

## CONFRONTO DI PREPARATI E DI METODOLOGIE DI INTERVENTO NELLA PROTEZIONE DEL MELO DA *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.

R. FIACCADORI, A. CESARI

Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare  
Sez. Fitoiatria - Università di Bologna

### Riassunto

Difenconazolo, fenbuconazolo ed esaconazolo hanno evidenziato una spiccata protezione degli organi fogliari dalle infezioni di *Venturia inaequalis*. Tutti gli I.B.S. citati hanno pure fatto rilevare una elevata attività sul frutto, comunque complessivamente inferiore rispetto a quella fogliare. Comportamento sostanzialmente opposto hanno evidenziato per i preparati di superficie a base di mancozeb e dodina. Il "turno fisso" settimanale rimane il criterio di intervento attualmente più affidabile nelle zone ad elevato rischio, mentre l'applicabilità "turno biologico" è condizionata alla affidabilità dei sistemi previsionali ed all'attività biologica dei preparati endoterapici.

### Summary

Comparison of fungicides and schedules for control of *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.

Difenoconazole, fenbuconazole and hexaconazole explicate an excellent activity in foliage protection from infection of *Venturia inaequalis*. All D.M.I. fungicides permit also high protection of fruits, however lower to that observed on leaves. Traditional surface products as dodine and mancozeb present opposite degree of protection on leaves and fruits.

"Calendar" spray programs result actually the most reliable scab control strategy in high risk areas, while "advisory" schedules with curative applications, require reliable forecast systems and highly active endotherapeutic fungicides.

### Premessa e scopi

L'introduzione dei preparati "inibitori della biosintesi degli steroli" (I.B.S.) e la diffusione delle centraline epidemiologiche avevano aperto, nell'ultimo decennio, prospettive di un sensibile miglioramento della difesa antiticchiolatura, soprattutto in riferimento all'applicazione di strategie di lotta basate sull'evoluzione biologica del fungo.

Tuttavia, solo nelle zone e nelle condizioni a basso rischio, tale obiettivo ha potuto essere raggiunto, come in effetti si è verificato in ambienti italiani come il Trentino (Oberhofer, 1985) ed anche in altri Paesi: Francia (Olivier, 1984), Australia (Penrose, 1989), USA (Arnauwz et al., 1990), ecc.

Diversi e meno eclatanti sono stati, invece, i risultati ottenuti in zone ad alto livello di rischio (Pianura Padana), dove il criterio del "turno fisso" si rende pressoché indispensabile, almeno nelle fasi fenologiche più recettive (Scannavini et al., 1990; Clabassi e Stasi, 1990).

Indagini sull'applicazione del "turno biologico" nella difesa antiticchiolatura sono state sviluppate dapprima con la dodina ed i benzimidazolici (Cesari et al., 1975) e più recentemente anche con i più attivi derivati I.B.S. (Cesari et al., 1986). Tuttavia, la limitata affidabilità dei tradizionali sistemi a previsione, essenzialmente basati sui "criteri di Mills" (Cesari e Fiaccadori, 1990) e l'insorgenza di popolazioni di ticchiolatura resistenti ai benzimidazolici (Cesari et al., 1986), alla dodina (Cesari et al., 1985) e poi più recentemente anche ai preparati I.B.S. (Fiaccadori et al., 1987, Thind et al., 1986, Hildebrand et al., 1988) hanno posto perplessità sulle

strategie da adottare per una loro corretta applicazione.

In tale ambito, ed in relazione alla disponibilità di nuovi preparati endoterapici appartenenti al gruppo I.B.S., si è inteso continuare, negli anni 1990 e 1991, il lavoro di sperimentazione inerente l'attività ed i criteri di impiego di tali fungicidi in ambienti ad elevato rischio e con studi differenziati riferiti alla protezione fogliare e del frutto.

#### Materiali e metodi

Nel corso del 1990 sono state realizzate prove di attività su *Venturia inaequalis*, così differenziate:

##### a) Protezione fogliare e dei frutti

Nuovi fungicidi I.B.S. a confronto con penconazolo + captano sono stati saggiati, soprattutto in riferimento alla protezione fogliare (Tab. 1-a), con trattamenti iniziati a partire dalla pre-fioritura e terminati alla fase di "frutto-noce". I criteri di applicazione erano rappresentati dal "turno fisso" (T. F.) settimanale per tutti i preparati, e dal "turno biologico" (T. B.) per l'esaconazolo + captano, impiegato curativamente attribuendo un'attività post-infezionale di 3 giorni e pre-infezionale di 5 giorni.

