

EFFICACIA CONTRO LE MALATTIE DEL FRUMENTO DI UNA NUOVA MISCELA A BASE DI PENTHIOPYRAD E CIPROCONAZOLO

M. TROISI, F. BONACINI, P. DOTTORINI, G. LODI, L. VERGARA
DuPont de Nemours Italiana Srl - Via P. Gobetti, 2/C, 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)
marco.troisi@dupont.com

RIASSUNTO

Cielex® è un nuovo fungicida in sospensione concentrata a base di penthiopyrad (150 g/L) e ciproconazolo (60 g/L) autorizzato contro ruggini, septoria, oidio, elmintosporiosi e rinosporiosi di frumento, segale, farro e triticale. In questo articolo vengono riassunti i risultati di numerose prove condotte in Italia e Sud Europa applicando in maniera preventiva la miscela al dosaggio di 1,33 L/ha. L'analisi dei dati ottenuti dimostra la buona efficacia e persistenza del prodotto nei confronti delle principali avversità del frumento ottenendo risultati simili o migliori rispetto agli standard commerciali impiegati come riferimento nelle prove presentate.

Parole chiave: *Blumeria graminis*, *Puccinia* Spp., *Septoria tritici*, Cielex

SUMMARY

EFFICACY AGAINST WHEAT DISEASES OF A NEW PRODUCT BASED ON PENTHIOPYRAD AND CYPROCONAZOLE

Cielex® is a new fungicide based on penthiopyrad (150 g/L) and cyproconazole (60 g/L) licensed against rusts, septoria, powdery mildew, elmintosporiosis and rinosporiosis. This article summarizes the results of numerous tests conducted in Italy and Southern Europe by applying the mixture preventively at a dosage of 1.33 L/ha. The analysis of the data obtained demonstrates the good efficacy and persistence of the product against the main adversities of wheat with results similar or better than the ones obtained with commercial standards used as a reference in the tests presented.

Keywords: *Blumeria graminis*, *Puccinia* Spp., *Septoria tritici*, Cielex

INTRODUZIONE

La coltivazione dei cereali è interessata dall'attacco di numerosi microrganismi responsabili di varie malattie, note fin dai tempi antichi e verosimilmente iniziate con la domesticazione dei grani selvatici. I principali parassiti sono funghi microscopici che sottraggono alla pianta ospite le sostanze nutritive necessarie alla propria sopravvivenza, provocando alterazioni di rilievo nella pianta e perdite di produzione di tipo qualitativo e quantitativo. Una particolare attenzione va rivolta a quelle malattie che possono compromettere la sanità dell'apparato fogliare. In particolare, il danneggiamento della foglia a bandiera, della seconda foglia e della spiga può portare a una precoce riduzione della capacità foto-sintetizzante dell'intera pianta. Questi organi sono infatti responsabili dell'accumulo del 90% degli assimilati che determinano il valore quantitativo e qualitativo della produzione finale (HGCA, 2011). In Italia le malattie fogliari più frequenti sul frumento sia tenero che duro sono: septoriosi, ruggine gialla e bruna e oidio (AA.VV., 2011). Negli ultimi anni pratiche agronomiche scorrette insieme all'andamento climatico favorevole ai patogeni hanno aumentato, nel complesso, le segnalazioni dei danni causati. La septoriosi, pur essendo una malattia conosciuta da tempo, negli ultimi periodi ha causato perdite produttive pari a 15-20 q/ha, diventando la malattia che arreca i maggiori danni economici (Alberati, 2010; Bugiani, 2011). Questa malattia è causata da due distinti agenti fungini *Mycosphaerella graminicola*

