

IMPIEGO DI FUNGICIDI SU KIWI IN POST-RACCOLTA:
CONFRONTO DOSI-EFFICACIA IN PROVE DI LABORATORIO

V. POMPI, A. LEANDRI, R. NALLI, S. MONTINARO
Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale - Roma

RIASSUNTO

Sono stati valutati l'efficacia ed il livello di residui di un antibotritico, il procimidone, di recente autorizzato per l'uso in post-raccolta su kiwi, in confronto con altri principi attivi ad azione antibotritica (vinclozolin, iprodione, ortofenilfenolo). I risultati migliori si sono ottenuti con il vinclozolin, probabilmente a causa della sua più elevata capacità di penetrare all'interno del frutto.

Per quanto riguarda il procimidone si è constatato come, usando la dose prescritta in etichetta, non sia possibile ottenere un buon controllo della Botrytis cinerea. Utilizzando dosi più elevate del prodotto, tali da consentire una buona attività fitoiatrica, il livello dei residui sale al di sopra di quello massimo ammesso.

SUMMARY

Post-harvest use of fungicides on kiwi fruits: doses and efficacy

The efficacy and the residue level of the antibotrytic procymidone, recently registered for post-harvest application on kiwifruits, have been tested.

The trial has been carried out in comparison with others active ingredients: vinclozolin, iprodione, o-phenylphenol.

We obtained the best results with vinclozolin, probably due to its greater capacity to pass through fruit's epicarp.

As regarding procymidone, has been possible to ascertain that using the label dose we have obtained only a very low control of Botrytis cinerea.

With the use of higher doses, wich permit a good phytoiatric activity, the maximum residue level, fixed for this active ingredient is exceeded.

INTRODUZIONE

L'aumentata produzione di kiwi e la conseguente necessità commerciale di una loro graduale immissione sul mercato (interno ed estero), hanno reso prassi comune l'attuazione di un lungo periodo di conservazione post-raccolta che può anche avere la durata di sei mesi.

Durante tale operazione, generalmente realizzata facendo permanere i frutti in celle frigorifere (in atmosfera normale o controllata), è stata, già da tempo, riscontrata l'insorgenza di varie fitopatologie. Tra queste la Botrytis cinerea costituisce l'avversità che può infliggere i maggiori danni alle derrate, provocando, nel corso di annate particolarmente favorevoli all'inoculo del parassita in campo, anche fino al 40% di perdite al termine del periodo di frigoconservazione (Imbroglini et al., 1988/a).

L'insostenibilità di queste perdite sul piano economico ha reso necessaria la ricerca di interventi idonei a fronteggiare in modo adeguato tale patologia. Tentativi sperimentali di intervenire nella fase di preraccolta, sia con l'aumento dei dosaggi dei trattamenti, sia con la diminuzione dei tempi di carenza (rispetto a dosi e tempi autorizzati), al fine di estendere l'attività protettiva dei principi attivi utilizzati sui frutti al successivo periodo di conservazione, non hanno conseguito risultati apprezzabili (Pratella et al., 1985; Beever et al., 1984; Brigati et al., 1991). Esito positivo hanno, invece, conseguito prove basate sull'esecuzione di interventi fitoiatrici direttamente nella fase di post-raccolta (Bisiach e Minervini, 1984; Imbroglini et al., 1988/b; Tonini et al., 1992; Leandri et al., 1992).

Il legislatore, in considerazione delle reali esigenze del ciclo produttivo-distributivo del kiwi ed in relazione alle indicazioni scaturite dalla sperimentazione, ha accolto la richiesta di registrazione di una formulazione a base di procimidone (Sialex) per uso in post-raccolta su kiwi e si è così avuta una estensione di impiego (D.M. G.U. 5/8/93 n.182). Il formulato (al 50% di p.a.) è stato autorizzato alla dose di 12 g/hl con un tempo di carenza di 30 gg ed un limite massimo per i residui di 1,5 mg/kg.

L'attuale disponibilità di un principio attivo autorizzato su kiwi nei trattamenti post-raccolta ci ha indotti a condurre un esame comparativo tra il comportamento di questo fitofarmaco e quello di altri antibotritici non ancora autorizzati per questo specifico impiego. Inoltre tale confronto è stato esteso anche al rapporto efficacia/dose al fine di verificare se è giustificabile la diversa dose d'impiego riportata sull'etichetta del Sialex (6 g/hl di procimidone), quando in prove sperimentali condotte con altri principi attivi, per conseguire un'efficacia significativa sono state necessarie dosi di un'ordine di grandezza nettamente superiore (50-100 g/hl).

