

CONTRIBUTO DI CELEST IN CONCIA ALLA GESTIONE DELLA PROBLEMATICA MICOTOSSINE NEL FRUMENTO

C. CAMPAGNA, L. FUSARINI

Syngenta Crop Protection SpA - Via Gallarate, 139, Milano

claudio.campagna@syngenta.com

RIASSUNTO

Viene riportata la sperimentazione effettuata in Italia ed in Francia per chiarire e pesare in condizioni di campo sia la crescita sistemica di *Fusarium* spp. e la conseguente contaminazione delle cariossidi con la micotossina Deossinivalenolo (DON), sia il contributo fornito da fludioxonil in concia sementi nella riduzione della contaminazione delle cariossidi stesse alla raccolta. Sono riportati i risultati di ventiquattro prove di campo eseguite specificatamente su questa problematica che hanno fornito risultati molto interessanti. Oltre a riconfermare ulteriormente la basilare importanza delle pratiche agronomiche già identificate è stato dimostrato che anche in campo *Fusarium* spp. produce DON all'interno della pianta e una parte di questo si trasferisce nella granella. Fludioxonil riduce significativamente anche in campo sia lo sviluppo di *Fusarium* spp. che la contaminazione di DON della granella, rappresentando pertanto uno strumento addizionale per la gestione della problematica DON in campo.

Parole chiave: Celest, fludioxonil, micotossine, deossinivalenolo

SUMMARY

CONTRIBUTION OF CELEST IN SEED TREATMENT TO MANAGEMENT OF MYCOTOXINS IN WHEAT

It is reported the field activities carried out in Italy and France to clarify and scale in field conditions either *Fusarium* spp. systemic growth and the resulting contamination of kernels with the mycotoxin deoxynivalenol (DON), or the contribution of fludioxonil seed treatment application in the reduction of kernels contamination. The results of 24 field trials carried out specifically on this issue which have provided results extremely interesting are reported. In addition, the importance of agricultural practices already identified was reconfirmed and it has been demonstrated that even in field *Fusarium* spp. produces DON within the plant and a part of its move to the kernels. Fludioxonil significantly reduces also in field conditions both the development of *Fusarium* spp. that DON contamination of kernels, representing an additional tools to manage the DON issue in the field.

Keywords: Celest, fludioxonil, mycotoxin, deoxynivalenol

INTRODUZIONE

La filiera cerealicola è uno dei settori in cui Syngenta è maggiormente impegnata. Il nostro obiettivo primario è lo sviluppo di un percorso produttivo complessivo per la coltura del grano che sia soddisfacente sia per i produttori che per i consumatori. Ciò significa analizzare e studiare nel dettaglio, ogni singolo elemento critico nel processo produttivo di campo e nel successivo percorso di filiera. A questo riguardo abbiamo da tempo posto particolare attenzione ad una delle maggiori problematiche per l'intera filiera dei cereali: le micotossine. Queste causano gravi problemi igienico-sanitari in quanto sono sostanze chimiche prodotte da funghi micotossigeni (in particolar modo da specie appartenenti al genere *Fusarium*) che sono

