

## CONTRIBUTO DI CLOROTALONIL IN PROVE SPERIMENTALI DI DIFESA DEL FRUMENTO DA *SEPTORIA* SPP.

G. ALVISI<sup>1</sup>, D. PONTI<sup>1</sup>, C. CRISTIANI<sup>1</sup>, A. ALLEGRI<sup>2</sup>, F. PELLICONI<sup>2</sup>, P. MERIGGI<sup>3</sup>,  
A. CAPELLA<sup>4</sup>, M. CAPRIOTTI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Consorzio Agrario dell'Emilia, <sup>2</sup>Consorzio Agrario di Ravenna, <sup>3</sup>Horta srl,

<sup>4</sup>Sipcam Italia SpA, via Sempione 195 Pero (MI)

mcapriotti@sipcam.it

### RIASSUNTO

Il fungicida clorotalonil, di recente reintroduzione in Italia per il controllo delle malattie fogliari del grano, è stato oggetto di diverse prove di efficacia su septoriosi del frumento sia da solo sia in miscela con altri fungicidi a diverso meccanismo d'azione. Nel presente lavoro sono riportati i risultati di 7 prove di efficacia eseguite tra il 2011 e il 2015 nel comprensorio bolognese-ravennate su San Carlo (varietà di frumento duro particolarmente suscettibile a septoriosi), in cui clorotalonil è stato saggiato, da solo o in miscela con tebuconazolo o azoxistrobin, a confronto con alcuni standard. I trattamenti sono stati eseguiti nelle fasi di massima sensibilità della coltura alla malattia durante la fase di levata, prevalentemente a emersione della foglia a bandiera. Clorotalonil ha dimostrato di possedere una valida efficacia da solo e di potere coadiuvare in maniera consistente l'attività di fungicidi appartenenti al gruppo delle strobilurine (QoI) e dei triazoli (IBE), a cui fornisce, inoltre, un importante contributo antiresistenza in virtù del suo meccanismo d'azione multisito.

**Parole chiave:** septoriosi, QoI, IBE

### SUMMARY

#### CONTRIBUTION OF CHLOROTHALONIL IN EFFICACY TRIALS AGAINST *SEPTORIA* SPP. ON WHEAT

The fungicide chlorothalonil, recently reintroduced in Italy for the control of wheat foliar diseases, was tested in several field trials against septoriose of wheat both applied alone and in mixture with other fungicides displaying different mode of action. In this paper, results from 7 efficacy trials carried out in the provinces of Bologna-Ravenna are reported. The cultivar was San Carlo, particularly sensitive to septoriose. The fungicides (chlorothalonil, alone or in mixture with tebuconazole or azoxystrobin, and several reference products) were applied during the stages of the crop susceptible to the disease, mainly at flag leaf emergence. Chlorothalonil proved to be effective against this complex disease but also useful to the activity of other fungicides belonging to strobilurines (QoI) and triazoles (SBI). Furthermore, it provides an important contribution to resistance management thanks to its multisite mode of action.

**Keywords:** septoriose, QoIs, SBIs

### INTRODUZIONE

Il complesso della septoriosi del grano costituisce una malattia di primaria importanza per la coltura, provocata da funghi ubiquitari (*Septoria tritici-Septoria nodorum*) riscontrabili in campo già durante l'inverno. In presenza di condizioni ambientali favorevoli, ad ogni pioggia si innescano fasi epidemiche che vanno a colpire le foglie via via più alte nel culmo. Quando in primavera vengono colpite le due ultime foglie, provocandone il precoce disseccamento, i danni alla produzione possono essere rilevanti.

Al momento, per la protezione del frumento dalla septoriosi, vengono maggiormente impiegate poche classi di meccanismi d'azione e cioè le strobilurine, che inibiscono la

respirazione cellulare a livello del complesso III (QoI), gli inibitori della sintesi dell'ergosterolo (IBE) e, recentemente, gli inibitori della succinato deidrogenasi (SDHI), che intervengono sul complesso II della respirazione. Clorotalonil, di recente reintroduzione in Italia per il contenimento su frumento delle malattie fogliari e in particolare del complesso della septoriosi, svolge nei confronti dei funghi un'azione di interferenza su molti enzimi e come tale può contribuire, oltretutto a esercitare una consistente efficacia sulla malattia, a conservare la sensibilità ai trattamenti dei ceppi fungini coinvolti.

Scopo del presente lavoro è stato di valutare l'attività di clorotalonil nel proteggere l'apparato fogliare del frumento dagli attacchi del complesso della septoriosi. Il prodotto è stato saggiato da solo ma anche in miscela con triazoli (IBE) e strobilurine (QoI) per valutarne il contributo anche come strategia anti-resistenza.

## MATERIALI E METODI

Le prove di efficacia sono state eseguite dal Centro di Saggio del Consorzio Agrario dell'Emilia nel 2011, 2014 e 2015, dal Centro di Saggio del Consorzio Agrario di Ravenna nel 2011 e 2014, da Horta srl nel 2013 e 2014.

