sistemicità.

con metalaxyl:



con propiconazole:



I formulati sono stati utilizzati a diverse concentrazioni di principio attivo e precisamente 1, 10, 100, 1000 ppm per metalaxyl e 0,1, 1, 10, 50 o 100 ppm per propiconazole. Ogni tesi era costituita da 4 o 5 ripetizioni corrispondenti ad altrettanti vasi di 10 cm di diametro contenenti ciascuno una pianta di pomodoro con 4 - 5 palchi di foglie o 3 - 4 piante di zucchini allo stadio di foglie cotiledonari. I rilievi sono stati eseguiti valutando, per S. fuliginea, la percentuale di superficie fogliare ricoperta da micelio fungino e per P. infestans la percentuale di foglie in cui aveva luogo l'evasione degli organi vegetativi e di moltiplicazione del patogeno. I dati ottenuti sono stati utilizzati per calcolare il grado d'azione secondo la formula di Abbott. Le verifiche sono state impostate considerando che, nelle condizioni termoisometriche della prova, il periodo d'incubazione di P. infestans ha una durata di 60 - 72 ore e quello di S. fuliginea di 10 - 12 giorni (Di Marco e Brunelli, 1989; Pancaldi, 1988).

Risultati

I risultati ottenuti nelle prove di attività post-infezionale mostrano un grado d'azione significativamente più elevato da parte del formulato a base di metalaxyl, alla dose di 100 ppm, allorché sottoposto ai due valori di umidità relativa; si osservi inoltre che, ai livelli più alti, la percentuale media di attacco sul testimone è risultata molto più elevata (80% di foglie colpite) rispetto a quanto rilevato al valore igrometrico più basso (tab. 1).

Le verifiche relative all'attività post-infezionale di propiconazole hanno evidenziato risultati tendenzialmente analoghi a quelli ottenuti su metalaxyl. Si consideri, in Tab. 2, l'incremento di efficacia rilevato al livello igrometrico più elevato; tale incremento è apparso ben più consistente (da 42 a 92% di grado d'azione, ad 1 ppm di p. a.) nella prova "b", quando le piantine trattate erano sottoposte al 90% di umidità relativa per 10-12 giorni, rispetto a quanto rilevato nella prova "a", (da 24 a 35%), nella quale le piantine stesse erano collocate, dopo l'applicazione del fungicida, per 6-8 giorni nelle condizioni igrometriche sopra descritte. Analogamente, a 10 ppm, si è

Tab. 1. Effetto dell'umidità relativa sull'attività post-infezionale di metalaxyl.

U. R. (%)	Grado d'azione (%)				Foglie colpite sul testimone (%)
	1	10	100	1000	
	Tesi (ppm di p. a.)				
70	0 a*	31 a	36 a	100 a	64
90	0 a	39 b	80 b	100 a	80

* I valori seguiti dalla stessa lettera non differiscono significativamente tra loro con una probabilità di errore del 5% secondo il test di Duncan.

Tab. 3. Effetto dell'umidità relativa sulla sistemicità acropeta di metalaxyl**.

U. R. (%)	Grado d'azione (%)				Foglie colpite sul testimone (%)
	1	10	100	1000	
	Tesi (ppm di p. a.)				
70	15 b*	50 b	93 b	100a	76
90	0a	17a	45a	100a	80

* Vedi Tab.1.

** I dati riportati in tabella si riferiscono alle foglie non trattate.

registrato un incremento maggiore del grado d'azione (da 67 a 98%) nella prova "b" rispetto alla prova "a" (da 60 a 76%).

Le verifiche condotte sull'efficacia legata al movimento dei fungicidi hanno fornito indicazioni opposte. In particolare, l'azione di metalaxyl (applicato sulle foglie basali) è stata fortemente ridotta sulla parte apicale della pianta, in presenza di umidità relativa prossima al 90% (tab. 3). Tale riduzione di efficacia è stata verificata per entrambe i fungicidi nelle prove di sistemicità radice/foglia: a tal proposito si consideri il grado d'azione rilevato, ai due livelli igrometrici, per metalaxyl utilizzato a 1, 10 e 100 ppm e per propiconazole a 1 e 10 ppm. (tab. 4).

