

EFFETTO DELL'EPOCA DI APPLICAZIONE DELLA MISCELA BIXAFEN + PROTIOCONAZOLO PER IL CONTROLLO DELLE MALATTIE FOGLIARI SU FRUMENTO TENERO E DURO

M. BLANDINO¹, M. CAVANNA², P. OFFREDI², A. REYNERI¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari dell'Università di Torino
Largo Braccini, 2, 10095 Grugliasco

² Bayer CropScience s.r.l. - Viale Certosa, 130, 20158 Milano
amedeo.reyneri@unito.it

RIASSUNTO

Il complesso della septoriosi è una delle più rilevanti malattie del frumento in Europa. La sua rilevanza dipende da diversi fattori tra cui le condizioni climatiche, le varietà e le pratiche colturali. La frequenza con cui questa malattia si manifesta e il suo impatto sulla produzione e sulla qualità della granella richiedono un continuo aggiornamento dei fungicidi e la valutazione del migliore momento di applicazione. Nel 2016-17, in 2 ambienti sono state confrontate 2 miscele fungicide (bixafen + protioconazolo; epossiconazolo + pyraclostobin) per la difesa della foglia applicate in 2 momenti (inizio levata, fine levata) a cui è seguita la difesa della spiga rispettivamente con protioconazolo + tebuconazolo e con epossiconazolo + metconazolo. Tali tesi sono state confrontate con un testimone non trattato e con la sola difesa della spiga. Rispetto al testimone la sola difesa della spiga ha incrementato la produzione dell'8% in media, mentre il doppio trattamento con le due miscele hanno nell'ordine incrementato le rese del 18 e del 15%. Il trattamento anticipato all'inizio della levata ha dimostrato un maggior controllo della septoriosi e un effetto positivo sulla produzione.

Parole chiave: septoriosi, bixafen, protioconazolo, produzione, NDVI

SUMMARY

EFFECT OF APPLICATION TIME OF BIXAFEN + PROTHIOCONAZOLE ON THE FOLIAR DISEASES OF DURUM AND COMMON WHEAT

Septoria/Stagonospora nodorum Blotch (SNB) is one of the notable diseases of wheat grown throughout Europe. Its relevance depends on multiple factors, including mainly climatic conditions, varieties and agronomic factors. The frequent occurrence of this disease and the impact on yield and grain quality both on common and durum wheat stresses the opportunity to verify the timing of fungicide application during stem elongation. Field experiments were conducted on two sites of Northern Italy in 2016-2017 comparing 6 treatments (untreated control, single application at anthesis, double application at the beginning of stem elongation and anthesis, double application at the end of stem elongation and anthesis). The last two treatments were replicated comparing bixafen + prothioconazole or epoxyconazole + pyraclostobin followed respectively by the application of prothioconazole + tebuconazole or epoxyconazole + metconazole. Compared to the untreated check, the single application increased yield by 8%, while bixafen + prothioconazole and epoxyconazole + pyraclostobin increased yield respectively by 18 and 15%. The foliar application at the beginning of stem elongation improved the control of SNB and the yield.

Keywords: SNB, bixafen, prothioconazole, yield, NDVI

INTRODUZIONE

Numerosi sono i funghi patogeni che, attaccando vari organi del frumento tenero e duro (apparato radicale, culmi, foglie, spighe, cariossidi) e che possono compromettere la produzione, la qualità tecnologica e gli aspetti igienico-sanitari.

Tra le malattie fogliari, negli areali del Centro-Nord Italia, la più diffusa è dovuta al complesso della septoriosi (o seccume fogliare) causata da *Zymoseptoria tritici* e *Parastagonospora nodorum*, mentre in talune condizioni si ripresentano aggressive anche la ruggine gialla (*Puccinia striiformis*) e la ruggine bruna (*P. tritricina*), mentre si segnala più occasionale, ma in espansione, anche la ruggine nera (*P. graminis*). Queste malattie attaccano le foglie, sia le lamine sia le guaine fogliari, compromettendo in definitiva l'attività fotosintetica e la capacità di accumulo delle riserve nella cariosside. Nei casi più gravi sono pregiudicate anche la vitalità della pianta e la fertilità dell'infiorescenza, riducendo in misura significativa la produzione di grannella.