Le prove di efficacia dei trattamenti con procimidone sono state programmate in confronto con altre sostanze attive quali il vinclozolin e l'iprodione, già previste in ordinanza per l'uso in campo su kiwi, e con l'ortofenilfenolo (OFF), inserito dalla nostra legislazione nella lista degli additivi alimentari, e utilizzato in post-raccolta particolarmente su agrumi; l'efficacia dell'OFF e del suo sale sodico nella protezione da attacchi botritici su kiwi in conservazione è stata già riscontrata in precedenti prove sperimentali (Leandri et al., 1993).

Tabella 1 - Prospetto delle dosi e degli indici di infezione (a 7 gg) e dei residui nel frutto (a 10 gg) nelle due prove (medie di 3 ripetizioni).

principio attivo	tempo immers. in min.	dose g/hl	indice di infez. relativo (%)		residui (mg/kg)	
			A	B	A	B
procimidone	1	3	a 20,9	a 60,6	a 0,4	a 0,6
		6	bc 8,5	b 43,2	a 0,7	a 0,9
		12	c 6,1	c 17,2	b 1,6	b 1,7
		15	d 4,3	d 12,1	bc 2,4	b 2,6
		30	d 3,9	e 7,9	c 3,4	c 4,1
		50	d 4,2	ed 9,8	d 5,1	c 5,2
		75	d 3,6	e 7,8	e 6,8	d 7,2
		100	d 3,2	e 6,5	e 6,6	d 7,4
vinclozolin	1	50	a 1,1	a 1,6	a 7,0	a 7,4
		100	b 0,0	b 0,0	b 11,9	b 11,0
iprodione	1	50	a 41,3	a 43,2	a 4,3	a 5,1
		100	a 32,0	a 37,2	b 9,4	b 10,1
ortofenilfenolo	1	100	a 4,1	a 6,2	a 12,0	a 13,8
	2	200	a 2,8	b 0,9	a 17,8	b 19,8
	4	400	c 0,0	b 0,2	b 30,3	c 28,6
ortofenilfenato di sodio	2(*)	250	a 48,7		a 5,8	
		500	b 33,2		a 6,8	
		1000	c 24,9	a 17,3	a 5,8	a 4,9
		(**) 1000		b 0,5		b 14,8
		(***) 1000		c 0,0		c 40,0
(****) 1000		c 0,0		d 56,2		
testimone			100	100		

- A = prima lavaggio infettante poi trattamento a 2 ore (dicembre)
- B = prima lavaggio infettante poi trattamento a 24 ore (febbraio)
- (*) eseguito lavaggio subito dopo il trattamento dei kiwi
- (**) lavaggio dopo 2 ore
- (***) lavaggio dopo 24 ore
- (****) non effettuato il lavaggio

I valori contrassegnati con le stesse lettere non risultano significativamente diversi al test di Duncan per P=0,05.

MATERIALI E METODI

Prima di passare a prove in condizioni operative, cioè direttamente in cella di conservazione, si è pensato di agire con quantitativi ridotti di frutti (2 kg per tesi) in condizioni sperimentali rigorosamente controllate, effettuando artificialmente l'infezione botritica sui kiwi in modo da avere un dato certo di partenza, anche se le condizioni artificiali sono solo parzialmente trasferibili alla realtà di magazzino.

La prova è stata impostata effettuando i trattamenti su frutta posta in cassette di plastica e tenuta in immersione, con dosi e tempi diversi, in sospensioni dei seguenti formulati commerciali: Sialex pb (procimidone 50%, SIAPA), Ronilan pb (vinclozolin 50%, BASF), Rovral pb (iprodione 50%, Rhône-Poulenc Agro), Xedol (ortofenilfenolo 20%, Xeda), Xedafen (ortofenilfenato di sodio 20%, Xeda), con dosi e tempi di immersione diversi.

I frutti, kiwi della cv Hayward, avevano al momento della prova un grado di durezza 7, un grado Brix di maturità di 7,5, e una pezzatura uniforme di circa 70 grammi.