Conclusioni

Valutando globalmente i risultati ottenuti circa l'attività post-infezionale dei fungicidi si può constatare che la presenza di elevata umidità favorisce l'attività sia del formulato a base di metalaxyl, altamente solubile in acqua, che di propiconazole, poco solubile. L'entità di tale effetto pare inoltre essere correlata, come già precedentemente accennato per le verifiche condotte su propiconazole, alla durata della permanenza delle

Tab. 4. Effetto dell'umidità relativa sulla traslocazione radice/ foglia di metalaxyl e propiconazole.

U. R. (%)	Metalaxyl		Foglie colpite sul testimone (%)	Propiconazole		Superf. fogl. colpita sul testimone (%)
	Grado d'azione (%) 1 10 100 1000 Tesi (ppm di p. a.)			Grado d'azione (%) 1 10 100 Tesi (ppm di p. a.)		
70	5a 31 b 63 b 100a		78	0a 37 b 93 b		78
90	2a 5a 19a 100a		80	0a 9a 29a		77

* Vedi Tab. 1.

Tab. 2. Effetto dell'umidità relativa sull'attività post-infezionale di propiconazole.

U. R. (%)	Prova b		Superf. fogl. colpita sul testimone (%)	Prova a		Superf. fogl. colpita sul testimone (%)
	Grado d'azione (%) 0,1 1 10 50 Tesi (ppm di p. a.)			Grado d'azione (%) 0,1 1 10 50 Tesi (ppm di p. a.)		
70	0a* 42a 67a 99a		74	0a 24a 60a 100a		69
90	0a 92 b 98 b 100a		52	0a 35 b 76 b 100a		68

* Vedi Tab. 1.

piante trattate in condizioni igrometriche elevate.

Pur considerando la complessità dei fattori che intervengono nel rapporto fitofarmaco-ospite-umidità, la presenza di elevati valori di quest'ultima ha verosimilmente favorito condizioni fisiologiche della pianta (stomi aperti e minore traspirazione) ed ambientali (progressiva formazione di un velo liquido sulla foglia) tali da rendere più agevole la penetrazione e la successiva azione in loco dei formulati.

La variazione di attività riscontrata quando le piante trattate sono state poste in differenti condizioni igrometriche, è probabilmente imputabile anche ad una maggiore persistenza dei formulati sulla superficie fogliare di piante sottoposte ad elevata umidità, con conseguente riduzione di perdite per evaporazione e volatilità.

Per contro, condizioni igrometriche prossime alla saturazione hanno fortemente limitato l'attività legata al movimento dei fungicidi, sia per quel che concerne la traslocazione acropeta di metalaxyl, che la sistemicità radice-foglia di entrambe i fungicidi. In particolare, in quest'ultima verifica, l'efficacia dei fitofarmaci sulla parte aerea delle piante, è legata alla penetrazione attraverso l'apparato radicale ed al trasporto all'interno della pianta stessa fino agli apici vegetativi.

A tal proposito si consideri che la penetrazione di un fitofarmaco per via radicale è, per lo più, passiva e che il suo spostamento verso l'apice vegetativo dipende dalle caratteristiche fisico-chimiche del composto e dalle condizioni di traspirazione della pianta (Jacob e Neumann, 1987), che, nelle prove condotte al 90% di umidità relativa, è, verosimilmente, assai ridotta.

Bibliografia

CASELEY J., S. (1989). Variations of foliar pesticide performance attributable to humidity, dew and rain effects. AAB, Comp. Lab. and Field Pest. Perf., 21, 215-225.

DI MARCO S., BRUNELLI A. (1989). Valutazione in ambiente controllato di alcuni aspetti dell'epidemiologia della peronospora del pomodoro, Phytophthora infestans (Mont.) De Bary. La Difesa delle Piante, 12 (4), 15-22.

FORD M.A., THORNE G.N. (1974). Effects of atmospheric humidity on plant growth. Annals of Botany, 38, 441-452.

JACOB F., NEUMANN S. (1987). Principles of uptake and systemic transport of fungicides within the plant. In *Moderne selective fungicides*, 13-30. H. Lyr. Longman Scientific e Technical.

LEGG B.J., (1989). Micrometeorological conditions in plant canopies under glasshouse and field conditions. *AAB, Comp. Lab. and Field Pest. Perf.*, 21, 13-23.

PANCALDI D., (1988). Aspetti dell'attività di alcuni fungicidi triazolici e morfolinici: 1) attività curativa ed eradicante, persistenza e resistenza al dilavamento. *Atti Giorn. fitopat.* 1, 537-548

Si ringrazia il Sig. Marco Fabbri per la collaborazione fornita nell'esecuzione delle prove.