(anamorfo *Septoria tritici*) e *Phaeosphaeria nodorum* (anamorfo *Stagonospora nodorum* sinonimo *Septoria nodorum*) che, inducendo danni molto simili, sono normalmente indicati come complesso della septoriosi (Bugiani, 2010). I sintomi sono caratterizzati dalla formazione di lesioni allungate sull'apparato fogliare sulle quali successivamente appaiono i picnidi, corpi fruttiferi del fungo, di forma rotondeggiante e colore nero, contenenti i conidi, che rappresentano gli elementi di propagazione dell'infezione. Le lesioni successivamente necrotizzano, portando al disseccamento della lamina fogliare (HGCA, 2011; Bugiani, 2011; Alvisi e Cristiani, 2008). Le forme di ruggini che interessano i cereali sono varie e causate da diversi agenti causali. Per brevità si citano quelle causate da *Puccinia striiformis* e *Puccinia triticina* che, in caso di gravi attacchi, diminuiscono drasticamente la capacità della pianta di effettuare la fotosintesi causando inoltre l'evaporazione di acqua attraverso le lacerazioni dei tessuti fogliari. Il precoce disseccamento della pianta che ne consegue determina drastiche riduzioni della produzione di granella. L'oidio, causato da *Blumeria graminis*, interessa tutte le parti aeree della pianta e, analogamente alle altre malattie, compare alla fine dell'inverno e progredisce con l'avanzare della stagione.

Considerando che gli studi sulle resistenze genetiche a queste malattie sono relativamente recenti, e che le varietà più diffuse sul mercato presentano un livello di suscettibilità molto variabile (Blandino et al., 2009) le buone pratiche agricole (ampie turnazioni colturali, idonea lavorazione del terreno, corretta concimazione) e la lotta chimica consentono di contenere le problematiche causate dalle malattie fungine. La lotta chimica si è basata per anni su triazoli e le strobilurine, a cui si sono affiancati recentemente gli inibitori della deidrogenasi o SDHI. A questo gruppo appartiene penthiopyrad, nuovo fungicida appartenente alla famiglia chimica delle carbossimidi che agisce bloccando la respirazione delle cellule fungine a livello mitocondriale (Martin et al., 2009). Cielex® è una nuova miscela contenente penthiopyrad e ciproconazolo già autorizzato in Italia per la difesa dei cereali autunno-vernini da ruggini, septoria, oidio, elmintosporiosi, rincosporiosi e ramularia. Unisce l'efficacia di penthiopyrad, già registrato su pomacee e orticole contro numerose avversità fungine, all'attività del ciproconazolo, triazolo ad ampio spettro di azione che inibisce la crescita del fungo bloccando la biosintesi dell'ergosterolo. Il prodotto formulato è una sospensione concentrata contenente 150 g/L di penthiopyrad e 60 g/L di ciproconazolo. Scopo del presente lavoro è stato quello di dimostrare l'efficacia di questa miscela preformulata nei confronti di Septoria, Ruggini ed Oidio, valutata in alcuni areali di coltivazione del frumento in Italia e nel Sud Europa.

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali sono state condotte dal 2008 al 2017 da Centri di Saggio accreditati dalle autorità nazionali per l'esecuzione di prove sperimentali in GEP (Good Experimental Practices), secondo linee-guida comuni: EPP0 PP 1/135(4), PP 1/152(4), PP 1/181(4) e PP 1/26 (4). Le prove erano finalizzate a definire l'efficacia e la selettività su cereali e condotte in Italia e Paesi del sud Europa ricadenti nella Mediterranean EPP0 climatic zone come riportato in tabella 1.

I protocolli prevedevano un solo intervento, eseguito in maniera preventiva, nella fase fenologica compresa tra inizio levata e secondo nodo. Per evitare interferenze, non sono stati applicati altri principi attivi ad attività fungicida durante l'intero ciclo colturale. La miscela preformulata di penthiopyrad+ciproconazolo è stata applicata alla dose di 1330 mL/ha di formulato commerciale, mentre i prodotti di confronto sono stati impiegati alla dose di etichetta, come riportato nella tabella 2.

Tabella 1. Quadro riassuntivo delle prove condotte contro le malattie dei cereali dal 2008.