Le prove sono state impostate secondo lo schema dei blocchi randomizzati con quattro ripetizioni per tesi.

La varietà di frumento duro utilizzata in tutte le prove è stata San Carlo, particolarmente suscettibile a septoriosi.

Le applicazioni sono state incentrate nelle fasi di sensibilità delle ultime foglie al complesso della septoriosi e dunque in particolare nella fase di fine levata - inizio emissione della foglia a bandiera (BBCH 37-39).

Il grado di azione percentuale (% G.A.) è stato ricavato con la formula di Abbott.

I prodotti utilizzati nelle varie prove sono riportati in tabella 1.

Tabella 1. I prodotti saggiati nelle diverse prove

| Formulato        | Sostanza attiva                 | Formulazione | Concentrazione |
|------------------|---------------------------------|--------------|----------------|
| Clortosip 500 SC | Clorotalonil                    | SC           | 500 g/L        |
| Netor            | Clorotalonil + tebuconazolo     | SC           | 166 + 60 g/L   |
| Siglato          | Clorotalonil + azoxistrobin     | SC           | 233 + 68 g/L   |
| Amistar Xtra     | Ciproconazolo + azoxistrobin    | SC           | 80 + 200 g/L   |
| Tebusip 46       | Tebuconazolo                    | EOW          | 46 g/L         |
| Opera            | Epossiconazolo + pyraclostrobin | SE           | 50 + 133 g/L   |
| Agora            | Ciproconazolo + trifloxistrobin | SC           | 160 + 375 g/L  |
| Aficionado       | Tebuconazolo + bixafen          | EC           | 166 + 50 g/L   |
| Acanto           | Pycoxistrobin                   | SC           | 250 g/L        |

### Prova numero 1 (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2011)

La prova è stata eseguita in località Dugliolo di Budrio (BO) su frumento seminato il 31 ottobre 2010 dopo preparazione del letto di semina mediante minima lavorazione e con mais in precessione culturale; la densità di semina adottata era di 350 cariossidi/m<sup>2</sup>. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 15 m<sup>2</sup>. Le applicazioni sono state eseguite il 26/4 nella fase di foglia bandiera (BBCH 39), distribuendo i prodotti alla dose per ettaro con un volume pari a 400 L/ha. Il rilievo della malattia è stato effettuato stimando la gravità dell'infezione (percentuale di area fogliare ammalata) e l'incidenza (percentuale di foglie colpite) il 24/5, con la coltura nella fase fenologica di "fine fioritura – formazione delle cariossidi". I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e al test di Duncan (P≤0,05) per la separazione delle medie.

**Prova numero 2** (Consorzio Agrario di Ravenna, 2011)

La prova è stata eseguita a Godo di Russi (RA) su frumento seminato il 23 ottobre 2010 in successione a mais. Il terreno era stato preparato con aratura e successive erpicature di affinamento. I trattamenti sono stati eseguiti con una barra alimentata a CO<sub>2</sub>, di larghezza di lavoro di 2 m su cui sono alloggiati quattro ugelli spazati fra loro di 50 cm. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 14 m<sup>2</sup> di superficie. E' stato utilizzato un volume di irrorazione di 300 L/ha di acqua.

Le applicazioni sono state effettuate ad inizio levata (BBCH 32) il 7 aprile alla comparsa dei primi sintomi e ad inizio fioritura (BBCH 61) il 5 maggio.

I rilievi sono stati eseguiti il 26 maggio valutando la gravità (percentuale di area fogliare colpita) e l'incidenza (percentuale di foglie colpite) sulla penultima ed ultima foglia su 20 culmi per parcella. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e al test di Duncan ( $P \leq 0,05$ ) per la separazione delle medie.

**Prova numero 3** (Horta srl, 2013)

La prova è stata eseguita a Ca' Bosco (RA) su frumento seminato il 9 novembre 2012 a seguito di preparazione del letto di semina con estirpatore combinato il 1 ottobre ed erpice rotante in presemina. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 10 m<sup>2</sup> di superficie. Le applicazioni sono state eseguite a emissione foglia a bandiera il 3 maggio 2013. I rilievi della malattia sono avvenuti il 3 e il 13 giugno. Per la valutazione dell'infezione si è proceduto a registrare la percentuale di area ammalata su 10 piante per parcella analizzando sia la spiga che le ultime 2-3 foglie. Per la valutazione statistica è stata utilizzata l'analisi della varianza (Anova), seguita dal test di Student Newman Keuls ( $P \leq 0,05$ ) per la separazione delle medie.

**Prova numero 4** (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2014)

La prova è stata eseguita in località Dugliolo di Budrio (BO) su frumento seminato il 6 novembre 2013 dopo preparazione del letto di semina mediante minima lavorazione e con patata in precessione colturale; la densità di semina adottata era di 350 cariossidi/m<sup>2</sup>. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 12,8 m<sup>2</sup> di superficie. Le applicazioni, nella fase di foglia bandiera (BBCH 39), sono state eseguite il 23/4 distribuendo i prodotti alla dose per ettaro con un volume pari a 400 L/ha. Il rilievo della malattia è stato effettuato il 28/5 stimando la gravità dell'infezione (percentuale di area fogliare ammalata) e l'incidenza (percentuale di foglie colpite) sulle ultime tre foglie. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e al test di Duncan ( $P \leq 0,05$ ) per la separazione delle medie.

