

## APPLICAZIONE DI FUNGICIDI ED EVOLUZIONE DELLA SENSIBILITA' DI *STEMPHYLIUM VESICARIUM* DEL PERO

L. FAGIOLI<sup>1</sup>, A. ALLEGRI<sup>1</sup>, F. PELLICONI<sup>1</sup>, A. CIRIANI<sup>2</sup>, M. COLLINA<sup>2</sup>,  
A. BRUNELLI<sup>2</sup>, M. PANCALDI<sup>3</sup>, G.L. TABANELLI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro di Saggio Area Ricerca e Sviluppo Consorzio Agrario di Ravenna  
Via Madonna di Genova, 39, 48010 Cotignola (RA)

<sup>2</sup>Centro di Fitofarmacia – Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna  
V.le G. Fanin, 46, 40127 Bologna

<sup>3</sup>Basf Italia Divis. Agro – Via Quarantola 40, 48022 Lugo (RA)  
fagioli@consorzioagrarioravenna.it

### RIASSUNTO

In un pereto commerciale nel quale era stata riscontrata resistenza di *Stemphylium vesicarium* ai dicarbossimidici e alle strobilurine, sono state condotte prove di campo pluriennali (dal 2007 al 2013) per valutare l'efficacia di questi fungicidi e, nel contempo, l'evoluzione della sensibilità del patogeno. Per quanto riguarda i dicarbossimidici, in situazioni di prevalenza di ceppi del patogeno resistenti, è emerso che la sospensione del loro impiego per 7 anni porta ad una regressione del fenomeno e al recupero dell'efficacia con un utilizzo limitato a 1-2 interventi per anno. Analogamente, la sospensione dell'impiego delle strobilurine, in situazioni di presenza diffusa di popolazioni con elevata frequenza di conidi resistenti, ha condotto alla regressione del fenomeno. Tuttavia il reinserimento di questi prodotti nella difesa aziendale non è stato ancora sperimentalmente valutato. Le verifiche condotte sul boscalid non hanno evidenziato né cali di efficacia in campo né riduzioni di sensibilità di *S. vesicarium*.

**Parole chiave:** maculatura bruna, resistenza, dicarbossimidi, strobilurine

### SUMMARY

#### APPLICATION OF SOME FUNGICIDES AND EVALUATION OF THE SENSITIVITY OF *STEMPHYLIUM VESICARIUM* STRAINS ON PEAR

A multiyear trial (2007-2013) was carried out in a pear orchard where resistance of *Stemphylium vesicarium* to dicarboximides and strobilurines had been detected in the previous years. At the same time, fruits were collected in plots to isolate the pathogen and evaluate the sensitivity towards dicarboximides and strobilurines. As for dicarboximides, in situations of prevalence of pathogen resistant strains, it was found that the suspension of their use for 7 years had led to a regression of pathogen resistance with a recovery of effectiveness when the products were used only once or twice a year. As for strobilurins, in situations of widespread presence of populations with high frequency of resistant conidia, the suspension of their use brought to the regression of the phenomenon. However, the re-insertion of these products in the defence strategy was not evaluated. As for boscalid, neither a decrease in effectiveness, nor a shift of sensitivity of *S. vesicarium* was observed.

**Keywords:** brown spot, resistance, dicarboximides, strobilurins

### INTRODUZIONE

La difesa del pero da *Stemphylium vesicarium* ha subito in questi ultimi anni notevoli mutamenti. Da un lato la comparsa di ceppi del patogeno resistenti ad alcuni principi attivi, ad esempio i dicarbossimidici (Brunelli *et al*, 1997), dall'altro l'introduzione sul mercato di nuovi fungicidi (es. analoghi delle strobilurine, fludioxonil+cyprodinil, fludioxonil da solo e

boscalid) ha determinato modifiche nei programmi dei trattamenti contro il patogeno (Brunelli *et al.*, 2010).

In particolare nell'azienda sede della presente sperimentazione, negli anni '90 sono stati ripetutamente utilizzati i dicarbossimidici (procimidone molto più che iprodione), poi sospesi dal 2000 per la presenza di forti cali di efficacia dovuti a sviluppo di resistenza del patogeno. Successivamente la difesa è stata basata sull'uso prevalente di thiram, fludioxonil+ cyprodinil e strobilurine fino al 2006, anno in cui è stata nuovamente rilevata una perdita di efficacia della protezione causata dalla comparsa di ceppi resistenti alle strobilurine (Alberoni *et al.*, 2008). Dal 2006 ad oggi la difesa aziendale è stata basata sull'impiego di thiram, captano, tebuconazolo, boscalid, cyprodinil+fludioxonil, con l'integrazione di eventuali 1-2 applicazioni annue di iprodione, vista la regressione della resistenza ai dicarbossimidici e l'esclusione dall'impiego di procimidone su pero.