Le analisi per la determinazione dei residui conseguenti ai trattamenti sono state effettuate con una metodica gascromatografica (Imbroglini et al., 1986) con gascromatografo HRGC 5300 Mega Series della C. Erba con colonna OV 1 da 15 m (i.d. 0,53 mm spessore film 2 u: rivelatore ECD, temperatura detector 300°C, temperatura forno: 190°C per vinclozolin, 210°C per procimidone, 230°C per iprodione. Per l'OFF ed il suo sale si è utilizzato per la estrazione il metodo ufficiale (G.U. 173 del 10.7.68) e la rivelazione è stata effettuata utilizzando un apparecchio GLC-MS della HP rivelatore 5970 con acquisizione dati in SIM sul valore 170 amu (picco molecolare dell'OFF) (Leandri et al., 1993).

Per la determinazione dell'efficacia dei principi attivi sono state effettuate due prove di infezione e relativo trattamento antibotritico, variando il tempo intercorrente tra l'infezione e l'immersione nella soluzione contenente i principi attivi, che per la prima prova è stata di due ore (prova A), e per la seconda di ventiquattro (prova B).

Per ogni singola tesi sono stati utilizzati 30 frutti su ciascuno dei quali sono stati praticati 5 fori di 2 mm di diametro. La sospensione infettante è stata preparata a partire da 20 piastre di agar PDA contenenti colture di 15 giorni di svariati isolati di Botrytis cinerea, prelevati da frutti infetti provenienti dalla provincia di Ferrara. Omogeneizzando il contenuto delle piastre in poca acqua sterile e portando il volume della sospensione a 30 litri si è ottenuta una concentrazione finale di $1,33 \times 10^5$ conidi/ml. L'inoculazione dei frutti è stata effettuata immergendo i kiwi, posti in un contenitore di rete metallica mantenuto in continuo movimento, in una vaschetta con la sospensione conidica.

Dopo il trattamento ed il successivo sgocciolamento, per favorire lo sviluppo della muffa i kiwi venivano irrorati con circa 20 ml di acqua sterile per ogni cassetta prima di essere chiusi, con il loro contenitore, in buste di polietilene, e mantenuti in un ambiente in cui la temperatura oscillava tra 16 e 20°C.

Per la valutazione dell'efficacia si è preso in considerazione, come misura della gravità dell'attacco da Botrytis cinerea, lo sviluppo superficiale del micelio del patogeno nei "punti d'inoculo" (zone dell'epicarpo preforate).

Per la stima dell'intensità della malattia è stata adottata una scala empirica di 6 classi corrispondente al diametro dell'area di sviluppo fungino.

- classe 0 - Assenza di sviluppo di micelio (valore considerato 0)
- classe 1 - Diametro medio della superfice di sviluppo compreso tra 0 e 2 mm (valore considerato 4)
- classe 2 - Diametro medio della superfice di sviluppo compreso tra 2 e 4 mm (valore considerato 16)
- classe 3 - Diametro medio della superfice di sviluppo compreso tra 4 e 6 mm (valore considerato 36)
- classe 4 - Diametro medio della superfice di sviluppo compreso tra 6 e 8 mm (valore considerato 64)
- classe 5 - Diametro medio della superfice di sviluppo compreso tra 6 e 10 mm (valore considerato 100)

Il rilevamento è stato condotto esaminando, per ogni tesi, tutte le zone inoculate di ogni frutto (5 fori di inoculo per 30 kiwi) ed attribuendo la classe ed il relativo valore. Di questi 150 valori sperimentali è stata fatta la media aritmetica, ottenendo un unico dato per tesi (indice di sviluppo della malattia). Rapportando percentualmente tali indici per ogni tesi a quello del relativo testimone è stato calcolato l'indice di sviluppo relativo.

Le dosi dei principi attivi utilizzate, i riscontri di efficacia a 7 gg (indice di sviluppo relativo) ed i valori dei residui a 10 gg, sono stati riassunti nella tabella I.

Sempre al fine di esaminare i fenomeni che avvengono a seguito dei trattamenti per immersione dei kiwi, sono state effettuate, altresì, prove finalizzate alla valutazione sia del grado di penetrazione dei principi attivi all'interno dei frutti, sia della misura in cui il tempo d'immersione dei kiwi nella soluzione per il trattamento abbia influenza sull'entità dei residui depositi sul frutto.

A tale scopo si è proceduto, su tesi formate da 10 kiwi, ad effettuare le seguenti operazioni: immersione, per 0,5-1-2 minuti in soluzioni rispettivamente di 50 g/hl per procimidone, iprodione e vinclozolin, e 100 g/hl per ortofenilfenolo; sosta delle tesi al buio e alla temperatura di 16-20°C per due giorni; sbucciatura dei frutti, con rapporto dei pesi polpa-intero mediamente di 94,5% con un coefficiente di deviazione percentuale di ± 3 ; analisi separate per i residui sulla buccia e nella polpa. Nella tabella 2 viene, tra l'altro, riportata l'entità dei residui nella polpa e sul frutto intero, quest'ultimo calcolato dal valore di residuo determinato sulle bucce e sulle polpe, e sulla base delle loro relative frazioni ponderali.