In Italia il complesso della septoriosi rappresenta spesso la “problematica chiave” della difesa del frumento, per l'effetto in primo luogo sulla produttività e quindi sulla qualità (Alvisi et al., 2014a; 2014b). Più in generale negli areali granicoli della UE, la diffusione è tale che si considera che il circa il 70% dei fungicidi distribuiti sul frumento sia da attribuirsi primariamente all'esigenza del controllo in campo della septoriosi (AHDB, 2016). Le analisi epidemiologiche evidenziano che a causa della interazione complessa tra l'evoluzione delle razze biologiche a livello di popolazioni dei funghi, l'evoluzione climatica e della genetica dell'ospite, nonché dell'agrotecnica e delle pressioni esercitate dall'impiego delle molecole fungicide, si rileva una certa recrudescenza delle malattie fogliari in tutti gli areali Italiani e del mediterraneo (Bahri et al., 2016; Iori et al., 2016). Due ulteriori elementi favoriscono tale recrudescenza: l'affermarsi delle minime lavorazioni che favoriscono la diffusione dell'inoculo dei patogeni e l'insorgenza di resistenze nella popolazione fungina nei confronti dei meccanismi d'azione dei principali fungicidi distribuiti.

Riguardo alle resistenze, per il controllo del complesso della septoriosi l'introduzione di nuovi formulati fungicidi risulta particolarmente utile in quanto le indicazioni operative evidenziano chiaramente la necessità di mantenere i triazoli in combinazione con fungicidi appartenenti al gruppo chimico SDHI in alternanza e in parziale sostituzione con il gruppo della strobilurine (INRA-ARVALIS-ANSES, 2017; AHDB, 2016).

In tale contesto la prova in esame ha verificato la risposta produttiva e qualitativa di colture di frumento tenero e duro in areali del Nord Italia a forte pressione del complesso della septoriosi per verificare il migliore timing di applicazione e l'efficacia di un nuovo formulato fungicida a base della miscela triazolo+SDHI (bixafen + protriokonazolo) anche in relazione ad una più consolidata miscela triazolo+strobilurina.

MATERIALI E METODI

Impostazione della prova

Nella campagna granaria 2016-17, in due ambienti della Pianura Padana piemontese (Carignano e Pralormo), a forte rischio di attacchi da septoria, sono state confrontate due miscele fungicide per la difesa della foglia applicate in due momenti (inizio levata BBCH 31; fine levata BBCH 39) a cui è seguita la difesa della spiga (tabella 1); tali applicazioni sono state confrontate rispetto ad un testimone non trattato (T0) o trattato solo per la difesa della spiga (T1) su frumento tenero (cv. Aubusson) e frumento duro (cv. Obelix). Le due miscele a confronto sono state: bixafen + protriokonazolo (T2 e T3; Aviator Xpro®), epossiconazolo + pyraclostrobin (T4 e T5; Opera New®); la difesa della spiga è stata effettuata rispettivamente nel caso della prima miscela con protriokonazolo + tebuconazolo (Prosaro®) e nel caso della

seconda con epossiconazolo + metconazolo (Osiris®). Le colture di frumento tenero e di frumento duro sono state seminate in autunno in successione a mais da granella rispettivamente a Carignano e a Pralormo dopo un tradizionale aratura. Gli interventi di concimazione e di controllo delle infestanti sono stati quelli di norma adottati nell'ambiente al fine di ridurre stress e competizione. Lo schema sperimentale è stato a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni e parcelle elementari di 12 m².

Rilievi sperimentali

Sono stati eseguiti rilievi delle fenofasi secondo la scala internazionale BBCH e letture della biomassa fotosinteticamente attiva, espressa secondo l'indice vegetazionale NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Tale indice esprime il rapporto della riflettanza spettrale tra le regioni del visibile e del vicino infrarosso, risultando pertanto correlata alla capacità fotosintetica della vegetazione; esso è rilevato mediante il dispositivo di rilevamento ottico GreenSeekerTM® (Trimble©, Sunnyvale, California, USA). Le misurazioni sono state effettuate ogni 15 giorni, a partire dall'inizio della levata (BBCH 31), fino alla spigatura (BBCH 55) e poi ogni 7 giorni, fino alla senescenza della coltura (BBCH 90). Alla maturazione cerosa (BBCH 85), sono stati effettuati su tutte le parcelle la valutazione della fittezza (densità culturale) (rilievo operato in 2 punti per ogni parcella) e le percentuali di allattamento alla raccolta.

Il rilievo dell'incidenza e della severità del complesso della septoriosi è stato effettuato campionando 15 piante poste in tre punti differenti per ciascuna parcella elementari. Per determinare il grado di attacco del patogeno sulla coltura è stata utilizzata la scala di James (1971) modificata, osservando tutte le foglie ancora verdi al momento del rilievo. I rilievi sono stati eseguiti ad inizio levata (BBCH 31) e a maturazione latteo-cerosa (BBCH 85). In quest'ultimo stadio per ogni parcella è stato effettuato il rilievo dell'incidenza e della severità dell'attacco della fusariosi della spiga, utilizzando la scala di Parry et al., 1995.