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare, in tale contesto aziendale, oltre all'efficacia in campo di alcuni fungicidi (principalmente dicarbossimidici e strobilurine), l'evoluzione della sensibilità di popolazioni di *S. vesicarium* isolate da frutti prelevati dalle diverse tesi nei confronti di dicarbossimidici, strobilurine e boscalid attraverso prove di laboratorio.

## MATERIALI E METODI

### Prove di campo

Le prove sono state condotte dal 2007 al 2013 presso un'azienda sita a S. Romualdo di Ravenna caratterizzata dalla presenza di resistenza di *S. vesicarium* ai dicarbossimidici (verificata nel 1999). A seguito della loro sospensione, il fenomeno aveva subito una graduale regressione sino alla completa sensibilità riscontrata nel 2006, dopo di che questi prodotti furono reintrodotti nei programmi di intervento. Nello stesso anno furono sospese le strobilurine per la presenza di elevate frequenze di ceppi resistenti corrispondenti a inefficacia completa in campo.

Si è operato in un pereto della cv Abate Fétel allevato a fusetto con sesto di impianto 4 x 1,5 m, con gestione del terreno inerbito tra le file e diserbato lungo la fila. Il disegno sperimentale è stato quello del blocco randomizzato, con 4 o 5 ripetizioni e con parcelle di 3-4 piante. Solamente nella prova condotta nel 2013 si è operato su parcelloni di 3 filari senza ripetizioni. Per l'esecuzione dei trattamenti è stato impiegato un trattorino semovente mod. Albertazzi equipaggiato con lancia a mano, adottando un volume di irrorazione compreso tra 1250 e 1500 L/ha. Le caratteristiche dei prodotti utilizzati nel corso dell'intera sperimentazione sono riportati nella Tabella 1.

Nell'appezzamento oggetto della sperimentazione era stato posizionato un captaspore volumetrico che è servito per monitorare il volo dei conidi di *S. vesicarium* nel corso delle prove. Inoltre per individuare le fasi di rischio nel corso della stagione (delle quali comunque non si è tenuto conto nello svolgimento delle prove) si è fatto riferimento all'elaborazione del modello previsionale BSP Cast fornito dal Servizio Fitosanitario della Regione Emilia-Romagna relativamente al quadrante di Ravenna Nord (anni 2007 e 2008) e Savarna (anni 2009 – 2013) (i dati dei voli dei conidi unitamente all'andamento del modello non sono riportati ma brevemente commentati nell'ambito di ciascun anno di prova) I rilievi sono stati effettuati alla raccolta controllando 100 frutti per parcella e considerando anche quelli caduti a terra con sintomi di maculatura bruna. I dati sono stati elaborati con l'analisi della varianza, confrontando i valori medi con il test di Duncan ( $p < 0,01$ ) o con il test LSD ( $p < 0,01$ ).

Tabella 1. Prodotti utilizzati nelle prove di campo nel corso della intera sperimentazione (2007-2013)

Tesi Formulato	Principio attivo e concentrazione	Dose /hL	
		form. (g o mL)	p.a. (g)
Rovral Aquaflo	iprodione 500 g/L	100 e 150 mL	50 e 75
Rovral 750 WG	iprodione 75%	100 g	75
Sialex 50 WDG	procimidone 50%	150 g	75
Cantus	boscalid 50%	27 g	13,5
Switch	fludioxonil 25% + cyprodinil 37,5%	80 g	20 +30
Bellis	pyraclostrobin 12,8%+boscalid 25,2%	55 g	7+13,9
Flint+Pomarsol	trifloxystrobin 50% + thiram 50%	15g+250g	7,5+125
Stroby WG	kresoxim metyl 50%	14 g	7
Stroby+Pomarsol	kresoxim metyl 50% + thiram 50%	14g+250g	7+125
Pomarsol 80 WG	thiram 80%	180 g	144
Cabrio EC	pyraclostrobin 50%	27 g	13,5
Crittam	ziram 76%	200 g	152
Silfur GD 80	thiram 80%	180 g	144
Folicur SE	tebuconazole 43,1 g/L	430 mL	18,53
Geoxe	fludioxonil 50%	30 g	15
Merpan WDG	captano 80%	150 g	75
Nando Maxi	fluazinam 500 g/L	100 mL	50

### Saggi di laboratorio

Dalle parcelle sperimentali di campo sono stati prelevati 20-30 frutti/tesi (almeno 5 frutti/ripetizione, generalmente in concomitanza con il rilievo finale in prossimità della raccolta) dai quali sono state ottenute le colonie di *S. vesicarium* da sottoporre alle analisi di sensibilità *in vitro* nei confronti di procimidone, iprodione, strobilurine e boscalid.