**Prova numero 5** (Consorzio Agrario di Ravenna, 2014)

La prova è stata eseguita a Godo di Russi (RA) su frumento seminato il 27 ottobre 2013 in successione a medicaio. Il letto di semina era stato preparato con aratura e successiva erpicatura. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 12 m<sup>2</sup> di superficie.

I trattamenti sono stati eseguiti con una barra alimentata a CO<sub>2</sub>, di larghezza di lavoro di 2 m su cui sono alloggiati quattro ugelli spazati fra loro di 50 cm. E' stato utilizzato un volume di irrorazione di 300 L/ha di acqua.

L'inverno particolarmente mite e piovoso ha fatto sì che lo sviluppo del frumento risultasse molto anticipato e anche la septoriosi a inizio aprile risultava già ben diffusa.

Le applicazioni sono state effettuate a levata avanzata (BBCH 35) il 7 aprile.

I rilievi sono stati eseguiti il 14 maggio e il 24 maggio valutando la gravità (percentuale di area fogliare colpita) e l'incidenza (percentuale di foglie colpite) sulla penultima ed ultima foglia su ogni parcella. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e al test di Student Newmann Keuls ( $P \leq 0,05$ ) per la separazione delle medie.

**Prova numero 6** (Horta srl, 2014)

La prova è stata eseguita a Ca' Bosco (RA) su frumento seminato il 6 novembre 2013 a seguito di preparazione del letto di semina con erpice rotante in presemina. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 10 m<sup>2</sup> di superficie.

Le applicazioni sono state eseguite a emissione foglia a bandiera il 10 aprile 2014.

Il rilievo della malattia è avvenuto il 20 maggio 2014. Per la valutazione dell'infezione si è proceduto a registrare la percentuale di area ammalata su 10 piante per parcella analizzando sia la spiga che le ultime 2-3 foglie. Per la valutazione statistica è stata utilizzata l'analisi della varianza (Anova), seguita dal test di Student Newman Keuls ( $P \leq 0,05$ ) per la separazione delle medie.

**Prova numero 7** (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2015)

La prova è stata eseguita in località Dugliolo di Budrio (BO) su frumento seminato il 21 novembre 2014 dopo preparazione del letto di semina mediante minima lavorazione e con patata in precessione culturale; la densità di semina adottata era di 350 cariossidi/m<sup>2</sup>. Le singole ripetizioni erano costituite da parcelle di 12,8 m<sup>2</sup> di superficie. Le applicazioni, eseguite nella fase di foglia bandiera (BBCH 39), sono state eseguite il 30/4 distribuendo i prodotti alla dose per ettaro con un volume pari a 400 L/ha.

Il rilievo della malattia è stato effettuato stimando la gravità dell'infezione (percentuale di area fogliare ammalata) e l'incidenza (percentuale di foglie colpite) sulle tre ultime foglie al 6/6. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza e al test di Duncan per la separazione delle medie ( $P \leq 0,05$ ).

In tutte le prove sui valori medi dei rilievi della malattia è stato calcolato il grado percentuale d'azione con la formula di Abbott.

## **RISULTATI E DISCUSSIONE**

Si riportano di seguito i risultati conseguiti nelle prove di efficacia nei confronti della septoriosi di applicazioni di clorotalonil anche in associazione a tebuconazolo o azoxistrobin conseguiti nelle prove.

**Prova numero 1**

In questa prova il principio attivo clorotalonil applicato da solo ha ridotto la gravità della malattia del 78%. Nelle due miscele con tebuconazolo, la prima pronta (Netor) la seconda estemporanea, il livello di protezione è salito fino al 94%, risultando statisticamente simile agli standard utilizzati come confronto. Interessante infine osservare che il livello di protezione globale della coltura assicurato dalle miscele a base strobilurine è risultato essere ancora soddisfacente e quindi i principi attivi in esame continuavano ancora, nelle condizioni sperimentali adottate e nella pratica di pieno campo, a rappresentare i fungicidi di riferimento per la difesa del frumento dalla septoriosi (tabella 2).

