

PROTHIOCONAZOLE: UNA NUOVA SOSTANZA ATTIVA PER IL CONTENIMENTO DELLE MALATTIE FUNGINE DEI CEREALI

G. ARCANGELI, C. BACCHIOCCHI, V. LAZZARI, S. LAZZATI, J. MEYER,
A. CANTONI

Bayer CropScience S.r.l., Viale Certosa 130, 20156 Milano
alberto.cantoni@bayercropscience.com

RIASSUNTO

Prothioconazole è una nuova molecola fungicida appartenente alla nuova classe chimica dei triazolintioni. E' un fungicida ad ampio spettro che possiede un'elevata attività biologica per il contenimento delle principali malattie fungine dei cereali. Agisce sulla biosintesi dell'ergosterolo, principale sterolo attivo nella formazione, stabilità e funzionamento della membrana cellulare dei funghi patogeni, bloccando l'enzima C-14 demetilasi. Prothioconazole mostra elevate proprietà sistemiche ed esplica attività preventiva e curativa associata ad una lunga durata d'azione. Trova impiego sia per applicazioni fogliari, che per la concia delle sementi. In questo lavoro ne vengono presentate le caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche oltre ad una sintesi dei risultati sperimentali su frumento, ottenuti utilizzandolo sia in applicazioni fogliari che nella concia delle sementi.

Parole chiave: prothioconazole, cereali, concia, malattie

SUMMARY

PROTHIOCONAZOLE: A NEW ACTIVE INGREDIENT TO CONTROL MAJOR FUNGAL DISEASES IN CEREALS

Prothioconazole is a new fungicide active ingredient belonging to the new chemical class of triazolinthiones. It is a broad spectrum fungicide which provides an outstanding control of major fungal diseases in cereals. It acts on ergosterol biosynthesis, main sterol active on formation, stability and functioning of fungal cell membrane. The C-14 demethylation appears to be the rate limiting step during sterol biosynthesis. Prothioconazole exhibits ideal systemic properties which provide protective, curative and long-lasting activity. It can be applied both as foliar sprays and seed treatment applications. This paper will provide the physical, chemical and toxicological properties as well as a summary of field test results carried on wheat, both as foliar sprays and seed treatment applications.

Keywords: prothioconazole, cereals, seed treatments, diseases

INTRODUZIONE

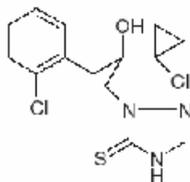
Prothioconazole (JAU 6476) è il primo fungicida rappresentante della nuova classe chimica dei triazolintioni (Mauler-Machnik *et al.*, 2002; Jautelat *et al.*, 2004), che nasce grazie ad un innovativo programma di evoluzione della chimica degli Azoli, nella quale Bayer CropScience vanta una lunga esperienza. E' dotato di ampio spettro d'azione e lunga durata d'efficacia. E' un fungicida sistemico con proprietà preventive e curative. La modalità d'azione biochimica è l'inibizione dell'enzima C-14 demetilasi che agisce sul lanosterolo o sul 24-metilene-diidrolanosterolo, entrambi precursori degli steroli (Suty-Heinze *et al.*, 2004). Sulla base di questo modo d'azione biochimico, il prodotto blocca in modo efficiente tutti gli stadi del processo infettivo, quali la formazione degli appressori, degli austori, la crescita del micelio, così come la formazione delle spore. Attacca la struttura delle membrane cellulari e blocca le ife in accrescimento, causando un'anormale crescita del fungo e dopo poco tempo il collasso della cellula. L'efficacia dell'applicazione non viene alterata da piogge che cadono

dopo 3-6 ore. E' un prodotto a largo spettro d'azione attivo nei confronti delle principali malattie fungine dei cereali appartenenti alle classi dei basidiomiceti, ascomiceti e deuteromiceti. Prove effettuate negli ultimi anni in tutta Europa, in laboratorio, in serra ed in pieno campo, su frumento ed orzo, hanno evidenziato un'eccellente efficacia nei confronti del complesso del mal del piede (*Microdochium nivale*, *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*), delle malattie della spiga (*Fusarium* spp.), di oidio (*Erysiphe graminis*), delle ruggini (*Puccinia* spp.), delle septoriosi (*Septoria* spp.), dei carboni (*Ustilago* spp.), delle carie (*Tilletia* spp.) e delle elmintosporiosi (*Pyrenophora teres*, *Helminthosporium sativum*) (Suty-Heinze *et al.*, 2004).