I saggi di sensibilità di *S. vesicarium* nei confronti dei dicarbossimidici si sono basati su prove di accrescimento miceliare con concentrazioni discriminanti (10 e 50 mg/L di principio attivo) tali da permettere l'identificazione dei 3 fenotipi a diversa sensibilità: S, R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub> rispettivamente sensibili, mediamente e altamente resistenti ad iprodione (tutti i fenotipi R sono invece sempre altamente resistenti a procimidone vista la presenza di resistenza parzialmente incrociata). Nelle prove sono stati utilizzati i formulati commerciali Rovral WG 75% (BASF) e Sialex WG 50% (Siapa). La sensibilità di *S. vesicarium* alle strobilurine è stata invece valutata sulla base della germinazione conidica utilizzando una concentrazione discriminante di 0,5 mg/L dei diversi principi attivi tecnici kresoxim-methyl, trifloxystrobin e pyraclostrobin (Sigma). Nel presente lavoro si riportano solo i dati ottenuti con pyraclostrobin dal momento che esiti analoghi sono emersi anche per le altre due strobilurine (considerato il medesimo sito di azione e meccanismo di resistenza). La sensibilità a boscalid (principio attivo tecnico, Sigma) è stata invece valutata utilizzando diverse concentrazioni di principio attivo (0-0,02-0,05-0,5-1-2,5 mg/L) allo scopo di calcolare i valori della Dose Efficace al 50% (DE<sub>50</sub>) in mg/L. Il rilievo è stato effettuato mediante l'utilizzo dello spettrofotometro (Tecan, Sunrise) con letture a 405 nm.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Anno 2007

### Prova di campo

Il periodo di maggior pericolosità per le infezioni di *S. vesicarium* si è verificato con le piogge della fine di maggio-prima decade di giugno. In questo periodo infatti è stata registrata una elevata emissione di conidi, con condizioni termo igrometriche ottimali per l'avvio delle infezioni. Questa fase di elevata pericolosità tra l'altro si è verificata proprio verso la fine dell'intervallo tra una applicazione e la successiva, quindi proprio nel momento di maggiore vulnerabilità della coltura in quanto coincidente con la fine dell'attività preventiva dei prodotti applicati.

Dall'analisi del rilievo effettuato in prossimità della raccolta (Tabella 2) emerge una eccellente attività dei preparati dicarbossimidici (procimidone e iprodione), statisticamente analoga a quella della miscela fludioxonil+cyprodinil. Discreta ma statisticamente inferiore appare invece l'efficacia del preparato a base di boscalid. Per quanto riguarda invece i prodotti contenenti strobilurine, la miscela di pyraclostrobin + boscalid è stata analoga al boscalid da solo, decisamente peggiori invece le miscele di trifloxystrobin e kresoxym metyl + thiram, tra loro non dissimili statisticamente.

Tabella 2. Prova 2007: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (28/8)

Tesi Formulato	% frutti colpiti sulla pianta	% frutti colpiti caduti	% totale frutti colpiti
Testimone non trattato	34,5	21,50	56 D*
Rovral Aquaflo	1,66	4,31	5,97 A
Sialex 50 WDG	2,08	3,61	5,69 A
Cantus	10	7,78	17,78 B
Switch	5,84	4,72	10,6 AB
Bellis	9	7,78	16,78 B
Flint + Pomarsol	14,25	9,03	23,28BC
Stroby + Pomarsol	22,08	14,03	36,11C

Cadenza degli interventi: da caduta petali a pre-raccolta ogni 10-12 giorni.  
Date degli interventi: 16/4, 26/4, 7/5, 17/5, 28/5, 7/6, 18/6, 28/6, 9/7, 19/7, 30/7, 9/8

\* Valori contrassegnati dalla stessa lettera non differiscono statisticamente tra loro (Duncan Test) per  $P < 0,01$

### Saggi di laboratorio

Nell'anno 2007 per quanto riguarda i saggi nei confronti dei dicarbossimidici, solo nella tesi riferita a procimidone sono stati individuati fenotipi resistenti, mentre tutti gli isolati provenienti dalle altre tesi sono risultati sensibili. I saggi nei confronti delle strobilurine hanno mostrato un elevato grado di germinazione conidica in tutte le popolazioni delle tesi considerate (Tabella 9).