##### b) Protezione del frutto

Preparati sperimentali e commerciali con caratteristiche diverse (Tab. 1-b) sono stati saggiati in riferimento alla protezione del frutto. I trattamenti sono iniziati all'allegagione, e sono proseguiti a cadenza settimanale fino alla fase di "frutto-noce". In entrambe le prove, nelle fasi precedenti a quelle indicate, tutta la superficie soggetta a sperimentazione era stata trattata uniformemente con lo stesso fungicida.

Il frutteto oggetto della sperimentazione era ubicato a Medicina (Bologna) e costituito da piante cv "Imperatore" di anni 10 allevate a fusetto e con sesto d'impianto di m 4 x 1.

I trattamenti venivano applicati con pompa a pressione ad alto volume, distribuendo mediamente 900 litri/ha.

Ogni tesi era costituita da 3 ripetizione randomizzate all'interno del frutteto. L'elaborazione statistica è stata effettuata con il test di Duncan.

#### Anno 1991

Sulla base dei risultati delle prove realizzate nel corso del 1990 e per approfondire le conoscenze sull'attività dei vari preparati, sono continuate le indagini anche allo scopo di puntualizzare i criteri di intervento più idonei.

Dato che la prova intendeva verificare soprattutto la protezione offerta a livello del frutto, l'inizio dei trattamenti sperimentali è stato ritardato alle fasi immediatamente precedenti la fioritura.

La parte iniziale della difesa antiticchiolatura è stata realizzata trattando in modo omogeneo tutta la superficie sperimentale.

#### Criteri d'intervento e preparati saggiati:

- "Turni fissi" (T. F.)

Applicazioni a cadenza settimanale effettuate con preparati a base di dodina e difenoconazolo + captano

- "Turno biologico" (T. B.)

Difenoconazolo + captano, esaconazolo + captano (a due diversi dosaggi per la

componente captano) sono stati applicati curativamente, attribuendo un'attività post-infezionale di 3 giorni e pre-infezionale di 5 giorni;

- "Turno biologico" breve (T. B. B.)

Messa a punto del criterio del "turno biologico" per i preparati di superficie (mancozeb) che venivano impiegati curativamente, con un'azione post-infezionale di 2 giorni e pre-infezionale di 5 giorni.

Era prevista l'aggiunta di un preparato endoterapico (penconazolo) al prodotto di superficie, nelle situazioni di forte rischio d'infezione o nel caso che non fosse possibile intervenire entro i 2 giorni dall'evento infettante.

Il frutteto in cui è stata realizzata la prova era ubicato a San Pietro in Casale (Bologna) ed era costituito da piante cv "Dal Lago" di anni 7 allevate a palmetta e con sesto d'impianto di m 3,9 x 1,9.

I trattamenti venivano effettuati con pompa a pressione ad alto volume, irrorando, mediamente 1230 litri/ha.

Ogni tesi comprendeva 4 ripetizioni randomizzate all'interno del frutteto; i risultati sono stati elaborati con il test di Duncan.

## Risultati

### Anno 1990

Per quanto riguarda l'evoluzione delle infezioni di ticchiolatura, è possibile rilevare che, dopo un periodo iniziale poco favorevole a seguito della mancanza di precipitazioni, le piogge numerose e le bagnature prolungate verificatesi nel periodo compreso fra il 2 ed il 24 aprile in corrispondenza della fase di maggiore presenza di inoculo ascosporico, hanno dato origine ad un elevato grado di infezione fogliare osservato nel primo rilievo (8 maggio).

Le pressoché continue bagnature notturne del mese di maggio hanno determinato, pur in assenza di piogge, un notevole incremento del grado di infezione, soprattutto a livello del frutto (rilievo del 26 giugno).

Il controllo di tali infezioni ha consentito di pervenire ai risultati riportati, così differenziati per le due prove realizzate:

#### *Prova A - Protezione fogliare e del frutto*

L'elevato grado di infezione fogliare osservato in occasione del primo rilievo è stato efficacemente controllato dai preparati tetraconazolo + captano, esaconazolo + captano e penconazolo + captano. (tab. 1-a).