Cod. Prova	Anno	Località-Nazione	Coltura	Varietà
ESG-08-058	2008	Zizur-Spagna	Frumento duro	Andelos
FRG-09-300	2009	Samatan-Francia	Frumento duro	Ingenio
FRB-10-360	2010	Roquefort-Francia	Frumento tenero	Ingenio
ITM-10-635	2010	Monteu a Po-Italia	Frumento tenero	Bologna
ITZ-10-635	2010	Bondeno- Italia	Frumento tenero	Serio
FRB-11-355	2011	Montiron-Francia	Frumento tenero	Saubelle
ESG-11-407	2011	Jerez de la frontera- Spagna	Frumento tenero	Don Rodrigo
FRJ-13-366	2013	Villemur sur Turn-Francia	Frumento tenero	Sallario
ESG-14-305	2014	Gauna-Spagna	Frumento duro	Craklin
ESG-14-306	2014	Arkaute-Spagna	Frumento tenero	Craklin
ESG-17-316	2017	Gauna-Spagna	Frumento duro	Camargo
ESG-17-317	2017	Gauna-Spagna	Frumento duro	Craklin

Tabella 2. Prodotti e relativi dosaggi impiegati nelle prove sperimentali

Sostanza attiva	Nome commerciale	Formulazione	Dose p.f. (mL/ha)	Dose s.a. (g/ha)
Penthiopyrad + ciproconazolo	Cielex	210 g/L SC	1330	280
Epossiconazolo	Opus	125 g/L SC	1000	125
Chlorotalonil	Bravo	720 g/L EC	1380	1000
Ciproconazolo	Centaur	200 g/L EC	400	80
Protioconazolo + tebuconazolo	Proline	250g/L EC	800	200
Trifloxystrobin + Ciproconazolo	Escolta	535 g/L SC	500	267
Azoxystrobin	Amistar	250 g/L SC	1000	250

Dato l'elevato numero di tesi da confrontare, non tutti i prodotti di riferimento sono stati applicati per ogni prova condotta. Per ogni singola prova sono stati usati gli standard commerciali più rappresentativi per l'areale o nazione scelta. Le applicazioni sono state eseguite impiegando una barra orizzontale munita di ugelli a cono, utilizzando un volume d'acqua di 300 L/ha, tale da garantire una ottimale bagnatura della coltura. Le prove sono state impostate secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni e dimensioni delle parcelle di almeno 20 metri quadrati. In ciascuna prova sono stati eseguiti almeno due rilievi di selettività e di efficacia, dopo la comparsa dei primi sintomi sul testimone. Il livello d'infezione è stato rilevato secondo il metodo EPPO PP 1/26 come percentuale di foglie sintomatiche (% incidenza) e superficie fogliare danneggiata (% severità) limitandosi alla foglia a bandiera di un numero congruo di piante per parcella (almeno cinquanta). I rilievi finali sono stati eseguiti tra 30 e 40 giorni dall'ultima applicazione. I dati raccolti sono stati poi sottoposti all'analisi della varianza e al test di Duncan applicato al livello di $p \leq 0,05$, separando le tesi che differivano significativamente. La percentuale di efficacia delle diverse tesi rispetto al testimone non trattato è stata calcolata secondo la formula di Abbott.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nelle tabelle 3, 4 e 5 sono riportati i risultati di 11 prove svolte dal 2008 al 2017, distinguendo i diversi patogeni riscontrati nelle prove. Per alcune di esse sono stati rilevati due malattie ed i corrispondenti rilievi sono riportati separatamente. I risultati ottenuti per i diversi trattamenti sono espressi come percentuale di controllo rispetto al testimone non trattato. Per quest'ultimo è riportata invece la percentuale di foglie colpite riscontrata in campo (% inc). Considerando che le malattie prese in analisi interessano abitualmente una ridotta superficie fogliare, i rilievi della gravità della malattia (% sev) sono stati omessi e riportati, come media tra le prove, solo nei grafici. Nelle tabelle, accanto ad ogni valore dell'efficacia del prodotto, è riportato il risultato del test statistico. I dati sono estratti da prove aventi fino a 18 tesi con conseguente numero di gradi di libertà. Ciò spiega la mancanza di contiguità che in alcuni casi si riscontra tra le lettere del test statistico poste al lato delle medie ottenute per i singoli trattamenti. Le figure 1, 2 e 3 riportano le medie dei risultati ottenuti in tutte le prove condotte sul singolo parassita.