## Anno 2008

### Prova di campo

L'avvio dei trattamenti è avvenuto a partire dalla caduta dei petali, in una fase in cui l'indice di rischio della malattia era sotto la soglia di pericolosità. In seguito l'indice è andato sopra la soglia nella seconda decade di maggio e nei primi giorni di giugno. La maggiore presenza di catture di conidi si è avuta nel periodo dal 20 maggio al 20 giugno. Il momento di maggior pericolosità della malattia è stato sicuramente quello verificatosi in corrispondenza delle piogge della seconda decade di maggio, in quanto si è registrato un importante volo di conidi con un prolungato periodo di bagnatura. Queste condizioni hanno determinato l'avvio delle prime infezioni rilevanti e già a metà giugno oltre il 20% dei frutti del testimone non trattato risultavano colpiti da *S. vesicarium*. Le piogge che sono seguite nella prima decade di giugno hanno poi accentuato ulteriormente la diffusione della malattia in campo, resa evidente dai rilevanti voli di conidi e bagnature prolungate. Da metà giugno alla raccolta non si sono più avute piogge rilevanti ad eccezione di una perturbazione nei giorni 21-22 luglio cui è corrisposto un moderato volo di conidi.

Analizzando i risultati del rilievo effettuato alla raccolta (Tabella 3), si evidenzia un'ottima attività dell'iprodione, statisticamente non dissimile da quella di fludioxonil + cyprodinil. Su un livello di efficacia inferiore si è attestato invece boscalid, che ha comunque contenuto discretamente la malattia. Per quanto riguarda invece i prodotti a base di strobilurine (Bellis e Flint + Pomarsol) hanno fornito un risultato statisticamente analogo anche se numericamente inferiore a boscalid, mentre kresoxim-methyl non si è differenziato dal testimone.

Tabella 3. Prova 2008: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (29/8)

Tesi Formulato	% frutti colpiti sulla pianta	% frutti colpiti caduti	% frutti colpiti totale
Testimone non trattato	49,7	20,7	70,4*
Rovral Aquaflo	2	1,88	3,88 A
Cantus	8,5	6,13	14,6 B
Switch	5,5	1,88	7,38 A
Bellis	14,5	6,75	21,2 B
Flint + Pomarsol	16,7	4,63	21,4 B
Stroby WG	36,2	26,2	62,5 C

Cadenza degli interventi: da caduta petali a pre-raccolta ogni 10-12 giorni

Date degli interventi: 23/4, 2/5, 12/5, 22/5, 3/6, 13/6, 23/6, 3/7, 15/7, 25/7, 5/8, 18/8

\* valori contrassegnati dalla stessa lettera non differiscono statisticamente tra loro (Duncan Test) per  $P < 0,01$

### Saggi di laboratorio

I saggi condotti con i dicarbossimidici hanno evidenziato la presenza di una colonia con fenotipo R2 tra quelle isolate dai frutti prelevati dalla tesi iprodione mentre è stata rilevata una situazione generale di sensibilità per gli isolati provenienti dalle altre tesi. E' stata invece confermata la presenza di elevata germinazione conidica nei saggi effettuati con le strobilurine in tutte le popolazioni prelevate (Tabella 9).

## Anno 2009

### Prova di campo

L'inizio dei trattamenti è stato posizionato a partire dalla caduta dei petali, in una fase in cui l'indice di rischio della malattia era potenzialmente sopra la soglia di pericolosità ma non vi era ancora diffusione di conidi. Il primo "volo" di conidi è stato registrato ad inizio maggio e poi fra maggio e giugno. In seguito si sono catturati conidi nella seconda decade di giugno e a inizio luglio dopodiché sono completamente mancate le piogge fino alla raccolta. Il momento di maggior pericolosità della malattia è coinciso con i 45 giorni intercorsi dal 27 maggio al 12 luglio. La comparsa della malattia nel testimone non trattato è avvenuta ai primi di giugno.

Dall'esame dei risultati del rilievo effettuato alla raccolta (Tabella 4), si evidenzia come tutti i principi attivi a confronto abbiano garantito un buon controllo della malattia. I due dosaggi dell'iprodione, in particolare quello maggiore (75 g/hL di p.a.), è quello che ha dimostrato l'efficacia più elevata, statisticamente diversa da quella della tesi a 50 g/hL. Intermedia appare l'efficacia di boscalid.