La miscela esaconazolo + captano ha comunque fornito risultati superiori agli altri due preparati, mettendo in evidenza buone prerogative per un impiego sia a cadenza settimanale ("turno fisso") che con applicazioni realizzate secondo il "turno biologico", con dosaggi lievemente aumentati.

L'elevata infezione conidica progredita nel mese di maggio si è manifestata nel rilievo successivo del 20 giugno ed ha determinato, per tutti i preparati impiegati, una riduzione nella protezione fogliare più sensibile laddove i preparati venivano impiegati sulla base della previsione delle infezioni rispetto all'impiego a cadenza fissa settimanale. A livello dell'attività sui frutti, tutti i preparati hanno manifestato un'efficacia inferiore a quella svolta sulle foglie, ma comunque analoga fra loro.

#### *Prova B - Protezione del frutto*

In generale si osserva che i preparati a confronto hanno svolto una limitata attività e molto modeste sono risultate pure le differenze fra loro, a causa dell'elevato potenziale conidico presente sulle foglie lasciate infettare nel corso della fase precedente all'inizio della prova, allo scopo di mettere i preparati nelle

più difficili condizioni di protezione di tale organo.

L'esame dei risultati consente di rilevare che i preparati I.B.S. a base di tetraconazolo, difenoconazolo, esaconazolo, penconazolo e myclobutanil, miscelati a prodotti di superficie diversi (vedi Tab. 1-b) ed applicati secondo il criterio del "turno fisso", evidenziano un grado di protezione fra loro analogo e simile alla dodina.

L'impiego del myclobutanil in miscela con dodina non ha determinato alcun miglioramento di attività, né in riferimento alle foglie né ai frutti.

Tab. 1 - TESI E RISULTATI DI LOTTA ANTITICCHIOLATURA - Anno 1990

a) Prova protezione fogliare e del frutto

principi attivi	%	g/100 l	turno	Attività (%)			
				p.a.	interv.	foglie	frutti
					8/5	20/6	25/5
tetraconazolo + mancozeb (PB)	1,6+48	4+120	T.F.	24,8b	44,8ab	52,3a	
esaconazolo + captano (E)	1+40	1,8+72	T.F.	82,4a	66,8a	58,7a	
esaconazolo + captano (E)	1+40	2,4+96	T..B.	82,8a	46,1ab	66,6a	
penconazolo + captano (E + P.B.)	5+50	3,2+70	T.F.	60,6bc	46,0ab	53,2a	
TESTIMONE				553*	73,0*	42,0*	

b) Prova protezione del frutto

principi attivi	%	g/100 l	turno	Attività %		
				p.a.	interv.	foglie
myclobutanil + dodina (E + Flow)	47+6	5,7-3,6	T.F.		17,8bc	37,0a
tetraconazolo + mancozeb (P.B.)	1,6+48	4+120	T.F.		13,4ab	26,0ab
difenoconazolo + captano (P.B.)	10+50	2,5+71,25	T.F.		38,8ab	20,1ab
esaconazolo + captano (E)	1+40	2,4+96	T.F.		46,9a	38,4a
penconazolo + captano (P.B.)	5+50	3,2+70	T.F.		57,4a	29,9ab
TESTIMONE					25,1a	26,0ab
					64,8*	84,8*

P.B. = polvere bagnabile; E= emulsione;

\* grado di infezione

Infezioni e trattamenti

- infesz.: 2/4 (G); 14-16/4 (G); 18-20/4 (G); 21-24 (G);

legenda: G; M; L: inf. Grave, Media, Leggera sec. Mills;

- trattamenti: T.F.:20/3; 30/3; 10/4; 20/4; 2/5; 11/5; 23/5

T.B.: 20/3; 30/3; 10/4; 24/4; 8/5; 23/5.

Anno 1991

Per quanto riguarda l'evoluzione delle infezioni, il 1991 è stato caratterizzato da un andamento piovoso eccezionalmente favorevole alle infezioni di *V. inaequalis*, sia a livello dell'apparato fogliare che del frutto. Le prime sono state provocate dalle numerose inoculazioni ascosporiche avvenute tra il 5 ed il 26 aprile (vedi note Tab. 2), mentre le seconde hanno riguardato soprattutto il frutto, nei momenti più ricettivi, e sono state favorite dall'elevato inoculo conidico presente in corrispondenza delle continue piogge della prima decade del mese di maggio.