Tabella 2 - Penetrazione dei principi attivi nella polpa in relazione ai tempi di immersione (valori medi di 10 determinazioni).

princ.attivo dose	tempo immersione in minuti	rapporto dei pesi % polpa/int.	residui su frutto int. (mg/kg)	residui su polpa (mg/kg)	rapporto % residui polpa/int.
PROCIMIDONE 50g/hl	0,5	92,4	a 4,27	a 0,16	3,7
	1	95,2	a 4,31	a 0,15	3,5
	2	95,1	a 4,42	a 0,15	3,4
IPRODIONE 50g/hl	0,5	95,4	a 3,75	a 0,10	2,7
	1	95,0	a 4,31	a 0,11	2,5
	2	94,8	a 4,46	a 0,09	2,0
VINCLOZOLIN 50g/hl	0,5	92,5	a 5,52	a 0,66	12,0
	1	93,8	b 7,00	a 0,69	9,8
	2	92,7	b 7,50	a 0,72	9,6
ORTOFENIL- FENOLO 100g/hl	0,5	95,4	a 13,72	a 0,21	1,5
	1	95,6	a 16,50	a 0,24	1,4
	2	96,0	a 14,85	a 0,20	1,3

I valori contrassegnati con le stesse lettere non risultano significativamente diversi al test di Duncan per $P=0,05$.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Dall'esame della Tab. 1 si può notare come in generale l'efficacia dei prodotti, relativa al testimone infettato, sia minore nella prova B, in cui il trattamento è stato effettuato ad un giorno dall'avvenuta infezione, probabilmente per il maggior tempo che ha avuto il patogeno per insediarsi nel frutto.

Nelle condizioni della prova, per quanto riguarda il procimidone, una efficacia curativa apprezzabile comincia a delinearsi con dosi di prodotto intorno ai 15g/hl p.a., corrispondenti a 2-3 volte la dose indicata in etichetta; all'aumentare delle dosi non corrisponde un proporzionale aumento dell'attività terapeutica dello stesso. Già a tali dosi, in queste condizioni sperimentali, si è ad un livello di residuo superiore a quello massimo autorizzato.

I prodotti antibotritici usati come riferimento (vinclozolin, iprodione) hanno dato risposte diverse: il vinclozolin ha mostrato rimarchevole attività protettiva, l'iprodione molto scarsa. Ambedue però hanno dato luogo a livelli residuali ben al di sopra dei limiti fissati da

ordinanza su kiwi per trattamenti in campo (3 mg/kg).

Per quel che concerne l'iprodione la presente sperimentazione ha confermato quanto già risultato in precedenti prove (Leandri, 1992), riguardo la insufficiente protezione antibotritica per l'uso in post-raccolta.

Con l'ortofenilfenolo, già alla dose 0,1%, si consegue un discreto contenimento dello sviluppo della Botrytis cinerea; aumentando la dose allo 0,2% si perviene ad un pressochè completo blocco dello sviluppo fungino.

L'ortofenilfenato sodico è stato impiegato a dosi più elevate del fenolo libero (fino all'1%), facendo seguire al trattamento un lavaggio con acqua, onde diminuire i fenomeni di eventuale fitotossicità dovuta all'eccesso di alcalinità della soluzione del p.a. Questi lavaggi sono stati effettuati a tempi diversi dal momento del trattamento. Dal quadro dei risultati si può osservare come ci sia un aumento del valore di residuo di OPP associato al relativo incremento di efficacia protettiva in corrispondenza di tali tempi.

Si può ipotizzare che fenomeni di idrolisi liberino, parzialmente, il fenolo dal sale; il fenolo libero, per la sua insolubilità in acqua, non viene asportato dai lavaggi successivi per cui il p.a., che resta dopo tale successiva operazione, aumenta con il ritardo della stessa.

I valori di residuo riscontrati per i kiwi delle varie tesi, permettono di indicare una preliminare correlazione tra l'efficacia del p.a. e l'entità del suo deposito sul frutto; resta inteso che il significato di tal giudizio di efficacia risulta connesso allo specifico protocollo sperimentale adottato, come la stessa entità del residuo conseguente ai trattamenti alle diverse dosi.