Nel presente lavoro si riportano oltre alle caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche del prodotto, i risultati di numerose prove in cui prothioconazole è stato utilizzato in applicazioni fogliari o per la concia del seme.

Proprietà chimico-fisiche

Nome comune ISO:	prothioconazole
Classe chimica:	Triazolintioni
Nome chimico IUPAC:	2-[2-(1-chlorocyclopropyl)-3-(2-chlorophenyl)-2-hydroxypropyl]-2,4 dihydro-3H-1,2,4-triazole-3-thione
Formula empirica:	C ₁₄ H ₁₅ Cl ₂ N ₃ OS
Formula di struttura:	



Peso molecolare:	344,27
Stato fisico:	Polvere cristallina bianco-beige
Solubilità (g 1000 ml a 20°C) in acqua	pH 9: 2 pH 8: 0,3 pH 4: 0,005
Pressione di vapore a 20°C:	<< 4 x 10 ⁻⁷ Pa
Coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua:	log Pow 4,05 log a 20°C

Tossicologia

Tossicità acuta		
Orale	ratto	>6200 mg/kg
Dermale	ratto	>2000 mg/kg
Inalatoria	ratto	>4990 mg/m ³ aria
Irritazione oculare	coniglio	Non irritante
Irritazione dermale	coniglio	Non irritante
Sensibilizzazione dermale	porcellino d'India	Non sensibilizzante
Mutagenesi		Non mutageno
Cancerogenesi		Non cancerogeno
Tossicità dello sviluppo		Non teratogeno, non tossico per la riproduzione

Ecotossicologia

Trota arcobaleno	Acuta, CL ₅₀ 96 ore 1,83 mg/l
Pesce persico	Acuta CL ₅₀ 96 ore 4,59 mg/l
Carpa comune	Acuta, CL ₅₀ 96 ore 6,91 mg/l
<i>Daphnia magna</i>	Acuta, EC ₅₀ 1,30 mg/l
Quaglia	Acuta orale, DL ₅₀ >2000 mg
Lombrichi	Acuta, 14 giorni, CL ₅₀ >1000 mg/kg peso secco terra

Pronubi

<i>Apis mellifera</i>	Non pericoloso
-----------------------	----------------

Destino ambientale

Suolo	Nel suolo è velocemente degradato e presenta un bassissimo potenziale di percolazione.
Acqua	Poco persistente in acqua. Nessuno dei metaboliti è stato trovato nel mezzo acquoso
Aria	Sulla base dei valori di pressione di vapore e della Costante di Henry si può concludere che non è attesa alcuna significativa volatilizzazione della sostanza attiva. Non è atteso accumulo nell'aria.

Con prothioconazole è stata sviluppata la formulazione per i trattamenti fogliari, contenente 250 g/l di sostanza attiva (Proline® 250 EC), e la formulazione per i trattamenti di concia delle sementi, contenente 100 g/l di sostanza attiva (Redigo® 100 FS).

MATERIALI E METODI

Le sperimentazioni, realizzate dal 1999 al 2005, sono state condotte nel rispetto dei principi della G.E.P. (Good Efficacy Practice), seguendo le indicazioni riportate nelle linee guida E.P.P.O. generali e specifiche se disponibili. Le parcelle sono state distribuite secondo uno schema a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni. I dati delle singole prove sono stati sottoposti ad analisi statistica (analisi della varianza e Test di Duncan con P= 0,05).