Dal rilievo riportato in tabella n. 2 emerge che l'attività più elevata a livello della protezione fogliare è stata fornita da difenoconazolo + captano, a cui si affianca, su livelli statisticamente analoghi, l'esaconazolo + captano.

Per entrambi i preparati i risultati non sono stati influenzati dal criterio di intervento, in quanto il "turno biologico", con complessivi 8 trattamenti, ha fornito livelli di protezione simili al "turno fisso", nel quale sono state effettuate 10 applicazioni.

Risultati inferiori ad esaconazolo ed a fenbuconazolo impiegati a "ciclo biologico", sono stati ottenuti dalla dodina, seppure applicata a "turni fissi", settimanali.

L'impiego del mancozeb a "ciclo biologico breve", alternato a penconazolo, non ha consentito di contenere le infezioni in modo adeguato, evidenziando infatti il più basso livello di protezione fogliare riscontrato.

Tab. 2 - TESI E RISULTATI DI LOTTA ANTITICCHIOLATURA - Anno 1991

principi attivi	% p. a.	g/100 l p.a.	turni appl.	attività (%)	
				foglie 25/5	frutti 25/5
esaconazolo + captano (PB)	1+40	2+80	T.B.	71,42ab	29,63de
esaconazolo + captano (PB)	1+30	2+60	T.B.	72,88ab	47,15cd
difeconazolo + captano (PB)	10+47,5	2,5+67,92	T.F.	81,48A	83,25A
difeconazolo + captano (PB)	10+47,5	2,5+67,93	T.B.	80,1a	69,0ab
fenbuconazolo (E)	5	3	T.B.	65,45b	60,25bc
dodina (Flow)	47	65,8	T.F.	41,9c	44,88de
mancozeb (PB)	80	160	T.B.B.	17,93d	30,75ef
(penconazolo + mancozeb PB)	50	70			
TESTIMONE				68,6*	100*

PB: polvere bagnabile; E: emulsione;

\* grado di infezione

**Infezioni e trattamenti**

- date e gravità: 25/3 (G); 5/4 (G); 17/4 (M); 26/a (M); 1/5 (G); 15/5 (G)  
legenda: G; M; L: inf. Grave, Media, Leggera sec. Mills;

- trattamenti:

(Az.: 18-26/3; 7/4); T.F.:12-19-26/4; 4-11-17-24/5 (tot.: 10 tratt.)

T.B.: 12-19-29/4; 14-24/5 (tot.: 8 tratt.)

T.B.B.: 12-19-26/4; 4-11-17-24/5 ((tot.: 10 tratt.).

Per quanto riguarda la protezione dei frutti, sui quali l'attacco è risultato ancora più intenso che sulle foglie, si manifestano in misura più sensibile le differenze di attività fra le diverse tesi, sia in riferimento ai preparati che ai criteri di intervento.

Il difeconazolo presenta la maggiore attività soprattutto nelle applicazioni a "turni fissi", manifestando una riduzione di protezione con il "turno biologico", che risulta in ogni caso più evidente per fenbuconazolo e soprattutto per esaconazolo.

Inferiore, seppure con limitate differenze rispetto agli I.B.S., risulta la protezione del frutto ottenuta dai tradizionali preparati a base di dodina e di mancozeb; per questi ultimi prodotti ed in particolare per il mancozeb, si osserva a livello del frutto, una protezione migliore rispetto a quella precedentemente osservata nei confronti delle foglie.

## Conclusioni

Dai risultati ottenuti nei due anni di esperienze è possibile mettere in evidenza quanto segue: l'attività biologica dei nuovi preparati I.B.S., con particolare riferimento a difeconazolo, a fenbuconazolo ed esaconazolo, risulta più elevata rispetto a tradizionali preparati di contatto, facendo rilevare prestazioni migliori anche nei confronti degli endoterapici già da tempo in commercio.

Tutti i preparati citati, pur presentando livelli di efficacia fra loro diversi, evidenziano, in ogni caso, un'attività a livello fogliare che risulta superiore rispetto a quella sul frutto. Di tali preparati si mettono, inoltre, in luce le possibilità di impiego secondo criteri di intervento su base biologica, che possono comunque essere adeguatamente sfruttate solamente nelle zone a più basso rischio.