Tabella 2. Prova n.1 (Consorzio Agrario dell'Emilia 2011): risultati del rilievo del 24 maggio

| Tesi                                   | Dose p.a.<br>(g/ha) | Incidenza | %<br>G.A. | Gravità | %<br>G.A. |
|----------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|---------|-----------|
| Testimone non trattato                 | -                   | 81,7 a*   | -         | 33,8 a  | -         |
| Clorotalonil                           | 1.000               | 21,3 b    | 74,0      | 7,5 b   | 77,8      |
| Clorotalonil +<br>tebuconazolo (Netor) | 664 + 240           | 19,1 b    | 76,6      | 2,08 bc | 93,8      |
| Clorotalonil +<br>tebuconazolo         | 750 + 230           | 10,3 bc   | 87,3      | 3,41 bc | 89,9      |
| Azoxistrobin +<br>ciproconazolo        | 160 + 64            | 8,16 bc   | 90,0      | 2,83 bc | 91,6      |
| Pyraclostrobin +<br>epposiconazolo     | 166 + 62,5          | 0,58 c    | 99,3      | 0,33 c  | 99,0      |

Data del trattamento: 26/4, fase BBCH 39

\*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test di Duncan per  $p \leq 0,05$

### Prova numero 2

La septoriosi è comparsa precocemente ad inizio aprile sulle foglie basali a seguito dell'infezione del 13 marzo poi un aprile particolarmente caldo e siccitoso ne ha bloccato la diffusione. Solo nella seconda metà di maggio la septoriosi ha colonizzato le foglie apicali. In questo contesto il clorotalonil da solo con due applicazioni ha espletato un'efficacia del 89% nel ridurre la gravità sulla penultima foglia. Nella miscela pronta con tebuconazolo (Netor) l'efficacia arriva al 90% risultando statisticamente analogo allo standard azoxistrobin + ciproconazolo ma inferiore alla miscela pyraclostrobin+epposiconazolo (tabella 3).

Tabella 3. Prova n. 2 (Consorzio Agrario di Ravenna, 2011): risultati del rilievo al 26 maggio

| Tesi                                      | Dose<br>p.a.<br>(g/ha) | Incidenza<br>ultima<br>foglia | %<br>G.A. | Gravità<br>ultima<br>foglia | %<br>G.A. | Incidenza<br>penultima<br>foglia | %<br>G.A. | Gravità<br>penultima<br>foglia | %<br>G.A. |
|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| Testimone non<br>trattato                 | -                      | 62,5                          | -         | 6,18 a*                     | -         | 88,7 a                           | -         | 21 a                           | -         |
| Clorotalonil                              | 1.000                  | 12,5                          | 80,0      | 0,63 b                      | 89,8      | 31,2 b                           | 64,8      | 2,28 b                         | 89,2      |
| Clorotalonil +<br>tebuconazolo<br>(Netor) | 664 +<br>240           | 8,75                          | 86,0      | 0,4 b                       | 93,5      | 26,2 bc                          | 70,4      | 2,11 b                         | 90,0      |
| Clorotalonil +<br>tebuconazolo            | 750 +<br>230           | 0                             | 100,0     | 0 c                         | 100,0     | 13,7 c                           | 84,5      | 0,71 cd                        | 96,6      |
| Azoxistrobin +<br>ciproconazolo           | 160 +<br>64            | 3,75                          | 94,0      | 0,14 bc                     | 97,7      | 20 bc                            | 77,5      | 1,35 bc                        | 93,6      |
| Pyraclostrobin +<br>epposiconazolo        | 166 +<br>62,5          | 0                             | 100,0     | 0,04 bc                     | 99,4      | 0 d                              | 100,0     | 0 d                            | 100,0     |

Date dei trattamenti: 7/4 (BBCH 32), 5/5 (BBCH 64)

\*Vedi tabella 2

### Prova numero 3

I risultati di questa prova mostrano un'efficacia dopo un mese dal trattamento da parte di clorotalonil che si attesta sul 78% e non si distingue statisticamente dai prodotti utilizzati come confronto. Nel rilievo più tardivo la miscela bixafen+tebuconazolo esplica un'attività maggiore degli altri prodotti in prova (tabella 4).

Tabella 4. Prova n. 3 (Horta, 2013): risultati dei due rilievi

| Tesi                            | Dose p.a.<br>(g/ha) | Gravità<br>3/6 | %<br>G.A. | Gravità<br>13/6 | %<br>G.A. |
|---------------------------------|---------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| Testimone non trattato          | -                   | 40,3 a*        | -         | 71,2 a          | -         |
| Clorotalonil                    | 1000                | 9 b            | 77,7      | 46,3 b          | 35,0      |
| Azoxistrobin +<br>ciproconazolo | 200 + 80            | 6,9 b          | 82,9      | 54,9 ab         | 22,9      |
| Picoxistrobin                   | 250                 | 12,7 b         | 68,5      | 44,9 b          | 36,9      |
| Bixafen + tebuconazolo          | 75 + 250            | 1,2 b          | 97,0      | 19,3 c          | 72,9      |

Data del trattamento: 3/5, fase BBCH 39

\*Vedi tabella 2

### Prova numero 4

In questa prova emerge come a parità di dose di azoxistrobin la miscela con clorotalonil ha protetto la coltura in maniera significativamente maggiore rispetto alla miscela con ciproconazolo (efficacia del 92% contro il 55% in termini di gravità dell'infezione). La miscela di ciproconazolo con trifloxistrobin inoltre ha mostrato un livello di efficacia identico a quello con azoxistrobin evidenziando che, nelle condizioni sperimentali adottate, le due miscele a base di "strobilurine", non si sono differenziate in modo significativo tra di loro assicurando un livello di protezione della coltura non ottimale (tabella 5).