Come conciante, prothioconazole è stato applicato alla dose di 10 g di s.a. /100 kg di seme. Nelle applicazioni fogliari è stato impiegato in due epoche d'intervento, ad inizio levata (1-2 nodi, corrispondente ai codici BBCH 31-32) o alla spigatura (fine spigatura – inizio fioritura, corrispondente ai codici BBCH 59-61) alla dose di 200 g s.a. /ha. In questo lavoro vengono presentati i risultati relativi alle percentuali di emergenza della coltura, all'intensità d'attacco dei patogeni su foglie e/o spighe (severità %) e alla resa in granella.

RISULTATI

Di seguito vengono riportati i risultati delle sperimentazioni effettuate utilizzando prothioconazole con singole applicazioni fogliari allo stadio di levata o spigatura (tabelle 1, 2 e 3) o ad inizio fioritura (tabella 4), per il contenimento delle principali malattie del frumento.

Tabella 1 – Frumento: efficacia di un'applicazione ad inizio levata (BBCH 31-32) su *Septoria nodorum*, *Erysiphe graminis* e *Puccinia recondita* (media di diverse prove 2003-2004)

Prodotto	Dose g s.a./ha	<i>S. nodorum</i> 3 prove	<i>E. graminis</i> 4 prove	<i>P. recondita</i> 2 prove
Testimone	-	(17)	(16)	(31)
Prothioconazole	200	69	74	41
Tebuconazole	215	61	71	26
metodo di controllo		(Severità d'attacco %)		
efficacia secondo		% Abbott		

Tabella 2 – Frumento: efficacia di un'applicazione in spigatura (BBCH 59) su *Septoria nodorum*, *Erysiphe graminis* e *Puccinia recondita* (media di diverse prove 2003-2004)

Prodotto	Dose g s.a./ha	<i>S. nodorum</i> 2 prove	<i>E. graminis</i> 2 prove	<i>P. recondita</i> 4 prove
Testimone	-	(18,0)	(16,0)	(41,0)
Prothioconazole	200	66,5	73,0	86,3
Tebuconazole	215	64,5	73,0	91,8
metodo di controllo		(Severità d'attacco %)		
efficacia secondo		% Abbott		

Tabella 3 – Produzione: effetti sulla resa in granello

Prodotto	Dose g s.a./ha	Applicazione in levata 4 prove	Applicazione in spigatura 2 prove
Testimone	-	(4,8) =100	(6,3) =100
Prothioconazole	200	112	110
Tebuconazole	215	107	106
metodo di controllo		(t/ha)	
efficacia secondo		% relativa rispetto al testimone	

Tabella 4 - Frumento tenero (var Serio): efficacia di un'applicazione in fioritura (BBCH 65) su *Fusarium culmorum* e *Fusarium graminearum* inoculato artificialmente. Effetti su *Puccinia recondita* e produzione. Bologna, 2005

Prodotto	Dose g s.a./ha	<i>F. culmorum</i> e <i>F. graminearum</i>	<i>P. recondita</i>	Produzione
Testimone	-	(66,0) c*	(91,0) c*	(6,9) =100
Prothioconazole	200	69,5 a	75,0 b	131,2
Tebuconazole	215	46,5 b	91,0 a	126,6
metodo di controllo		(Severità d'attacco %)	(Severità d'attacco %)	(t/ha)
efficacia secondo		% Abbott	% Abbott	% relativa

* Le medie della stessa colonna contrassegnate da lettere diverse differiscono significativamente per $P \leq 0,05$

Risultati interessanti sono stati ottenuti anche applicando prothioconazole su sementi infette da *Fusarium graminearum*, *Fusarium avenaceum* e *Microdochium nivale*. La sostanza attiva è stata in grado di incrementare il numero di piante emerse e la produzione (tabella 5) così come di contenere i tipici imbrunimenti alla base del culmo dovuti a questi patogeni (tabella 6).