Tabella 4. Prova 2009: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (27/8)

Tesi Formulato	% frutti colpiti sulla pianta	% frutti colpiti caduti	% frutti colpiti totale
Testimone non trattato	25,5	19,8	45,3*
Rovral Aquaflò (50 g/hL p.a.)	5,50	4,50	10,0 B
Rovral Aquaflò (75 g/hL p.a.)	2,50	2,25	4,75 A
Cantus	5,25	3,00	8,25 AB

Cadenza degli interventi: da caduta petali a pre raccolta ogni 10-12 giorni

Date degli interventi: 16/4, 22/4, 4/5, 14/5, 25/5, 4/6, 15/6, 25/6, 6/7, 16/7, 27/7, 6/8, 17/8

\*Valori contrassegnati dalla stessa lettera non differiscono statisticamente tra loro (LSD Test) per  $P < 0,01$

### Saggi di laboratorio

Nel 2009 le analisi riguardanti i dicarbosimidici hanno mostrato un incremento del fenotipo R1 in entrambe le tesi trattate ma anche nel testimone. I saggi effettuati con le strobilurine hanno evidenziato un lieve calo della germinazione conidica alla dose discriminante su tutte le popolazioni considerate (Tabella 9).

## Anno 2010

### Prova di campo

Una prima fase favorevole alle infezioni è stata quella compresa tra la fine di aprile e la metà di maggio, in particolare tra il 12 e il 20 maggio. Purtroppo il dato di pericolosità non era suffragato dal valore delle catture conidiche per l'indisponibilità temporanea del captaspore volumetrico. Un'altra fase critica è stata quella che si è verificata tra il 15 e il 20 giugno, quando sono state registrate numerose piogge dilavanti successive all'applicazione del 10 giugno e prima di quella del 22 giugno. Infine altre infezioni si sono verificate ai primi di agosto e metà agosto, ma in questo caso le applicazioni erano state eseguite pochi giorni prima

del verificarsi delle precipitazioni infettanti. La comparsa della malattia nel testimone non trattato è avvenuta alla fine di maggio.

La prova del 2010 è stata impostata su un confronto tra l'utilizzo consecutivo oppure alternato dei tre interventi consentiti in etichetta di Cabrio EC (a base di pyraclostrobin) allo scopo di valutare l'efficacia di una strategia che prevedesse l'uso delle strobilurine in situazioni di resistenza. Dall'esame dei risultati del rilievo effettuato alla raccolta (Tabella 5) si evidenzia che la strategia peggiore, come atteso, è stata quella nella quale era previsto un utilizzo consecutivo di pyraclostrobin nella fase di maggior rischio epidemico della malattia. La strategia senza pyraclostrobin e con l'uso di iprodione in alternanza a boscalid nelle fasi più a rischio ha fornito, invece, il risultato migliore, non dissimile da quello registrato dalla strategia che prevedeva comunque un impiego di pyraclostrobin ma in alternanza con i suddetti p.a. .

Tabella 5. Prova 2010: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (26/8)

Tesi Strategia	Formulato	Date trattamenti	% frutti colpiti	deviazione standard
Testimone non trattato	-	-	62,7*	± 5,69
Strategia con 3 interventi consecutivi di pyraclostrobin	Pomarsol 80WG	26/4, 3/5, 12/5, 21/5	16,0	± 2,00
	Cabrio EC + Pomarsol 80WG	31/5, 10/6, 22/6		
	Rovral Aquaflo	2/7, 22/7, 12/8		
	Cantus	9/7, 2/8		
Strategia con 3 interventi alternati di pyraclostrobin	Pomarsol 80WG	26/4, 3/5, 12/5, 21/5	9,00	± 2,65
	Cabrio EC + Pomarsol 80WG	31/5, 22/6, 09/7		
	Rovral Aquaflo	2/7, 22/7, 12/8		
	Cantus	10/6, 2/8		
Strategia senza pyraclostrobin	Pomarsol 80WG	26/4, 3/5, 12/5, 21/5, 31/5, 10/6, 22/6	9,67	± 1,53
	Rovral Aquaflo	2/7, 22/7, 12/8		
	Cantus	9/7, 2/8		

\*non è stato possibile applicare l'analisi della varianza per il limitato numero di gradi di libertà

### Saggi di laboratorio

Per quanto riguarda le analisi effettuate con i dicarbossimidici, si è riscontrato un aumento del fenotipo R1 su tutte le tesi considerate e la comparsa di 1 R2 nella tesi testimone. I saggi con le strobilurine hanno mostrato un'ulteriore calo della germinazione conidica in tutte le popolazioni analizzate (Tabella 9).