Tabella 5. Prova n. 4 (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2014): risultati del rilievo al 28 maggio

| Tesi                            | Dose p.a.<br>(g/ha) | Incidenza | %<br>G.A. | Gravità | %<br>G.A. |
|---------------------------------|---------------------|-----------|-----------|---------|-----------|
| Testimone non trattato          | -                   | 81,7 a*   | -         | 52,5 a  | -         |
| Clorotalonil + azoxistrobin     | 700 + 205           | 15 c      | 81,6      | 4,25 c  | 91,9      |
| Azoxistrobin + ciproconazolo    | 200 + 80            | 57,5 b    | 29,6      | 23,7 b  | 54,8      |
| Trifloxistrobin + ciproconazolo | 188 + 80            | 54,2 b    | 33,7      | 20,8 b  | 60,3      |
| Bixafen + tebuconazolo          | 75 + 250            | 3,33 d    | 95,9      | 0,33 c  | 99,4      |

Data del trattamento: 23/4, fase BBCH 39

\*Vedi tabella 2

### Prova numero 5

In questa esperienza, caratterizzata da elevata pressione infettiva, l'associazione di clorotalonil ad azoxistrobin a dosaggio di poco superiore di quest'ultimo ha fornito una prestazione significativamente superiore a quella di ciproconazolo+azoxistrobin. I risultati deludenti ottenuti da azoxistrobin+ciproconazolo e trifloxistrobin+ciproconazolo in questa prova lasciano ipotizzare la presenza in campo di popolazioni di *Septoria* con ridotta sensibilità alle strobilurine. Il meccanismo d'azione multisito che caratterizza clorotalonil potrebbe aver esercitato in questo caso un'"attività antiresistenza". Ottimo il risultato ottenuto da bixafen (recente meccanismo d'azione SDHI) nella miscela con tebuconazolo (tabella 6).

Tabella 6. Prova n. 5 (Consorzio Agrario di Ravenna, 2014): risultati dei due rilievi

| Tesi                            | Dose p.a. (g/ha) | 14/4                     |        |                       |        | 24/5                     |        |                       |        |
|---------------------------------|------------------|--------------------------|--------|-----------------------|--------|--------------------------|--------|-----------------------|--------|
|                                 |                  | Gravità penultima foglia | % G.A. | Gravità ultima foglia | % G.A. | Gravità penultima foglia | % G.A. | Gravità ultima foglia | % G.A. |
| Testimone non trattato          | -                | 95,9 a*                  | -      | 84,1 a                | -      | 100 a                    | -      | 100 a                 | -      |
| Clorotalonil + azoxistrobin     | 700 + 205        | 16,9 c                   | 82,4   | 16 c                  | 81,0   | 56,6 b                   | 43,4   | 43,4 b                | 56,6   |
| Azoxistrobin + ciproconazolo    | 200 + 80         | 71,9 b                   | 25,0   | 64,7 b                | 23,1   | 100 a                    | 0,0    | 97,5 a                | 2,5    |
| Trifloxistrobin + ciproconazolo | 188 + 80         | 70,9 b                   | 26,1   | 67,5 b                | 19,7   | 100 a                    | 0,0    | 97,8 a                | 2,2    |
| Bixafen + tebuconazolo          | 75 + 250         | 6,6 d                    | 93,1   | 4,5 d                 | 94,6   | 51,9 b                   | 48,1   | 39,1 c                | 60,9   |

Data del trattamento: 7/4, fase BBCH 35

\*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per  $p \leq 0,05$

### Prova numero 6

In questa prova la miscela di azoxistrobin con clorotalonil non si è differenziata statisticamente dalla miscela dello stesso azoxistrobin con ciproconazolo a differenza di quanto avvenuto nelle due precedenti prove (tabella 7).

Tabella 7. Prova numero 6 (Horta, 2014): risultati del rilievo al 20 maggio

| Tesi                         | Dose p.a. (g/ha) | Gravità penultima foglia | % G.A. | Gravità ultima foglia | % G.A. |
|------------------------------|------------------|--------------------------|--------|-----------------------|--------|
| Testimone non trattato       | -                | 61,4 a*                  | -      | 26,9 a                | -      |
| Clorotalonil + azoxistrobin  | 700 + 205        | 10,7 b                   | 82,5   | 3,53 b                | 86,9   |
| Azoxistrobin + ciproconazolo | 200 + 80         | 3,95 b                   | 93,6   | 1,5 b                 | 94,4   |
| Bixafen + tebuconazolo       | 75 + 250         | 0,68 b                   | 98,9   | 3,03 b                | 88,8   |

Data del trattamento: 10/4, fase BBCH 39

\*Vedi tabella 6

### Prova numero 7

In questa prova clorotalonil è risultato efficace nel contrastare le infezioni di *Septoria* spp. sia quando formulato assieme a tebuconazolo come miscela pronta, sia quando aggiunto in maniera estemporanea ad una miscela pronta di trifloxistrobin+ciproconazolo. Quest'ultima, impiegata da sola, non è riuscita ad esplicare una sufficiente attività, mentre l'impiego estemporaneo di clorotalonil ha contribuito in maniera netta e determinante a ripristinare un valore di efficacia significativo (tabella 8). Questo risultato conferma la validità della molecola in funzione antiresistenza, in analogia con le risultanze ottenute nella prova eseguita sempre a Dugliolo nel 2014 (prova 4).