in estrema sintesi altamente tossiche e/o cancerogene per uomo e animali. Coerentemente con la *mission* aziendale, anche in Italia, Syngenta ha collaborato con diversi componenti della filiera e della ricerca per determinare la problematica ed individuare le misure correttive adeguate. Senza entrare nel merito, i risultati ottenuti identificavano chiaramente il Deossivalenolo (DON), detto anche vomitossina, che nei mammiferi può causare effetti neurotossici e immunotossici ed è responsabile di sindromi emetiche e anoressiche negli allevamenti zootecnici (Rotter *et al.*, 1996) e viene prodotto fondamentalmente da *Fusarium graminearum* e *F. culmorum*, come la principale micotossina del frumento. Sono stati individuati tutti i principali fattori che ne influenzano lo sviluppo sia in campo (Campagna *et al.*, 2005) che nei successivi passaggi di filiera (Visconti *et al.*, 2004). I risultati prodotti, confermati da tutti i lavori successivi (Delogu *et al.*, 2005, Haidukowski *et al.*, 2005, Pancaldi *et al.*, 2005), oltre a individuare percorsi produttivi a basso rischio, hanno anticipato ed influenzato anche la legislazione in materia sia Italiana che Europea. Al termine di questo primo progetto è stata attivata una seconda iniziativa su scala Europea per chiarire l'interazione fungo/pianta. L'obiettivo principale del progetto «Concia e Fusarium-tossine», di cui in questo lavoro vengono presentati i principali risultati di campo, è di chiarire l'eventuale sistemica del fungo, cioè valutare lo sviluppo di *Fusarium*-tossine nel frumento a partire dal seme e l'utilizzo di fludioxonil, sostanza attiva contenuta nel conciante per seme Celest[®], come possibile strumento di gestione. Prove effettuate dai principali laboratori di ricerca Europei fra cui uno dei centri di eccellenza è ISPA BARI, hanno confermato che, in ambiente controllato, *F. graminearum* si sviluppa dal seme all'interno della pianta e invade i nuovi tessuti seguendone l'accrescimento. La micotossina DON viene prodotta in quantità elevate all'interno del culmo, ed una parte di questa contamina successivamente, per via sistemica, la granella. In ambiente controllato fludioxonil utilizzato come conciante riduce o azzerava lo sviluppo del fungo che il contenuto di DON nella granella (Moretti, 2006; Poels *et al.*, 2006). Nel presente lavoro si riporta la sperimentazione di campo effettuata in Italia e in Francia che aveva lo scopo sia di chiarire se quanto verificato in ambiente controllato fosse valido anche in campo, che di pesare il contributo di fludioxonil in concia sementi nella riduzione del livello di DON nelle cariossidi alla raccolta.

MATERIALI E METODI

In Francia, dal 2005 al 2007, sono state realizzate tredici prove sperimentali. In ogni prova erano presenti quattro diverse situazioni di rischio derivate dall'incrocio di diverse colture in precessione e diverse pratiche agronomiche (Campagna *et al.*, 2005). Una tesi non concia era posta a confronto con una tesi concia con Celest nelle quattro diverse situazioni agronomiche contigue (8 tesi a confronto). Le parcelle avevano dimensioni fra i 1000 ed i 2000 m² ed erano ripetute due volte a seconda delle prove. Il numero di ripetizioni era basso perché l'ampiezza delle parcelle, dovuta al fatto che era necessario differenziare sia le colture precedenti che le lavorazioni, avrebbe reso le prove ingestibili in termini di dimensione e affidabilità dei risultati prodotti. Tutte le parcelle a confronto hanno subito la stessa difesa crittogamica fogliare, basata sull'impiego ad inizio fioritura di prodotti a base di tebuconazolo, fungicida attivo per il *Fusarium*. La determinazione principale effettuata è stata la quantificazione del contenuto di DON nella granella alla raccolta. Per cercare di ridurre la variabilità, si sono prelevati in maniera randomizzata quattro campioni per parcella in modo da ottenere otto dati per tesi. In Italia abbiamo condotto tre tipi di prove: prove su parcelle piccole (10-15 mq) a quattro ripetizioni, in cui una tesi concia era a confronto con una tesi non concia, ovviamente con lo stesso calendario di difesa fogliare, prove su parcelloni ampi simili alle prove Francesi e prove su parcelle piccole in cui le tesi a confronto erano