## Anno 2011

### Prova di campo

La prima fase della stagione è stata caratterizzata da elevate “catture” di conidi, in particolare a seguito delle piogge del 4 e 14 maggio. In questa fase l’indice di rischio secondo il modello BSP era basso, ma di fatto queste piogge e bagnature hanno originato le prime (anche se sporadiche) infezioni su frutto che sono comparse alla fine di maggio. Successivamente la fase di rischio più importante si è verificata tra la fine di maggio e la prima decade di giugno, in particolare dopo le piogge del 26 maggio, del 6, 7, 10 e 11 giugno. In seguito, nei mesi estivi di luglio e agosto, i “voli” dei conidi sono stati molto limitati o del tutto assenti per la pressoché assenza di piogge e bagnature.

Dall’esame dei risultati del rilievo effettuato alla raccolta (Tabella 6), si evidenzia come l’iprodione abbia permesso di contenere efficacemente la malattia, sia nella tesi “in efficacia” che in quella “in strategia” in alternanza con boscalid.

Tabella 6. Prova 2011: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (17/8)

Tesi Formulato / Strategia		Date trattamenti	% frutti colpiti	Deviazione standard
Testimone non trattato		-	56,2*	± 26,8
Cantus		12, 21, 29/4, 9, 19, 31/5, 10, 21/6,	14,8	± 8,41
Rovral		1, 11, 21/7, 11/8	18,6	± 11,3
Strategia	Rovral	12/4, 29/4, 19/5, 21/7	14,15	± 3,21
	Cantus	21/4, 09/5, 10/6, 11/8		
	Silfur GD	31/5, 21/6, 1/07, 11/7, 11/8		

\*non è stato possibile applicare l’analisi della varianza per il limitato numero di gradi di libertà

### Saggi di laboratorio

E’ stata confermata la presenza di isolati resistenti nei confronti dei dicarbossimidici contrapposta ad una ulteriore diminuzione della germinazione conidica nei confronti delle strobilurine in tutte le tesi (Tabella 9).

Le analisi nei confronti di boscalid hanno mostrato completa sensibilità di tutti gli isolati saggiati con valori di DE<sub>50</sub> compresi tra 0,06 e 0,88 mg/L in linea con quelli della *baseline*.

## Anno 2012

### Prova di campo

L’indice di rischio del modello revisionale è stato superato solo il 21 maggio. Successivamente e fino alla fine della verifica, l’indice è rimasto sempre al di sotto del livello soglia, pur in presenza sporadica di qualche “volo” di conidi di rilevante entità, per effetto di condizioni ambientali caratterizzate da limitate precipitazioni e temperature ben al di sopra

della norma. Alla raccolta, pertanto, nelle parcelle testimone è stata rilevata una percentuale limitata di frutti colpiti (<10%), condizione mai verificatasi in precedenza visto l'elevato potenziale di inoculo presente in azienda.

Dall'esame dei risultati del rilievo effettuato alla raccolta (Tabella 7), si evince come in condizioni di pressione limitata della malattia il controllo della stessa sia stato soddisfacente da parte di tutte le tesi a confronto. Va comunque segnalato come, a differenza del 2011, l'efficacia di iprodione sia stata inferiore a quella di boscalid.

Tabella 7. Prova 2012: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (23/8)

Tesi Formulato / Strategia	Date trattamenti	% frutti colpiti	deviazione standard
Testimone non trattato	-	8,75*	± 2,87
Cantus	6, 17, 26/4, 3, 11, 17, 28/5,	1,25	± 0,96
Rovral	7, 20, 29/6, 11, 25/7, 6/8	2,50	± 1,00
Strategia Rovral / Cantus	17/4, 11/5, 11/6	1,25	± 1,50
	26/4, 28/5, 25/7		
	06/4, 03/5, 17/5, 07/6, 20/6, 29/6, 06/8		

\*non è stato possibile applicare l'analisi della varianza per il limitato numero di gradi di libertà (4 tesi con 4 repliche)

### Saggi di laboratorio

Nel 2012 il 72% degli isolati sottoposti ad analisi, è risultato resistente ai dicarbosimidici con presenza diffusa del fenotipo R1. Le indagini nei confronti delle strobilurine hanno invece evidenziato l'assenza di germinazione conidica alla dose discriminante di 0,5 mg/L (Tabella 9). Gli isolati sottoposti alle prove di sensibilità nei confronti di boscalid hanno mostrato valori di DE<sub>50</sub> compresi tra 0,08 e 0,84 mg/L, valori in linea con quelli della *baseline*.