Tabella 3. Efficacia nei confronti di septoria espressa come percentuale di riduzione (calcolata secondo Abbott) del numero di foglie a bandiera infette per i diversi trattamenti nel rilievo più significativo (circa T+30)

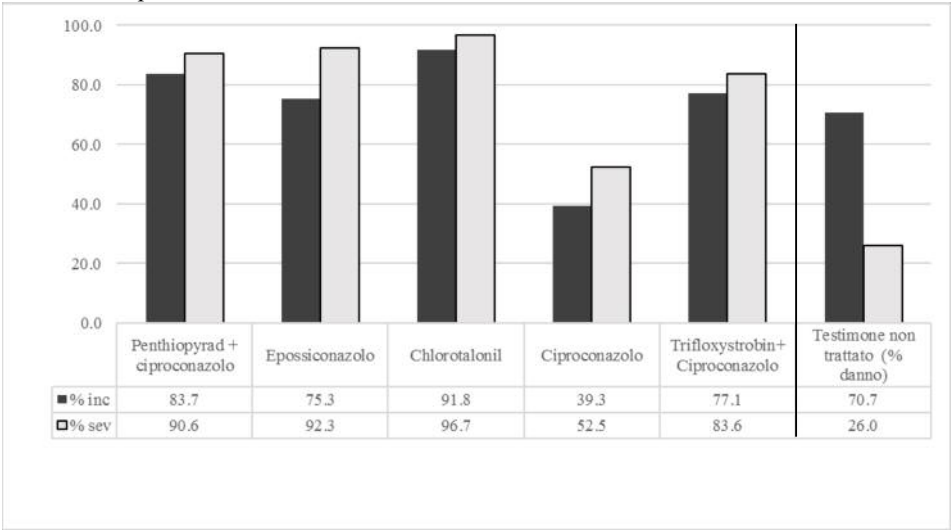
Sostanza attiva	FRB-11-355	FRG-09-300	FRJ-13-366	ESG-11-407	ITM-10-635	ITZ-10-635
Testimone non trattato (% foglie colpite)	57,0 a *	35,0 a	61,0 a	93,0 a	80,0 a	98,0 a
Penthiopyrad + ciproconazolo	89,5 b	94,3 b	65,6 bc	79,6 c	80,0 b	94,3 b
Epossiconazolo	75,4 b	100,0 b	65,6 bc	60,2 b	–	–
Chlorotalonil	–	88,7 b	95,0 d	–	–	–
Ciproconazolo	–	–	39,3 b	–	–	–
Trifloxystrobin+ Ciproconazolo	–	–	–	–	82,5 b	71,6 b

*Per ciascuna prova i valori affiancati dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test di Duncan per $p \leq 0,05$