Esaminando la tabella 2 si può constatare che, per quanto riguarda i tempi di immersione, (0,5-1-2 minuti), i valori di residuo crescono con l'aumentare del tempo solo per il vinclozolin in modo significativo, mentre per procimidone, iprodione e ortofenilfenolo nessuna tendenza all'aumento viene osservata. Sempre dalla stessa tabella appare chiaro che i valori di concentrazione raggiunti nella polpa sono piuttosto costanti e indipendenti dai tempi di immersione: mediamente 0,15 mg/kg per il procimidone; 0,10 mg/kg per iprodione; 0,69 per il vinclozolin; 0,22 per l'ortofenilfenolo.

Il grado di penetrazione, dei diversi principi attivi nella polpa, misurato dal rapporto percentuale dei valori residuali nella polpa e nel frutto intero, risulta significativamente maggiore per il vinclozolin (~10%) rispetto a quello degli altri prodotti con percentuale compresi nell'intervallo 1,5 ÷ 3,5). Comunque anche per il vinclozolin il valore di residuo nella polpa risulta contenuto (~0,7 mg/kg) rispetto a un valore di circa 7 sull'intero.

Dai dati della Tab. 2 si constata ancora, come la "raffinatezza" della sbucciatura (percentuali peso polpa-intero) non influenzi il valore del residuo sulla polpa, indicando come i principi attivi restino strettamente concentrati nello strato epicarpico.

La legislazione italiana, che si limita a fissare dei limiti solo sull'intero, con valori sensibilmente più bassi di quelli stabiliti in

altre analoghe normative europee, non ci sembra tener conto che il frutto viene consumato sempre sbucciato e che quindi sarebbe necessario fissare soprattutto un limite sulla parte edibile tanto più che parte del nostro prodotto conservato prende la via dell'esportazione in paesi europei, quale la Germania (44,3% dell'intero export italiano di kiwi), dove è fissato un limite di 1 mg/kg sulla parte edibile, contro un residuo sull'intero di 10 mg/kg.

LAVORI CITATI

- BEEVER D.J., MEGRATH H.G.W., CHARTIE D.L. and TODD M. (1984). Field application and residues of fungicides for the control of Botrytis storage rot of kiwifruit. *New Zeland J. of Exp. Agric.*, 12, 339-346.
- BISIACH M. e MINERVINI G. (1984). Possibilità di prevenzione del marciume dell'actinidia provocata da Botrytis cinerea durante la frigoconservazione. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 309-320.
- BRIGATI S., PRATELLA G.C. (1991). Effetto indotto dalla CO₂, dalla refrigerazione e dai trattamenti di campo sulla Botrytis² cinerea nell'actinidia frigoconservata. *Informatore Fitopatologico*, 9, 44-46.
- IMBROGLINI G., LEANDRI A., MARGARITA L. e CONTE E. (1986). Trattamenti antibotritici in pre-raccolta con vinclozolin su actinidia: andamento dei residui. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale*, XI, 85-93.
- IMBROGLINI G., MARGARITA L., LEANDRI A. and CONTE E. (1988/a). Post-harvest antibotrytic treatment of kiwifruit. *Proceeding XXXX Symposium on crop protection. Gent 53/2b*, 663-669.
- IMBROGLINI G., MARGARITA L., LEANDRI A. and CONTE E. (1988/b). Trattamenti antibotritici post-raccolta su kiwi. Confronto tra differenti metodi di distribuzione dei prodotti. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 349-360.
- LEANDRI A., CONTE E., IMBROGLINI G. e GIUNCHI P. (1992). La conservazione a lungo termine del kiwi. Problematiche nel contenimento in post-raccolta della Botrytis cinerea. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 3, 385-394.
- LEANDRI A., POMPI V., NALLI R. e IMBROGLINI G. (1993). Ortofenilfenolo: impiego come fungicida in post-raccolta su kiwi. *Informatore Fitopatologico*, 2, 41-44.
- PRATELLA G.C., BRIGATI S., MECCAFERRI M. (1985). Conservazione dell'actinidia: aspetti patologici, fisiologici e tecnologici. *Rivista di Frutticoltura*, 9-10, 17-32.
- TONINI G. (1992). La conservazione a lungo termine dell'actinidia per prevenire la Botrite e migliorare la qualità. *Rivista di Frutticoltura*, 9, 39-45.
- TONINI G., CACCIONI D., BASSI F., DAL PANE M. (1992). Prevenzione dei marciumi da Botrytis cinerea sui frutti di actinidia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, vol. II, 67-76.