Tabella 5 – Frumento: efficacia di prothioconazole applicato al seme. N° piante emerse su 1 metro di fila e produzione (media di diverse prove 1999-2005)

Prodotto	Dose g s.a./100 kg	Piante emerse 25 prove	Produzione 23 prove
Testimone	-	(24,1) =100	(3,7) =100
Prothioconazole	10	232,9	132,0
Tebuconazole + TMTD	3 + 100	235,9	132,6
metodo di controllo		(N. piante emerse/1 m di fila)	(t/ha)
efficacia secondo		% relativa rispetto al testimone	

Tabella 6 – Frumento - efficacia di prothioconazole applicato al seme (*Fusarium* spp.) % efficacia sugli imbrunimenti basali del culmo (media di diverse prove 1999-2005)

Prodotto	Dose g s.a./100 kg	Imbrunimenti alla base del culmo 17 prove
Testimone	-	(42,6)
Prothioconazole	10	69,7
Tebuconazole + TMTD	3 + 100	53,8
metodo di controllo		(Severità d'attacco %)
efficacia secondo		% Abbott

Prove effettuate su orzo in altri paesi europei hanno evidenziato che prothioconazole, applicato su seme a dosi da 5 a 10 g s.a./100 kg di seme è in grado di controllare efficacemente infezioni di *Ustilago nuda* f.sp. *hordei* e *Pyrenophora graminea* (Suty-Heinze *et al.*, 2004)

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nelle numerose sperimentazioni condotte dal 1999 al 2005, prothioconazole, impiegato in applicazioni su vegetazione alla dose di 200 g s.a./ha, ha sempre garantito una efficace difesa dell'apparato fogliare e della spiga da inizio levata a fioritura, dimostrando un'ottima efficacia su *Fusarium* spp., *Septoria nodorum*, *Erysiphe graminis* e *Puccinia recondita*. La persistenza del prodotto nella pianta, garantita dalla sistemicità, assicura una buona copertura della vegetazione qualora non si possa intervenire tempestivamente.

Per quanto riguarda i dati di produzione, prothioconazole ha fornito incrementi percentuali sempre superiori sia al testimone che allo standard riferimento.

Anche dalle sperimentazioni svolte con la formulazione di prothioconazole per la concia, alla dose di 10 g s.a./100 kg di seme, si è potuto apprezzare un incremento del numero di piante emerse ed una significativa diminuzione dell'incidenza di malattie ascrivibili al complesso del mal del piede. L'efficace contenimento di tutti i principali patogeni fungini, ha permesso alle piante di svilupparsi in buono stato, garantendo incrementi produttivi in linea con quelli dello standard di riferimento. I risultati ottenuti in Italia sono analoghi a quelli riscontrati nelle sperimentazioni condotte nel resto d'Europa sia su frumento che su orzo.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Ricercatori del C.R.A. – I.S.P.A.V.E. Sez. Epidemiologica e Resistenza alle Malattie di Roma, che hanno effettuato la classificazione dei patogeni presenti sulle sementi utilizzate nelle sperimentazioni sopra riportate.

LAVORI CITATI

- Dutzmann S., Suty-Heinze A., 2004. Prothioconazole: a broad spectrum demethylation - inhibitor (DMI) for arable crops. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 57, 249-264
- Jautelat M., Elbe H.-L., Benet-Buchholz J. And Etzel W., 2004. Chemistry of Prothioconazole (JAU 6476). *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 57, 145-162
- Mauler-Machnik A., Rosslensbroich H.-J., Dutzmann S., Applegate J., Jautelat M., 2002. JAU 6476 – a new dimension DMI fungicide. *Proceedings of the BCPC Conference – Pests and Diseases*, 389-394.
- Suty-Heinze A., Häuser-Hahn I., Kemper K., 2004. Prothioconazole and Fluoxastrobin: two new molecules for the use as seed treatment in cereals. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 57, 451-472.