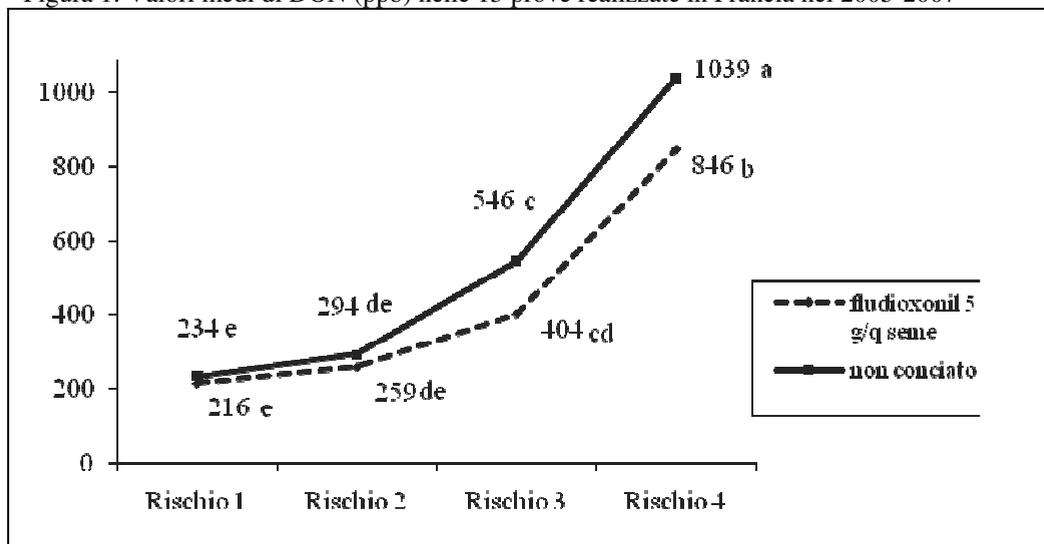
raddoppiate in quanto vi era anche la variante inoculo artificiale del seme con *F. graminearum* ITEM 126 fornito da ISPA Bari. In queste ultime prove sono state effettuate anche le analisi micologiche e strumentali (real time PCR) per monitorare lo sviluppo del fungo. Tutte le analisi per la determinazione del DON sono state effettuate con il metodo ufficiale (Pascale *et al.*, 2002). Nel presente lavoro si presentano solo una parte dei dati sia per ragioni di spazio, sia perché al momento della scadenza di sottomissione alcune analisi ed elaborazioni (ad esempio le analisi micologiche e le analisi chimiche sulle piante) erano ancora in fase di finalizzazione. Per quanto riguarda la discussione statistica, i risultati ottenuti delle singole prove sono stati sottoposti ad analisi della varianza e confrontati con il test di Duncan (test di Duncan con $P=0,05$) utilizzando il software Syngenta GDB. L'analisi pluriennale è stata fatta trasformando i dati in logaritmo e analizzandoli statisticamente mediante analisi della varianza e differenziati tramite il test LSD ($P=0,05$). Nel caso di prove fattoriali è stato chiaramente utilizzato uno schema fattoriale (es. lavorazione, difesa fogliare, concia).

RISULTATI

Prove Francesi

In forma sintetica è possibile affermare che le 13 prove effettuate dal 2005 al 2007 (figura 1) hanno riconfermato la basilare importanza delle pratiche agronomiche come principale strumento per la riduzione del contenuto di DON nella granella. Oltre a ciò, la concia con fludioxonil ha permesso di ridurre il quantitativo finale di DON nella granella di un valore compreso fra il 10% ed il 20% in confronto con un non conciato nella stessa situazione di rischio. In presenza di un più basso livello di rischio (1 e 2) e quindi di un minore quantitativo di inoculo nel terreno, le differenze fra trattato in concia e non trattato si riducono. Viceversa la barriera opposta da fludioxonil alla penetrazione e allo sviluppo di *Fusarium* spp. assume un ben altro rilievo nelle situazioni di rischio 3 e 4 caratterizzate al contrario da un elevato potenziale di inoculo nel terreno.

Figura 1. Valori medi di DON (ppb) nelle 13 prove realizzate in Francia nel 2005-2007



Prove Italiane

In tabella 1 sono riportati i risultati delle analisi di 7 prove parcellari di confronto fra la tesi concia con fludioxonil e la non concia in cui si evince che i valori di DON sono generalmente inferiori nella granella della tesi concia, con l'analisi statistica che differenzia i valori medi delle sette prove.