### Anno 2013

#### Prova di campo

L'indice di rischio è stato superato precocemente (prima decade di maggio), però in questo periodo non è stato registrato un rilevante "volo" di conidi. Successivamente si è verificato solo un altro momento di rischio elevato e cioè in corrispondenza delle precipitazioni registrate l'11 e il 14 luglio. Anche il 2013 quindi è stata un'annata non particolarmente favorevole allo sviluppo di *S. vesicarium*.

Anche la prova del 2013 è stata impostata in termini di strategia prevedendo l'inserimento di due interventi con un prodotto a base di strobilurine oppure di iprodione, poste a confronto con la strategia aziendale impostata senza il ricorso a questi principi attivi. Dall'esame dei risultati del rilievo effettuato in prossimità della raccolta (Tabella 8), si evidenzia come il contenimento della malattia, seppure in presenza di bassissima pressione infettiva, sia stato ottimale in tutte le strategie di difesa adottate comprese quelle dove erano stati effettuati 2 interventi con strobilurine.

Tabella 8. Prova 2013: tesi saggiate e risultati del rilievo effettuato alla raccolta (28/8)

Tesi Formulato / Strategia	Formulato	Date trattamenti	% frutti colpiti
Strategia Aziendale	Cantus	14/5, 29/5, 15/7	2,5
	Crittam	14/5, 21/5	
	Folicur SE	26/4	
	Geoxe	14/6, 03/9	
	Merpan WDG	22/6, 1/7, 1/8, 13/8, 21/8	
	Nando Maxi	9/5	
	Silfur GD 80	19/4, 8/6, 8/7, 23/7	
Switch	2/5		
Strategia Aziendale + 2 interventi con Bellis	Bellis	5/6, 3/7	2,0
	Cantus	14/5, 29/5, 15/7	
	Crittam	14/5, 21/5	
	Folicur SE	26/4	
	Geoxe	14/6, 03/9	
	Merpan WDG	22/6, 1/7, 01/8, 13/8, 21/8	
	Nando Maxi	9/5	
	Silfur GD 80	19/4, 8/6, 8/7, 23/7	
Switch	2/5		
Strategia Aziendale + 2 interventi con Rovral	Cantus	14/5, 29/5, 15/7	2,0
	Crittam	14/5, 21/5	
	Folicur SE	26/4	
	Geoxe	14/6, 03/9	
	Merpan WDG	22/6, 1/7, 1/8, 13/8, 21/8	
	Nando Maxi	9/5	
	Rovral 750 WG	5/6, 3/7	
	Silfur GD 80	19/4, 8/6, 8/7, 23/7	
Switch	2/5		

### Saggi di laboratorio

Nell'anno 2013 i saggi di sensibilità ai dicarbossimidici effettuati sugli isolati provenienti dalle due tesi sperimentali e da un aziendale hanno confermato la preponderanza di isolati resistenti appartenenti al fenotipo R1. I saggi con pyraclostrobin hanno ulteriormente confermato l'assenza di conidi in grado di germinare alla concentrazione discriminante a testimonianza di una regressione del fenomeno (Tabella 9).

Le analisi di sensibilità nei confronti del boscalid hanno mostrato valori di DE<sub>50</sub> compresi tra 0,15 e 0,8 mg/L paragonabili a quelli della *baseline*.

Tabella 9. Sensibilità delle popolazioni di *S. vesicarium* prelevate nelle diverse tesi delle prove parcellari di campo dal 2007 al 2009 (A) e dal 2010 al 2013 (B). Per i dicarbossimidici si riporta la composizione delle popolazioni in termini di numero di fenotipi a diversa sensibilità (S, R1 e R2), per le strobilurine si riporta la % di germinazione conidica alla dose discriminante rilevata per il pyraclostrobin

TESI di campo	2007						2008						2009					
	Dicarbossimidici			Str.			Dicarbossimidici			Str.			Dicarbossimidici			Str.		
	S	R1	R2	%G	R1	R2	S	R1	R2	%G	S	R1	R2	S	R1	R2	%G	
Testimone n.t.	3	0	0	100	12	1	0	97	16	3	0	77						
Iprodione	5	0	0	98	9	0	1	96	5	6	0	61						
Procimidone	2	3	0	78	-	-	-	-	-	-	-	-						
Pyraclostrobin+boscalid	7	0	0	99	19	0	0	95	-	-	-	-						
Boscalid	8	0	0	99	8	0	0	97	11	2	0	61						
Cyprodinil+fludioxonil	6	0	0	100	13	0	0	91	-	-	-	-						

A)

