ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2012, 2, 547-551

ATTIVITA' DI DUE NUOVI FORMULATI A BASE DI ZOLFO (KALISOL WP 40 E FLOW 18) NEI CONFRONTI DI *PODOSPHAERA FUSCA E PHYTOPHTHORA INFESTANS*

I. PORTILLO, G. BATTISTINI, C. TURAN, R. ROBERTI, A. BRUNELLI
Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare
Università degli Studi - Viale G. Fanin, 46, 40127 Bologna
brunelli@agrsci.unibo.it

RIASSUNTO

Si riportano i risultati di una sperimentazione condotta in serra e in campo con nuovi formulati a base di zolfo (Kalisol WP 40 e Kalisol Flow 18) nei confronti degli agenti di oidio delle cucurbitacee (*Podosphaera fusca*) e peronospora del pomodoro (*Phytophthora infestans*). L'attività dei due prodotti contro entrambi i patogeni è risultata buona in ambiente controllato mentre in campo, l'attività dei prodotti contro l'oidio delle cucurbitacee, non è risultata sempre ottimale pur mantenendosi ai livelli degli standard di riferimento. Complessivamente, oltre all'efficacia dei due formulati, è emersa l'interessante attività sinergica dei coformulanti che, impiegati singolarmente alle dosi utilizzate per le formulazioni dei prodotti, non hanno evidenziato alcuna attività biologica nei confronti degli agenti patogeni.
Parole chiave: Kalisol WP 40, Kalisol Flow 18, *Podosphaera fusca, Phytophthora infestans*

SUMMARY

ACTIVITY OF NEW FORMULATES BASED ON SULFUR (KALISOL WP 40 AND KALISOL FLOW 18) AGAINST *PODOSPHAERA FUSCA* AND *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

Experimental trials with two new formulates based on sulfur (Kalisol WP 40 and Kalisol Flow 18) were carried out against powdery mildew of cucurbits (*Podosphaera fusca*) and late blight on tomato (*Phytophthora infestans*). Kalisol WP 40 and Kalisol Flow 18 showed good activity against *P. fusca* and *P. infestans* under green-house conditions. Under field conditions, the efficacy of the two products was not always satisfactory against cucurbit powdery mildew, even if it was very similar to the standard. Besides the efficacy of both products, an interesting synergistic activity of the coformulants emerged. In fact, all coformulants tested singly at the same doses used in the formulated products, did not give any biological activity against the above mentioned diseases.
Key words: Kalisol WP 40, Kalisol Flow 18, *Podosphaera fusca, Phytophthora infestans*

INTRODUZIONE

In questi ultimi anni con l'obbiettivo di ridurre l'impatto della difesa chimica in agricoltura, si è registrato un ritorno di interesse per la ricerca di agrofarmaci di origine naturale, potenzialmente in grado di affiancare quelli tradizionalmente disponibili e/o di integrare i prodotti di sintesi.

In particolare, da anni viene anche esplorata la possibilità di utilizzare sostanze di varia matrice in grado di potenziare le capacità protettive dei principi attivi attraverso vari meccanismi sia di tipo diretto che indiretto (ad es. la stimolazione delle autodifese della pianta). Le sostanze accreditate di tale capacità sono numerose e di varia natura, sintetiche o naturali (Bertona *et al.,* 2000).

In questa linea si inseriscono i due prodotti Kalisol WP 40 e Kalisol 18 Flow a base di zolfo formulato in miscela con coformulante 1 e coformulante 2, accreditati di un'attività biostimolante (Homma e Arimoto, 1990; Oostendorp *et al.*, 2001).

Lo scopo del presente lavoro è stato di verificare in condizioni controllate l'attività dei due prodotti sugli agenti dell'oidio delle cucurbitacee e della peronospora del pomodoro. Relativamente all'oidio delle cucurbitacee sono state effettuate anche verifiche di campo in condizioni naturali.

MATERIALI E METODI

Prove di serra

Le prove sono state eseguite in serra di vetro condizionata alla temperatura di 20-25 °C e U.R. del 50-80% e luce naturale, utilizzando piante di zucchino e pomodoro inoculate artificialmente.