In tabella 2 sono riportati sinteticamente i risultati della prova del 2009 in due situazioni di rischio agronomico e con due varietà (una di frumento duro ed una di frumento tenero). Tutti i fattori indagati, lavorazione varietà e concia hanno influenzato, con il conforto della significatività statistica, sia il livello di contaminazione da DON della granella che la quantità stessa di granella prodotta.

In tabella 3 sono riportati i valori di contaminazione da DON di una prova in cui è stato valutato sia il fattore trattamento fogliare in fioritura che concia su terreno lavorato. Il trattamento in fioritura, come previsto, ha ridotto significativamente il livello di contaminazione, la concia ha portato ad una riduzione del DON, seppure non statisticamente significativa, del 16%.

In tabella 4 si riportano i risultati della prova di Torino in cui parte delle sementi sono state artificialmente inoculate con il patogeno. Si evidenzia chiaramente in maniera statisticamente significativa il peso del fattore trattamento e del fattore varietà, ma anche il fattore concia manifesta una certa importanza. Su questa prova ulteriori considerazioni potranno essere fatte quando le analisi attualmente in corso saranno terminate.

Tabella 1. Valori finali di DON (ppb) rilevati sulla granella alla raccolta. Le prove sono state condotte in località Bologna, Voghera e Cuneo nel 2008, e Torino, Ferrara e Cuneo nel 2009

Tesi	anno/prova							
	2008/1	2008/2	2008/3	2009/1	2009/2	2009/3	2009/4	Media
Non trattato	810	565	285	1240	850	3300	1700	1250 a
Fludioxonil 5 g/q seme	800	320	175	1170	650	3050	1450	1088 b

Tabella 2. Bizzuno (RA), risultati della prova con diversi percorsi agronomici

Lavorazione Terreno	Varietà	Concia seme dose g/q seme	Granella t/ha	DON (ppb)
Sodo	Bologna	Nessuna	7,7	1500
		fludioxonil 5	8,6	1000
	Claudio	Nessuna	5,5	3700
		fludioxonil 5	6,6	3300
Lavorato	Bologna	Nessuna	8,5	500
		fludioxonil 5	8,9	400
	Claudio	Nessuna	8,4	700
		fludioxonil 5	8,2	600
Medie fattore concia		Nessuna	7,5 a	1600 a
		fludioxonil 5	8,1 b	1300 b
Medie fattore Varietà		Bologna	8,4 a	900 a
		Claudio	7,2 b	2100 b
Medie fattore lavorazione		Sodo	7,1 a	2400 a
		Lavorato	8,5 b	600 b

Applicazione fogliare di ciproconazolo+procloraz 55+430 g/ha in tutte le tesi ad inizio fioritura

Tabella 3. S. Giovanni in Persiceto (BO) - cv Levante semina su terreno lavorato

Trattamento fogliare di fine accestimento sostanza attiva e dose	Trattamento fogliare di inizio fioritura sostanza attiva e dose	Concia seme dose g/q seme	DON (ppb)
-	-	nessuna	400
-	-	fludioxonil 5	400
procloraz+propiconazolo 600+135 g/ha	-	nessuna	500
	-	fludioxonil 5	400
	azoxystrobin+tebuconazolo 125+250 g/ha	nessuna	250
		fludioxonil 5	200
	protioconazolo 250 g/ha	nessuna	100
		fludioxonil 5	50
Media fattore concia		nessuna	310
		fludioxonil 5	260
Media fattore trattamento in fioritura		nessuno	430 a
		trattato	150 b