TESI di campo	2010						2011						2012						2013					
	Dicarbossimidici			Str.			Dicarbossimidici			Str.			Dicarbossimidici			Str.			Dicarbossimidici			Str.		
	S	R1	R2	%G	S	R1	R2	%G	S	R1	R2	%G	S	R1	R2	%G	S	R1	R2	%G	S	R1	R2	%G
Testimone n.t.	4	6	1	40	3	4	0	50	4	10	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iprodione	-	-	-	-	2	2	2	60	0	5	0	0	8	10	0	0								
Pyraclostrobin+boscalid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	0	0								
Boscalid	-	-	-	-	5	5	0	13	3	0	0	0	-	-	-	-								
Thiram+pyraclostrobin (alternati)	8	4	0	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Thiram+pyraclostrobin (consecutivi)	6	3	0	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Iprodione/boscalid	12	2	0	76	2	5	0	44	0	3	0	0	-	-	-	-								
Aziendale																								

B)

## CONCLUSIONI

La sperimentazione condotta in un pereto presente all'interno di una situazione aziendale in cui i dicarbossimidici prima e in seguito le strobilurine avevano determinato l'insorgenza del fenomeno della resistenza in popolazioni di *S. vesicarium*, ha consentito di evidenziare diversi importanti aspetti grazie anche alla concomitanza tra le verifiche di efficacia dei prodotti in campo e la valutazione della sensibilità del fungo in laboratorio.

In primo luogo la constatazione che la sospensione dell'uso dei dicarbossimidici (seppure per un periodo piuttosto lungo pari a sette anni) ha permesso alle popolazioni del fungo di far prevalere i ceppi sensibili consentendo il reinserimento nella difesa dell'iprodione (unica dicarbossimide ancora oggi disponibile) in numero di 2-3/anno in alternanza con altri p.a. dotati di diverso meccanismo d'azione. Tale constatazione conferma quanto messo in luce dal monitoraggio pluriennale condotto su buona parte delle aziende investite a pero nell'Italia nord orientale. Infatti anche in presenza di elevate frequenze di fenotipi resistenti ai dicarbossimidici, l'esclusione o forte riduzione dell'uso di questi p.a. ha permesso in tempi variabili (da 2 a 7 anni) il ritorno a una situazione di sensibilità che appare essersi consolidata nel tempo.

Analogamente, riguardo le strobilurine, l'interruzione del loro uso (anche in questo caso e in questa situazione per 7 anni) sembra determinare la riduzione/scomparsa dei ceppi resistenti all'interno della popolazione, consentendone il reinserimento nella difesa di campo. Tenuto conto però che questa evidenza è stata ad oggi messa in luce solo nella realtà aziendale oggetto della prova, è consigliabile un posizionamento di questi p.a. in fasi di rischio infettivo non elevato e per non più di 1 – 2 volte/anno in situazioni nelle quali le strobilurine abbiano fatto evidenziare un calo di efficacia di campo. Le indagini di sensibilità sul territorio infatti non hanno dimostrato, nella gran parte dei casi, una relazione tra la presenza di alte frequenze di conidi germinati alla dose discriminante ed elevata presenza della malattia in campo probabilmente anche a causa della adeguata alternanza dei meccanismi di azione adottata nella difesa.

I saggi di laboratorio volti a valutare la sensibilità di *S. vesicarium* nei confronti di boscalid hanno mostrato valori di DE<sub>50</sub> compresi tra 0,06 e 0,88 mg/L, paragonabili ai valori della *baseline* stabilita prima dell'inserimento del prodotto sul mercato. Ciò consente quindi di affermare, in tale situazione specifica ma anche a livello territoriale, che il prodotto non manifesta alcuna difficoltà legata alla sensibilità del patogeno.

## LAVORI CITATI

- Alberoni G., Collina M., Cavallini D., Brunelli A., Allegri A., Fagioli L., Lombardi L., Pelliconi F., 2008. Verifiche di campo e di laboratorio sulla sensibilità di *Stemphylium vesicarium* ai fungicidi analoghi delle strobilurine e dicarbossimidici. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 165-172.
- Brunelli A., Gherardi I., Adani N., 1997. Ridotta sensibilità di *Stemphylium vesicarium*, agente della maculatura bruna del pero, ai fungicidi dicarbossimidici. *Informatore Fitopatologico*, XXVII, 9, 44-48.
- Brunelli A., Portillo I., Gianati P., Sedda G., Alberoni G., Collina M., 2010. Ulteriori verifiche sull'attività di recenti fungicidi contro la maculatura bruna del pero (*Stemphylium vesicarium*). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 163-170.