La septoriosi ha determinato attacchi mediamente alti sulle prove prese in esame, raggiungendo il 98% delle foglie a bandiera colpite e interessando mediamente il 26% della superficie fogliare. Tutti i trattamenti eseguiti si sono distinti dal testimone trattato dimostrando comunque notevole variabilità nell'efficacia. Il prodotto meno performante, impiegato in una sola prova, è stato il ciproconazolo che ha ottenuto una efficacia del 39% mentre le altre sostanze attive o miscele impiegate hanno garantito una protezione superiore. In particolare, chlorotalonil ha mostrato la migliore efficacia contro Septoria mostrando differenze statisticamente significative con la miscela penthiopyrad + ciproconazolo in una sola prova. Nelle restanti prove contro septoria, questa nuova miscela ha dimostrato una buona e costante efficacia dimostrando un contenimento dei sintomi analogo o addirittura superiore a quelle osservata per epossiconazolo e trifloxystrobin + ciproconazolo. Le miscele preformulate aventi il ciproconazolo rispettivamente con una strobilurina ed un SDHI (il penthiopyrad presente in Cielex) hanno dimostrato un maggiore efficacia rispetto alla sostanza attiva applicata senza partner. Analoga situazione per la ruggine gialla, dove la miscela penthiopyrad + ciproconazolo ha dimostrato una migliore efficacia rispetto al solo ciproconazolo. Questo aspetto conferma che l'impiego di miscele contenenti fungicidi con

diverso meccanismo consenta un contenimento delle malattie più efficace. In particolare, in Cielex l'attività preventiva del penthiopyrad che limita la germinazione delle spore trova corretta sinergia tecnica nel ciproconazolo che azzerla la crescita del micelio fungino per le infezioni già avvenute.

Figura 1. Efficacia di penthiopyrad + ciproconazolo nei confronti di *S. tritici* su frumento. Percentuale di riduzione (Abbott) del numero di foglie a bandiera colpite (% inc) e gravità del danno (% sev) calcolate rispetto al testimone non trattato. Media dei valori per singolo trattamento riportati in tabella 3.



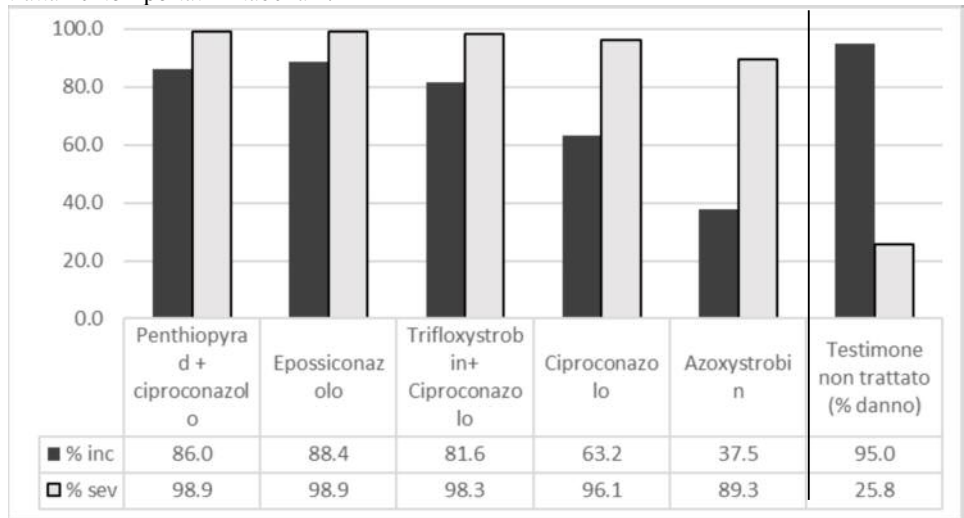
Nel controllo di *Puccinia* spp., nonostante elevati livelli di incidenza fogliare riscontrati nei testimoni, la nuova miscela ha dimostrato risultati analoghi o addirittura migliori rispetto agli standard utilizzati come epossiconazolo e la miscela trifloxystrobin + ciproconazolo. Decisamente contenuta ed insufficiente l'efficacia dimostrata da due prove in Spagna per azoxystrobin dove la percentuale di riduzione dell'incidenza non è andata oltre il 45%. Probabilmente la bassa efficacia trova giustificazione nell'applicazione precoce del prodotto fungicida, per il quale si raccomanda l'uso dopo la formazione del secondo nodo o eventualmente una seconda applicazione a stadio di botticella. Questo aspetto, unitamente alla ridotta efficacia del ciproconazolo precedentemente discussa, conferma l'elevata persistenza di azione del penthiopyrad (Troisi et al., 2012). Questo fungicida, dotato di elevata lipofilia, si lega alle cere della cuticola fogliare resistendo a fenomeni di dilavamento e ridistribuendosi, a partire da questa, nei tessuti fogliari più profondi dimostrando una locale sistemica.