Studio dell'attività preventiva contro l'oidio delle cucurbitacee (*Podosphaera fusca*)

Per gli esperimenti, sono state impiegate piante di zucchino in vaso cv Giambo allo stadio di foglie cotiledonari. Per ogni tesi sono state allestite 5 ripetizioni costituite ciascuna da quattro vasetti contenenti 2 piante

Come standard di riferimento, è stato utilizzato zolfo (Tiovit Jet) alla dose di 300 g/hl. I trattamenti sono stati eseguiti con un nebulizzatore manuale, bagnando i cotiledoni fino allo sgocciolamento, 48 ore prima dell'inoculazione; per ciascuna prova è stato effettuato un solo trattamento.

L'inoculazione della malattia è stata eseguita con una sospensione acquosa di conidi di *Podosphaera fusca* alla concentrazione di 100.000/ml. Dopo la comparsa dei sintomi nelle piante testimone non trattate (circa 10 giorni dall'inoculazione), si è proceduto al rilievo valutando la percentuale di superficie cotiledonare con sintomi di oidio.

Studio dell'attività preventiva contro la peronospora del pomodoro (*Phitophthora infestans*)

Per ogni tesi sono state allestite 5 ripetizioni, ciascuna costituita da un vaso contenente una singola pianta. Sono state impiegate piante di pomodoro (cv Marmande) allo stadio di 5-6 foglie vere. Nelle prove effettuate per studiare l'attività antiperonosporica dei vari coformulanti, sono state impiegate le dosi dei coadiuvanti presenti nei due formulati. Tutte le prove prevedevano un unico trattamento a diversi tempi (vedi tabelle) prima dell'inoculazione del patogeno.

I prodotti sono stati distribuiti in sospensione acquosa con un nebulizzatore manuale, bagnando uniformemente tutta la superficie fogliare sino allo sgocciolamento. L'inoculazione del patogeno è stata effettuata mediante spruzzetta manuale irrorando una sospensione acquosa contenente sporangi di *P. infestans* alla concentrazione di 35.000/ml. I rilievi sono stati eseguiti alla comparsa dei sintomi della malattia sulle piante non trattate, valutando la percentuale di superficie fogliare interessata dai sintomi di peronospora.

Prove di campo

Studio dell'attività preventiva contro l'oidio delle cucurbitacee (*Podosphaera fusca*)

Le prove sono state eseguite in pieno campo negli anni 2010 e 2011 presso il Centro sperimentale del Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare sito nella pianura bolognese ad Altedo (BO). La semina è stata eseguita a fila singola su pacciamatura (con telo nero) in epoca tardiva (prima decade di luglio) allo scopo di favorire la coincidenza fra pieno sviluppo vegetativo della pianta e attacco epidemico della malattia (che nella zona in cui si è operato avviene di norma a estate avanzata). Come standard di riferimento è stato impiegato zolfo (Tiovit Jet) alla dose di 300 g/hl. Il campo è stato irrigato secondo le esigenze della coltura inizialmente a mano in maniera localizzata, in seguito utilizzando irrigatori a pioggia soprachioma.

I rilievi sono stati eseguiti in momenti successivi, durante e dopo la sospensione dei trattamenti, valutando la percentuale di superficie fogliare interessata dai sintomi.

Tutte le prove (serra e campo) sono state ripetute almeno due volte e i dati sono stati elaborati con l'analisi della varianza e le medie confrontate con il test di Duncan (p = 0,05).

RISULTATI

Prove di serra

Studio dell'attività preventiva contro l'oidio delle cucurbitacee (*Podosphaera fusca*)

Kalisol Flow 18 e Kalisol 40 WP hanno evidenziato una buona attività contro l'oidio delle cucurbitacee paragonabile a quella del Tiovit Jet (tabella 1). In particolare entrambi i prodotti, applicati 24 ore prima dell'inoculazione artificiale, hanno contrastato la diffusione della malattia mantenendo la superficie cotiledonare con sintomi al di sotto del 5%.