Tabella 4. Risultati della prova di Torino su terreno lavorato

Fludioxonil 5 g/q seme in concia	Varietà	Inoculo	Trattamento fogliare	DON (ppb)
No	Bologna	No	No	90
No	Bologna	No	Si	60
No	Bologna	Si	No	340
No	Bologna	Si	Si	80
Si	Bologna	No	No	170
Si	Bologna	No	Si	60
Si	Bologna	Si	No	210
Si	Bologna	Si	Si	50
No	Duilio	No	No	2770
No	Duilio	No	Si	1310
No	Duilio	Si	No	3100
No	Duilio	Si	Si	1490
Si	Duilio	No	No	2880
Si	Duilio	No	Si	1220
Si	Duilio	Si	No	2450
Si	Duilio	Si	Si	1230
Fattore varietà	Bologna			130
	Duilio			2060
Fattore trattamento fogliare	ciproconazolo+procloraz 55+430 g/ha			690
	non trattato			1510
Fattore Inoculo	inoculato			1120
	non inoculato			1070
Fattore concia	fludioxonil			1030
	non conciato			1160

CONCLUSIONI

Gli studi effettuati dimostrano che fludioxonil in concia seme riduce anche in campo la contaminazione di DON della granella e può pertanto sicuramente rappresentare un ulteriore strumento per la gestione della problematica DON. L'attività svolta, inoltre, ha confermato

ulteriormente l'importanza dei fattori in precedenza individuati (rotazione colturale, tipo di lavorazione, varietà e trattamento fogliare in fioritura), e il fatto che l'utilizzo di fludioxonil in concia si integri perfettamente con questi in un percorso colturale di qualità, che non comprende solo gli aspetti igienico sanitari, ma anche quelli produttivi. La concia con fludioxonil assume un aspetto particolarmente importante su frumento duro e dove si faccia semina su sodo dopo grano o un altro cereale. Infine, per quanto riguarda gli aspetti igienico sanitari, è importante ricordare che non esiste un singolo strumento che da solo permetta di gestire la contaminazione di DON della granella, ma che solo integrando ed utilizzando al meglio tutti diversi strumenti a disposizione si raggiunge un risultato ottimale. Riteniamo altrettanto fondamentale il lavoro interdisciplinare e coordinato di ricerca fra le diverse entità coinvolte, poiché la finalità comune resta l'identificazione degli elementi per fornire adatti percorsi colturali alla filiera nazionale e un prodotto migliore al consumatore.

Ringraziamenti

Si ringraziano Fabio Pelliconi e Claudio Cristiani per la collaborazione nella conduzione delle prove di Bizzuno e S. Giovanni in Persicelo.

LAVORI CITATI

- Campagna C., Haidukowski M., Pancaldi D., Pascale M., Ravaglia S., Silvestri M., Visconti A., 2005. Fonti di rischio e gestione delle micotossine nel frumento. *Informatore Agrario*, 1, 39-47.
- Delogu G., Terzi V., Rossi V., Cigolini M., Scudellari D., 2005. Micotossine nei cereali, pronto un nuovo metodo per ridurre i rischi. *Agricoltura*, luglio/agosto, 121-123.
- Haidukowski M., Pascale M., Perrone G., Pancaldi D., Campagna C., Visconti A., 2005. Effect of fungicides on Fusarium head blight, yield and deoxynivalenol accumulation in wheat inoculated under field conditions with *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 191-198.
- Moretti A., 2008. La difesa dalla fusariosi può partire dal seme. *Informatore Agrario*, 34, 47-49.
- Pancaldi D., Campagna C., Haidukowski M., Pascale M., Perrone G., Visconti A., 2005. Efficacia di fungicidi sulla "fusariosi della spiga" ed effetto sul contenuto di deossinivalenolo nel frumento. *Informatore Fitopatologico*, 1, 57-62.
- Pascale M., Bottalico A., Pancaldi D., Perrone G., Visconti A., 2002. Occurrence of deoxynivalenol in cereals from experimental fields in various Italian regions. *Petria*, 12 123-129.
- Poels P., Sztor E., Cannaert F., 2006. Fusariose, elle peut migrer de la semence à l'épi *Phytoma-La defense des vegetaux*, 593, 9-12.
- Rotter B.A., Prelusky D.B., Pestka J.J., 1996. Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin). *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 48, 1-34.
- Visconti A., Haidukowski M., Pascale M., Silvestri M., 2004. Reduction of deoxynivalenol during durum wheat processing and spaghetti cooking. *Toxicology Letters*, 153, 181-189.