Tabella 4 Efficacia nei confronti di ruggine gialla espressa come percentuale di riduzione (calcolata secondo Abbott) del numero di foglie a bandiera infette per i diversi trattamenti nel rilievo più significativo (circa T+30)

Sostanza attiva	FRB-11-355	FRB-10-360	ESG-14-305	ESG-14-306	ESG-08-058
Testimone non trattato (% foglie colpite)	85,0 a *	100,0 a	99,0 a	96,0 a	95,0 a
Penthiopyrad + ciproconazolo	100,0 b	85,0 b	71,2 de	79,2 e	94,7 c
Epossiconazolo	97,6 b	95,0 b	77,8 e	75,0 cde	97,4 c
Ciproconazolo	–	–	54,5 c	71,9 cde	–
Trifloxystrobin+ ciproconazolo	–	–	–	–	81,6 bc
Azoxystrobin	–	–	30,3 b	44,8 b	–

*Per ciascuna prova i valori affiancati dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test di Duncan per p≤0,05

Figura 2. Efficacia di penthiopyrad + ciproconazolo nei confronti di *Puccinia sp.* su frumento. Percentuale di riduzione (Abbott) del numero di foglie a bandiera colpite (% inc) e gravità del danno (% sev) calcolate rispetto al testimone non trattato. Media dei valori per singolo trattamento riportati in tabella 4.



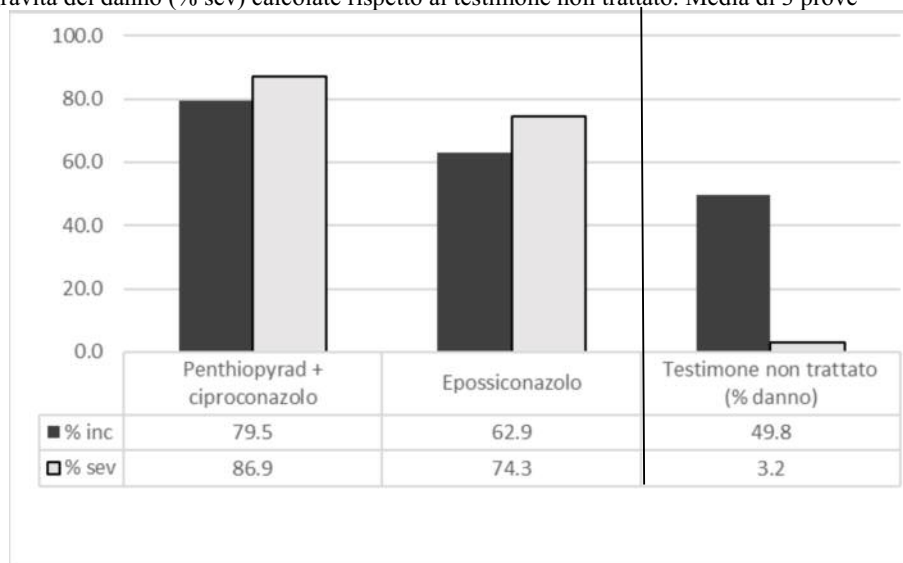
Decisamente inferiore è stato il numero di prove in cui si sono avuti attacchi significativi ed omogenei di oidio causato da *Erisiphe graminearum*. Nelle tre prove riportate i livelli di incidenza rilevata sulle foglie a bandiera del testimone non trattato sono compresi tra 18 e 67%. I risultati ottenuti dalla miscela penthiopyrad + ciproconazolo sono stati superiori all'efficacia di epossiconazolo, il solo standard disponibile per le prove riportate. Mediamente il livello di efficacia, sia per la percentuale di foglie a bandiera colpite che per la superficie fogliare interessata, è stata intorno al 80%. In tutte le prove condotte nei diversi areali del sud Europa su svariate varietà di frumento, non sono stati riportati sintomi di fitotossicità sulle colture a dimostrazione della elevata selettività della miscela saggiata.