Tabella 1. Prova su oidio dello zucchino: attività preventiva con inoculazione di *P.fusca* 24 ore dal trattamento

Prodotto	Dose formulato g/hl	Dose zolfo g/hl	% superficie cotiledonare colpita	
			Prova 1	Prova 2
Testimone non trattato	-	-	78,5 a	80,3 a
Kalisol WP 40	600	240	3,8 b	2,8 b
Kalisol Flow 18	600	144	5,0 b	4,3 b
Tiovit Jet	300	240	4,5 b	2,8 b

Studio dell'attività preventiva contro la peronospora del pomodoro (*P.a infestans*)

Kalisol WP 40 e Kalisol Flow 18 hanno evidenziato un'ottima attività contro la peronospora del pomodoro (tabella 2). I tre formulati a base di zolfo hanno tutti validamente contrastato il processo infettivo, come si può osservare nel primo rilievo eseguito a tre giorni dall'inoculazione. Nei giorni successivi nella tesi Tiovit Jet si è verificata una progressione generalizzata dei sintomi, contrariamente a quanto osservato per Kalisol WP 40 e Kalisol Flow 18.

Tabella 2. Peronospora pomodoro: trattamento preventivo eseguito 48 ore prima dell'inoculazione

Prodotto	Dose formulato g/hl	% superficie fogliare colpita a diversi giorni dall'inoculazione		
		3	4	6
Testimone non trattato		77,5 a	100 a	100 a
Kalisol WP 40	600	0 g	2,5 i	19,3 f
Kalisol Flow 18	600	0 g	2 i	16 f
Tiovit Jet	500	8 e	67,5 d	100 a

Dalle prove atte a verificare l'attività dei singoli coadiuvanti contenuti in Kalisol WP 40 e Kalisol Flow 18 (tabella 3), si è evidenziato come alle stesse dosi impiegate nelle formulazioni, tutti i singoli componenti si sono dimostrati totalmente inefficaci nel contrastare *P. infestans*.

Tabella 3. Peronospora pomodoro: trattamento 2 ore e 48 ore prima dell'inoculazione

Prodotto	Dose formulato g/ hl	% superficie fogliare colpita	
		2 ore	48 ore
Testimone non trattato	-	90 a	100 a
Kalisol flow 18	600	2,7 b	37,8 b
Kalisol WP 40	600	0,8 b	35 b
Zolfis 90 (zolfo)	120	90 a	100 a
Zolfis 90	267	90 a	100 a
Coformulante 1	111	87,5a	100 a
Coformulante 1	180	90 a	100 a
Coformulante 2	120	92,5 a	100 a
Coformulante 2	175	92,5 a	100 a

Prova di campo 2010 (tabella 4)

I primi sintomi di mal bianco sono stati osservati sulle foglie basali durante la prima fase di accrescimento delle piante (ai primi di agosto, circa un mese dalla semina in pieno campo), consigliando l'inizio dei trattamenti. In seguito la malattia si è progressivamente diffusa durante il ciclo vegetativo, determinando nelle parcelle non trattate un elevato grado di attacco (oltre il 50% di superficie fogliare sintomatica ad inizio settembre e ulteriore diffusione nelle settimane successive). Al primo rilievo eseguito, circa una settimana dopo la sospensione dei trattamenti, entrambi i prodotti hanno assicurato una buona protezione, mantenendo la vegetazione praticamente indenne dalla malattia, in maniera analoga al Tiovit Jet alla dose di 300 g/hl. Nel secondo rilievo del 15/9, il Tiovit Jet alla dose di 300 g/hl ha evidenziato una tenuta leggermente maggiore rispetto ai formulati.