Tabella 8. Prova numero 7 (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2015): risultati del rilievo al 6 giugno

| Tesi                                              | Dose p.a.<br>(g/ha) | Incidenza<br>septoriosi | %<br>G.A. | Gravità<br>septoriosi | %<br>G.A. |
|---------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Testimone non trattato                            | -                   | 80 a*                   | -         | 54,2 a                | -         |
| Clorotalonil + tebuconazolo                       | 664 + 240           | 42,1 b                  | 47,4      | 15 c                  | 72,3      |
| Trifloxistrobin + ciproconazolo                   | 188 + 80            | 75,4 a                  | 5,7       | 43,7 b                | 19,3      |
| Clorotalonil + trifloxistrobin +<br>ciproconazolo | 750 + 188<br>+ 80   | 31,6 b                  | 60,6      | 10,3 d                | 81,1      |
| Bixafen + tebuconazolo                            | 75 + 250            | 6,4 c                   | 92,0      | 3,7 e                 | 93,2      |

Data del trattamento: 30/4, fase BBCH 39

\*Vedi tabella 2

### CONCLUSIONI

Nelle prove illustrate emerge come clorotalonil eserciti una consistente efficacia nel proteggere il frumento dagli attacchi di septoriosi quando viene impiegato nelle fasi di sensibilità alla malattia (levata-emissione foglia a bandiera). Quando associato a principi attivi che abbisognano di *partner* antiresistenza per mantenere la loro funzionalità più a lungo negli anni, dimostra di svolgere un adeguato supporto, che in alcune circostanze è apparso superiore a quello di triazoli inibitori della sintesi dell'ergosterolo, come nel caso delle prove 4 e 5. Nella prova 7 tale contributo appare ancora più consistente, riuscendo a riportare a valori più che accettabili l'efficacia della miscela strobilurina+triazolo altrimenti da sola non sufficiente. Tale valore di *partner* antiresistenza gli deriva, oltrechè dall'efficacia, anche dal suo meccanismo d'azione classificato come multisito.

Da quanto sopra detto si conferma come l'introduzione di clorotalonil nella strategia di difesa dalla septoriosi del frumento costituisce un aspetto fondamentale per ridurre il rischio di selezionare ceppi del patogeno resistenti a fungicidi dotati di meccanismo d'azione specifico sia più recente (come gli inibitori della succinato deidrogenasi - SDHI) sia meno recente (QoI e IBE).

## PROVE DI EFFICACIA E DI STRATEGIA CON TIOFANATE METILE (ENOVIT METIL FL) SU CERCOSPORIOSI DELLA BARBABIETOLA DA ZUCCHERO

F. CIONI<sup>1</sup>, D. PONTI<sup>2</sup>, G. ALVISI<sup>2</sup>, C. CRISTIANI<sup>2</sup>, R. TELLOLI<sup>3</sup>, A. CAPELLA<sup>4</sup>,  
M. CAPRIOTTI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Beta Scarl, <sup>2</sup>Consorzio Agrario dell'Emilia, <sup>3</sup>Cisac Soc. Coop. A R.L.,

<sup>4</sup>Sipcam Italia SpA, via Sempione 195 Pero (MI)

[mcapriotti@sipcam.it](mailto:mcapriotti@sipcam.it)

### RIASSUNTO

Il fungicida tiofanate metile, dotato di meccanismo d'azione specifico diverso da tutti gli altri fungicidi oggi autorizzati sulla coltura, è stato oggetto nel quadriennio 2011-2015 di numerose prove di efficacia nei confronti della cercospora della bietola (*Cercospora beticola*). Le prove sono state impostate sia con applicazioni ripetute del fungicida sia inserendolo all'interno di una strategia che prevedeva l'uso di prodotti a diverso meccanismo d'azione come clorotalonil e triazoli o procloraz. In entrambi i casi tiofanate metile ha dimostrato di svolgere un ruolo chiave nel contenere efficacemente la cercosporiosi.

**Parole chiave:** attività, fungicidi, *Cercospora beticola*

### SUMMARY

#### CONTROL TRIALS WITH THIOPHANATE METHYL AGAINST CERCOSPORA LEAF SPOT ON SUGARBEET

The fungicide thiophanate methyl, characterized by a different mode of action with respect to the other fungicides registered on the crop, was tested in the years 2011 through 2015 in several trials against cercospora leaf spot (*Cercospora beticola*) on sugarbeet. The trials were carried out with straight applications or in a strategy with fungicides with different mode of action such as chlorotalonil and triazoles or prochloraz. In both cases, thiophanate-methyl played a key role in the control of cercospora leaf spot.