Tabella 5 Efficacia nei confronti di oidio espressa come percentuale di riduzione (calcolata secondo Abbott) del numero di foglie a bandiera infette per i diversi trattamenti nel rilievo più significativo (circa T+30)

Sostanza attiva	ESG-08-058	ESG-17-317	ESG-17-316
Testimone non trattato (% foglie colpite)	17,5 a *	65,0 a	67,0 a
Penthiopyrad + ciproconazolo	85,7 c	85,0 bc	67,2 bc
Epossiconazolo	57,1 b	80,6 b	50,8 b

*Per ciascuna prova i valori affiancati dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test di Duncan per $p \leq 0,05$

Figura 3. Efficacia di penthiopyrad + ciproconazolo nei confronti di *Blumeria graminis* su frumento. Percentuale di riduzione (Abbott) del numero di foglie a bandiera colpite (% inc) e gravità del danno (% sev) calcolate rispetto al testimone non trattato. Media di 3 prove



CONCLUSIONI

L'efficacia di Cielex, la nuova miscela a base di penthiopyrad (150 g/L) e ciproconazolo (60 g/L) è stata valutata attraverso prove sperimentali condotte in diverse condizioni climatiche da centri di saggio accreditati in vari Paesi Europei. Tutte le prove realizzate hanno evidenziato che l'applicazione del nuovo formulato, in via preventiva a partire dalla fase fenologica di inizio levata, garantisce una efficace protezione contro le principali malattie del frumento come ruggini, septoria ed oidio sulle foglie a bandiera. L'efficacia dimostrata da questa miscela nel contenere i danni su questi tessuti consente migliori produzioni di granella. La presenza di due molecole con differente meccanismo di azione in un unico prodotto garantisce la sinergia di azione determinando una migliore gestione contro l'insorgenza di ceppi resistenti ai prodotti più comunemente utilizzati.

L'assenza di fitotossicità alla coltura nelle numerose prove condotte conferma, inoltre, l'assoluta affidabilità della miscela in un contesto, quello varietale, estremamente dinamico ed in continuo cambiamento.

LAVORI CITATI

- AA.VV., 2011. Grano, le malattie fungine che fanno più paura. *L'Informatore Agrario* 7, 5-8.
- Alberati D., 2010. Septoriosi, la convenienza e l'efficacia dei trattamenti. *Terra e Vita* 18, 15-19.
- Alvisi G., Cristiani C., 2008. Complesso della septoriosi malattia in espansione su grano. *L'Informatore Agrario* 11, 58-60.
- Blandino M., Reyneri A., Vanara F., 2009. "Lunga vita" alla foglia a bandiera per un grano tenero di qualità. *L'Informatore Agrario*, 16, 9-22.
- Bugiani R., 2010. Le malattie fogliari del grano e la loro gestione. *Terra e vita* 18, 10-14.
- Bugiani R., 2011. Il corretto posizionamento dell'intervento anti-septoria. *Terra e Vita* 14, 46-49.
- HGCA, 2011. The HGCA wheat disease management guide 2011. HGCA publication.
- Martin M., McInnes B., Geddens R., 2009. Controlling important diseases of fruits and vegetables with DPX-LEM17. Annual meeting of the *American Phytopathological Society (APS)* in Portland, OR.
- Troisi M., Gimmillaro M. P., Mangiapan S., Pirovano C., Pasquini S., 2012. Penthiopyrad (Fontelis), esperienze nel controllo di botrite e sclerotinia delle orticole. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 559-564.