Tabella 4. Prova di lotta contro l'oidio dello zucchino in pieno campo Altedo (Bo) 2010 var. Afrodite

Prodotto	Dose formulato g/hl	Dose zolfo	% superficie fogliare colpita	
			6/9	15/9
Testimone non trattato	-	-	56,88 a	68,13 a
Kalisol Flow 18	800	144	2,88 c	31,25 d
Kalisol WP 40	600	240	2,63 c	24,38 d
Tiovit Jet (zolfo 80% WG)	300	240	2,50 c	9,38 e
Tiovit Jet (zolfo 80% WG)	100	80	11,25 b	41,25 c

Date dei trattamenti: 11/8, 18/8, 24/8, 31/8

Prova di campo 2011 (tabella 3)

Presumibilmente a seguito dell'andamento climatico favorevole (assenza di piogge e temperature non molto elevate), i primi sintomi di mal bianco sono stati osservati sulle foglie basali sin dai primi stadi vegetativi (prima decade di agosto), consigliando l'inizio dei trattamenti, avvenuto il giorno 11 agosto. Durante il mese di agosto la malattia si è progressivamente diffusa, grazie anche al persistere delle condizioni climatiche favorevoli,

determinando rapidamente un elevato grado d'attacco, che ha interessato la quasi totalità della superficie fogliare nella tesi testimone. Con tale elevata pressione infettiva, entrambi i prodotti hanno assicurato una discreta protezione al primo rilievo, eseguito circa una settimana dopo la sospensione dei trattamenti, paragonabile al Tiovit Jet impiegato come standard di riferimento. Successivamente (rilievo del 21/9) il Tiovit Jet ha evidenziato una tenuta leggermente migliore rispetto ai due formulati.

Tabella 5. Prova di lotta contro l'oidio dello zucchino in pieno campo Altedo (Bo) 2011 var. Afrodite

Prodotto	Dose formulato g/hl	% superficie fogliare colpita			
		10/9		21/9	
		Pag. sup	Pag. inf	Pag. sup	Pag. inf
Testimone non trattato	-	70,63 a	79,38 a	81,88 a	91,25 a
Kalisol Flow 18	800	26,88 b	45,63 b	38,13 b	76,88 b
Kalisol WP 40	600	18,75 bc	36,25 b	30,00 bc	68,75 b
Tiovit Jet zolfo 80% WG	300	8,75 c	45,00 b	26,88 c	71,25 b

Date dei trattamenti: 11/8,19/8, 26/8, 2/9, 9/9

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I due nuovi formulati a base zolfo Kalisol Flow 18 e Kalisol WP 40 hanno manifestato in ambiente controllato su *P. fusca,* agente dell'oidio delle Cucurbitaceae, un'ottima attività, che è stata confermata anche dalle prove del biennio 2010 e 2011 svolte in pieno campo. Aspetto maggiormente interessante è l'efficacia dimostrata da entrambi i prodotti nelle prove di serra, nei confronti della peronospora del pomodoro. Si può osservare che la buona efficacia antiperonosporica dimostrata da Kalisol Flow 18 e Kalisol 40 WP non deriva dalla semplice somma dell'attività dei coadiuvanti, peraltro dimostratisi inefficaci alle dosi presenti nelle formulazioni con lo zolfo. Tale risultato è presumibilmente collegato ad un sinergismo fra i componenti presenti nei formulati ed a una loro possibile capacità di attivare le autodifese della pianta. Le sole verifiche biologiche non consentono, peraltro, di avvalorare tale ipotesi. A supporto sono necessari ulteriori studi che coinvolgano anche la risposta metabolica della pianta. Per poter effettivamente considerare Kalisol Flow 18 e Kalisol WP 40 come due valide alternative ai prodotti rameici, l'interessante attività antiperonosporica mostrata in ambiente controllato dovrà essere confermata inoltre, anche in pieno campo.

LAVORI CITATI

Bertona A., Liguori R., Bassi R., Filì V., Filippi G., Saporiti M., Casola F., 2000. Attivazione delle difese naturali con CGA 245704 (acibenzolar-Smethyl): un aiuto alle piante per la loro autodifesa contro i patogeni. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 27-32.

Homma, Y. and Arimoto, Y. (1990) Mechanisms of plant disease control by potassium bicarbonate. Proceedings, 17th Int. Cong. on Pesticide Chemistry, 2, 94

Oostendorp M., Kunz W., Dietrich B., Staub T., 2001. Induced disease resistance in plant by chemicals. *European Journal of Plant Pathology*, 107, 19-28.