**Keywords:** activity, fungicides, *Cercospora beticola*

### INTRODUZIONE

La cercosporiosi della barbabietola da zucchero, causata dal fungo *Cercospora beticola* Sacc., è recentemente tornata di attualità in quanto, negli ultimi anni nei comprensori italiani a forte vocazioni bieticola, si è assistito ad una sua recrudescenza. A ciò hanno contribuito, da un lato l'abbassamento del livello di tolleranza genetica delle varietà alla malattia e, dall'altro, l'insorgenza di ceppi resistenti parzialmente o totalmente ad alcuni meccanismi d'azione dei fungicidi impiegati nelle strategie di lotta. Indagini svolte in pieno campo hanno mostrato rilevanti riduzioni di efficacia da parte delle strobilurine, nei confronti delle quali è stata definitivamente accertata in laboratorio l'elevata presenza di ceppi di *C. beticola* resistenti; anche per i triazoli sono stati rilevati, sia in campo che in laboratorio, casi di ridotta sensibilità del patogeno, ma con intensità inferiore rispetto a quella rilevata per le strobilurine (Cioni *et al.*, 2014).

La necessità di trovare molecole in grado di superare il calo di efficacia riscontrato nei programmi di difesa comunemente adottati e causato da un uso reiterato di poche classi di fungicidi ad azione specifica, ha portato dapprima a riscoprire la valenza di molecole multisito come clorotalonil e sali di rame, e poi ad allargare l'interesse a fungicidi che potessero svolgere un'interessante attività sul fungo, ma con meccanismi d'azione diversi rispetto a quelli precedentemente citati. In prove preliminari tiofanate metile ha dimostrato di possedere, dopo il suo abbandono sulla coltura dagli anni '70 a causa di resistenza (D'Ambra

*et al.*, 1975), un'interessante attività, che è stata ulteriormente approfondita nelle prove riportate nel presente lavoro. Tiofanate metile è dotato di un meccanismo d'azione diverso dalle molecole oggi disponibili per il contenimento della cercosporiosi: infatti agisce per interferenza nell'assemblaggio della  $\beta$ -tubulina durante la mitosi.

Lo scopo del presente lavoro è stato dunque quello di verificare l'attività del prodotto in prove di pura efficacia ma anche il suo contributo quando inserito con singolo trattamento in programmi di protezione con fungicidi a diverso meccanismo d'azione.

## MATERIALI E METODI

Le prove sono state eseguite dal Centro di Saggio di Beta S.c.a.r.l. nell'arco temporale dal 2011 al 2015, dal Centro di Saggio del Consorzio Agrario dell'Emilia nel 2014 e 2015, dal Centro di Saggio di Cisac srl nel 2014. Tutte le prove sono state impostate secondo lo schema sperimentale dei blocchi randomizzati con 4 ripetizioni.

Le applicazioni sono state articolate basandosi, per stabilire l'inizio dei trattamenti, su soglie di intervento ottenute con modelli previsionali e sono state cadenzate con intervalli di circa 15-20 giorni, per un totale di 3 o 4 in funzione delle diverse condizioni sperimentali.

Nelle prove eseguite da Beta, l'efficacia fungicida è stata valutata stimando la gravità della malattia utilizzando la scala "Agronomica" (valori da 0 a 5). I dati ottenuti sono stati successivamente trasformati usando un calcolo esponenziale (regression formula) in A.F.A (Area Fogliare Ammalata =  $(EXP(-4,793642455 + 0,937268047 \cdot \text{Valore della scala})) \cdot 100$ ) che fornisce la percentuale di superficie di foglia ammalata. I dati così ottenuti relativamente ai rilievi ritenuti più determinanti e i risultati produttivi parcellari rilevati (peso delle radici, polarizzazione e saccarosio) sono stati sottoposti all'analisi della varianza e al test di separazione delle medie (DMS,  $P \leq 0,05$ ).

Nelle altre prove i rilievi sono stati effettuati stimando la percentuale di superficie fogliare ammalata delle diverse parcelle. I dati sono stati sottoposti all'analisi della varianza e ai test di separazione delle medie (Student Newman Keuls per  $p \leq 0,05$  nelle prove del Consorzio agrario dell'Emilia, Scott-Knott con  $p \leq 0,05$  in quella del Cisac).

I prodotti saggiati nelle diverse prove sono riportati nella tabella seguente:

| Formulato        | Sostanza attiva                    | Formulazione | Concentrazione |
|------------------|------------------------------------|--------------|----------------|
| Clortosip 500 SC | Clortalonil                        | SC           | 500 g/L        |
| Enovit Metil FL  | Tiofanate metile                   | SC           | 500 g/L        |
| Sphere           | Trifloxistrobin + ciproconazolo    | SC           | 375 + 160 g/L  |
| Amistar Xtra     | Ciproconazolo + azoxistrobin       | SC           | 80 + 200 g/L   |
| Spyrale          | Fenpropidin + difenoconazolo       | EC           | 375 + 100 g/L  |
| Domark 125       | Tetraconazolo                      | EOW          | 125 g/L        |
| Impact Supreme   | Flutriafol + procloraz             | EC           | 47 + 180 g/L   |
| Airone Più       | Rame da ossicloruro e da idrossido | WG           | 280 g/kg       |
| Siglato          | Procloraz                          | EC           | 450 g/L        |