Infatti, nelle aree e nelle condizioni più favorevoli alla ticchiolatura l'applicazione più affidabile di tali preparati rimane basata su turni di intervento prefissati, per periodi variabili in relazione alla durata del rischio. In tali condizioni, più ravvicinate devono risultare le applicazioni effettuate con i tradizionali preparati di contatto per i quali fra l'altro si rilevano le migliori prerogative di attività a livello dei frutti.

Dal biennio di prove realizzate vengono quindi riconfermate le difficoltà correlate all'applicazione di strategie di difesa a basso impatto ambientale in ambienti ad elevato rischio. In particolare vengono messi in luce i limiti che presentano i diversi tipi di fungicidi anticicchiolatura a disposizione; così per i più attivi I.B.S. si ribadiscono i rischi di comparsa di popolazioni resistenti, mentre per quelli di contatto emerge la limitata affidabilità soprattutto in riferimento all'attività curativa. La dodina mantiene una propria validità, comunque limitata dai rischi di fitotossicità varietale e dalle scarse prospettive di impiego secondo i criteri di intervento diversi da quelli già saggiati ("turni fissi").

In tale situazione l'ottimizzazione di impiego e di integrazione fra tutti i preparati disponibili rappresenta, oltre al miglioramento delle conoscenze epidemiologiche, l'unica strategia percorribile nella quale gli I.B.S. devono svolgere un proprio ruolo solamente nei confronti delle più pericolose infezioni di ticchiolatura che interessano l'apparato fogliare. In relazione a ciò potrebbero essere considerati i momenti di maggiore pericolo che, in base a recenti studi (Cesari, Fiaccadori, 1990) sono risultati compresi nel periodo fra i "mazzetti affioranti" e la sfioritura. Al di fuori di questi momenti ed, in ogni caso, nelle fasi precedenti o successive a tale periodo è opportuno che il ruolo fondamentale sia svolto dai tradizionali preparati residuali, dei quali è opportuno sfruttare soprattutto l'azione preventiva.

## Bibliografia

- ARAZ L.F., T.B. SUTTON, L.R. POPE (1990). Simultaneous use of infection criteri for three apple diseases for timing of fungicide spray. *Phytopathology*, 80 (11), 1212-1218.
- CESARI A., R. FIACCADORI, G. RICCI (1986). Studio dei criteri di intervento nella difesa anticchiolatura del melo con preparati endoterapici. Atti Convegno Cordenons "La coltura del melo verso gli anni 90", 639-646.
- CESARI A., R. FIACCADORI, V. BRANDOLINI (1985). Résistance à la dodine chez *Venturia inaequalis* dans les vergers de pommiers de l'Italie supentrionale. Symposium OEPP, Bruxelles; "Résistance aux fungicides". Bulletin OEPP/OEPPO, 15, 473-476.
- CESARI A., G. DE GIOVANNI, I. MINGHETTI (1975). Risultati di un biennio di prove nella difesa fitosanitaria del melo. *Frutticoltura*, VII-VIII, 9-23.
- CLABASSI I., G. STASI (1990). Ulteriore biennio di prove anticchiolatura su melo nella Regione Friuli-Venezia Giulia: confronto fra prodotti registrati e non, usati a "turni fissi". Atti Giornate Fitopatologiche, 2, 3-11.
- FIACCADORI R., A.J. GIELINK, J. GIELINK, J. DEKKER (1987). Sensitivity to inhibitors of sterol-biosynthesis in isolates of *Venturia inaequalis* from Italian and Dutch orchards. *Neth. J. pl. Path.*, 93, 285-287.
- OLIVIER J.M. (1984). Evolution de la lutte contre la tavelature du pommier. *Défense des Végétaux*, 225, 22-35.
- PENROSE A. (1989). a rational approach to apple scab control. The role of disease warning systems and curative spraying. *Plant protection Quarterly* 4 (3), 115-118.
- SCANNAVINI M., A. CESARI, R. FIACCADORI (1990). Attività anticchiolatura di nuovi fungicidi endoterapici impiegati secondo diversi criteri di intervento. "Atti Giornate Fitopatologiche 1660", 2, 11-20.
- THIND, T., M. CLERJEAU, J.M. OLIVIER (1986). First observations on resistance in *Venturia inaequalis* and *Guinardia bidwellii* to ergosterol biosynthesis inhibitors in France. *Proc. British Protect. Conf. Pests and Dis.*, 2, 491-498.