### Prova numero 1 (Beta, 2011)

La prova è stata eseguita in località Passo Segni (BO) su varietà Massima, non tollerante la cercosporiosi. La semina è avvenuta il 10 marzo 2011, con file distanti 45 cm, dopo preparazione del letto di semina mediante aratura e due erpicature e con mais in precessione colturale. Le parcelle avevano una dimensione di 32,4 m<sup>2</sup> (12 file per 6 m). Le applicazioni, in numero totale di tre, sono state eseguite distribuendo i prodotti con un volume di 500 L/ha di acqua. In questa prova va evidenziato che, la tesi trattata con il solo tiofanate metile ha

ricevuto le applicazioni in date posticipate rispetto alle altre tesi. Il rilievo è stato effettuato sulle quattro file centrali della parcella, escludendo le file di bordo.

**Prova numero 2 (Beta, 2012)**

La prova è stata eseguita in località Passo Segni (BO) su varietà Massima (non tollerante la cercosporiosi) seminata a file distanti 45 cm. Le parcelle avevano una superficie di 13,5 m<sup>2</sup> (6 file per 5 m). Nelle 3 applicazioni eseguite è stato adottato un volume di 400 L/ha di acqua. Il rilievo è stato effettuato sulle quattro file centrali della parcella, escludendo le file di bordo.

**Prova numero 3 (Beta, 2013)**

La prova è stata eseguita in località Passo Segni (BO) su varietà Massima (non tollerante la cercosporiosi) seminata a file distanti 45 cm. La superficie delle parcelle era di 13,5 m<sup>2</sup> (6 file per 5 m). Le applicazioni (tre) sono state eseguite distribuendo i prodotti alla dose per ettaro con 400 L/ha di acqua. Tiofanate metile è stato saggiato sia in tesi in cui è stato ripetuto per tre volte, sia in tesi in cui è stato applicato una sola volta in una strategia con altri prodotti. Il rilievo è stato effettuato sulle quattro file centrali della parcella, escludendo le file di bordo.

**Prova numero 4 (Beta, 2014)**

La prova è stata eseguita in località Passo Segni (BO) su varietà Marinella (medio-scarso tolleranza alla cercosporiosi) seminata a file distanti 45 cm. La superficie delle parcelle era di 16,2 m<sup>2</sup> (6 file per 6 m). Nelle tre applicazioni eseguite è stato adottato un volume di 400 L/ha di acqua. Le due tesi trattate a confronto erano articolate con e senza tiofanate metile nel secondo intervento come di seguito evidenziato. Programma 1: T1) clorotalonil; T2) clorotalonil + tiofanate metile; T3) prochloraz + rame; programma 2: T1) clorotalonil; T2) clorotalonil + tetraconazolo; T3) prochloraz + rame. Il rilievo è stato effettuato sulle quattro file centrali della parcella, escludendo le file di bordo.

**Prova numero 5 (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2014)**

La prova è stata condotta A San Giovanni in Persiceto (BO) su varietà Marinella (medio-scarso tolleranza alla cercosporiosi) con protocollo identico a quello della prova numero 4. Le parcelle avevano una superficie di 20,4 m<sup>2</sup>. La coltura (precessione frumento) è stata seminata il 15 marzo 2014. A causa di un andamento climatico primaverile-estivo particolarmente piovoso è stato adottato un intervallo fra i trattamenti più contenuto (15 giorni circa). Sono state eseguite quindi quattro applicazioni totali con un volume di acqua pari a 400 L/ha.

**Prova numero 6 (Cisac, 2014)**

La prova è stata condotta con protocollo identico a quello della prova 5 in località Ariano Ferrarese (FE) su varietà Spaniel (medio-scarso tolleranza alla cercosporiosi). Ciascuna tesi presentava quattro ripetizioni, con singole parcelle di 15 m<sup>2</sup> disposte a blocco completamente randomizzato. La coltura è stata seminata il 21 marzo 2014 e seguiva il frumento. Sono state eseguite tre applicazioni per tesi con un volume di acqua pari a 400 L/ha.

**Prova numero 7 (Consorzio Agrario dell'Emilia, 2015)**

La prova è stata condotta in località San Giovanni in Persiceto (BO) su varietà Comanche (non tollerante la cercosporiosi). Le parcelle avevano una superficie di 24 m<sup>2</sup>. La coltura è stata seminata il 5 marzo 2015 ed aveva il frumento in precessione. Sono state eseguite quattro applicazioni per tesi con un volume di acqua pari a 400 L/ha.

**Prova numero 8 (Beta, 2015)**

La prova è stata eseguita in località Passo Segni (BO) su varietà Marinella (medio-scarso tolleranza alla cercosporiosi). La superficie delle parcelle era di 16,2 m<sup>2</sup> (6 file per 6 m). Le applicazioni, in numero di due, sono state eseguite con un volume di acqua pari a 400 L/ha. La