Tabella 1. Tesi sperimentali a confronto

Tesi	BBCH 31		BBCH 39		BBCH 61	
	p.a.	Dose L/ha	p.a.	Dose L/ha	p.a.	Dose L/ha
T0	-		-		-	
T1	-		-		Protioconazolo + tebuconazolo	1
T2	Bixafen + protioconazolo	1	-		Protioconazolo + tebuconazolo	1
T3	-		Bixafen + protioconazolo	1	Protioconazolo + tebuconazolo	1
T4	Epossiconazolo + pyraclostrobin	2	-		Epossiconazolo + metconazolo	2,5
T5	-		Epossiconazolo + pyraclostrobin	2	Epossiconazolo + metconazolo	2,5

L'incidenza della fusariosi della spiga è calcolata come percentuale di spighe presentanti i sintomi della malattia, evidenziata a seguito del conteggio rispettivamente di 100 spighe in due punti differenti e individuati in maniera casuale all'interno della parcella. La severità della

fusariosi della spiga è calcolata come percentuale della superficie delle spighe presentanti sintomi della malattia, presenti sempre nella stessa sotto-area della parcella prima descritta.

Alla raccolta è stata misurata la produzione ottenuta da ciascuna parcella mediante mietitrebbia parcellare, l'umidità alla raccolta e di peso ettolitrico mediante strumento GAC® (Dickey-John Corporation). I dati relativi al peso dei mille semi sono stati ottenuti tramite conteggio manuale e pesatura del campione mediante bilancia di precisione. Alla raccolta sono stati prelevati campioni di granella per la misura del contenuto in proteine, glutine e ceneri con metodiche della riflessione dell'infrarosso (NIR).

Analisi statistica

È stata usata l'analisi della varianza (Anova) per il confronto dei dati raccolti utilizzando un disegno sperimentale a blocchi randomizzati, valutando tutti i parametri raccolti per le tesi sperimentali. Per l'analisi statistica è stato usato il programma SPSS Version 22.0 (SPSS Inc., Chicago), tuttavia per i dati delle malattie fogliari si è provveduto ad una trasformazione tramite la funzione arcseno e per le concentrazioni di DON alla funzione $\ln(x+1)$.

RISULTATI

Incidenza e severità del complesso della septoriosi e della fusariosi

Nei due ambienti la septoriosi è stata la sola malattia fogliare riscontrata con attacchi di media entità nel caso del frumento tenero (incidenza 50% e severità 7,8% nel testimone alla maturazione lattea) e di maggiore entità nel caso del frumento duro (incidenza 97% e severità 17,3%). L'effetto dei trattamenti fungicidi sulla fusariosi della spiga è riassunto in tabella 2.

Tabella 2. Effetto dei trattamenti fungicidi sull'incidenza e la severità del complesso della septoriosi sulle spighe

septembre sulle spighe

Coltura (Località)	Tesi	Incidenza BBCH61		Severità BBCH61		Incidenza BBCH85		Severità BBCH85					
		dati trasformati	%	dati trasformati	%	dati trasformati	%	dati trasformati	%				
Frumento tenero (Carignano)	T0	51,6	a*	61,3	29,0	a	23,5	90,0	a	100	31,4	a	27,4
	T1	50,1	ab	58,8	28,7	a	23,0	78,3	ab	94,2	19,8	bc	12,2
	T2	39,8	abc	41,3	15,3	c	8,1	66,9	bc	84,2	10,6	c	3,4
	T3	50,2	ab	58,8	26,7	b	20,4	54,6	c	65,8	9,7	c	2,9
	T4	36,7	bc	35,8	14,7	c	6,5	67,5	bc	84,2	12,8	bc	5,2
	T5	49,1	ab	57,1	28,5	a	22,9	55,8	c	68,3	9,6	c	2,9
	P(F)	0,002			<0,001			<0,001			<0,001		
Frumento duro (Pralormo)	T0	46,9	a	53,3	20,9	a	13,1	82,5	a	96,7	19,4	a	12,3
	T1	51,9	a	61,7	22,2	a	14,7	68,7	ab	86,7	14,4	ab	6,4
	T2	57,7	a	70,8	24,1	a	17,9	59,4	b	68,3	9,1	b	2,8
	T3	32,1	a	28,3	8,5	b	2,5	53,7	b	65,0	9,9	b	3,0
	T4	51,2	a	60,6	22,7	a	15,5	65,0	ab	81,1	11,1	b	3,8
	T5	52,4	a	61,7	26,7	a	20,4	78,9	a	90,0	15,6	ab	7,3
	P(F)	0,092			0,077			0,045			0,049		

*Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (test R-E-G-W-Q, $p \leq 0,05$)

Confrontando i trattamenti a Carignano è possibile osservare come sia l'incidenza della malattia, sia la severità dell'attacco si riducano notevolmente in seguito al trattamento fungicida di difesa della foglia. In particolare T2 e T4 si sono differenziati in modo significativo ad inizio fioritura, mentre T3 e T5 hanno evidenziato l'incidenza e la severità più bassa alla maturazione lattea sottolineando un chiaro effetto del momento di applicazione della miscela per la difesa fogliare in relazione allo stadio di maturazione. Il solo trattamento di difesa della spiga T1, come atteso, ha manifestato rispetto al testimone (T0) una riduzione significativa a partire dalla maturazione lattea. Riguardo l'incidenza e la severità della fusariosi della spiga, questa è stata riscontrata in misura evidente nel solo ambiente di Carignano (tabella 3). Confrontando i trattamenti in questa località è possibile osservare come sia l'incidenza della malattia, sia la severità dell'attacco si riducano notevolmente in seguito al trattamento di difesa della spiga. In particolare le tesi T1, T2 e T4 si sono differenziate dal testimone riducendo rispettivamente del 51, 53 e 56 % la severità della malattia.

Rispetto al testimone (T0) la difesa della sola spiga, ma soprattutto quella combinata hanno determinato un sensibile incremento dell'indice vegetazionale NDVI, relativo alla biomassa fotosinteticamente attiva, dalla levata alla maturazione cerosa in tutte le situazioni. L'attacco precoce della septoriosi a inizio levata, seguita da una riduzione di questo nella seconda fase della levata ha comportato un significativo vantaggio dell'applicazione a BBCH 31 di entrambe le miscele (T2, T4) e per entrambe le colture, rispetto alla distribuzione a BBCH 39 (T3, T5).

Tabella 3. Effetto dei trattamenti fungicidi sull'incidenza e la severità della fusariosi della spiga su frumento tenero

Tesi	Incidenza Fusariosi		Severità Fusariosi	
	Dati trasformati	%	Dati trasformati	%
T0	40,2 a*	42,2	15,4 a	7,2
T1	27,3 a	21,2	7,6 bc	1,9
T2	25,7 a	18,9	7,4 bc	1,9
T3	27,7 a	22,2	10,0 abc	3,1
T4	30,7 a	26,0	6,7 c	1,5
T5	34,3 a	32,3	11,3 abc	4,0
P(F)	0,052		0,003	

* Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (test R-E-G-W-Q, $p \leq 0,05$)

Produzione e qualità della granella

L'effetto dei trattamenti sulla produzione di granella, peso ettolitrico e peso dei mille semi è riportata in tabella 4. Per quanto riguarda i risultati produttivi, tutte le tesi di difesa che hanno previsto un doppio trattamento, si sono differenziate dal testimone con un aumento produttivo in entrambe le località, in particolare del 20% su frumento tenero e del 13% su frumento duro, mentre il singolo trattamento alla spigatura ha incrementato le rese del 9 e dell'8% rispettivamente per le due colture. Tuttavia nel caso del frumento duro non sono state evidenziate differenze significative tra le tesi, sebbene si possa evidenziare per le tesi con applicazione ad inizio levata (T3 e T5) un tendenziale vantaggio produttivo. A Carignano, su frumento tenero, le stesse tesi (T2, T3, T4 e T5) si sono differenziate in modo significativo dal testimone non trattato (T0), mentre la tesi con il solo trattamento alla spigatura (T1) non si

discosta significativamente dal testimone. In questa località, in media la miscela con bixafen e protioconazole ha determinato un incremento della produzione del 21% rispetto al 19% della miscela con epossiconazolo + pyraclostrobin.

Nel caso del frumento duro, analogamente alla produzione di granella, anche il peso dei mille semi e quello ettolitrico non hanno messo in evidenza differenze significative. Viceversa nel caso del frumento tenero, si osserva una differenza significativa tra testimone e tutte le tesi trattate in fioritura per quanto riguarda il peso ettolitrico, mentre il peso dei mille semi evidenzia i vantaggi del doppio trattamento sul riempimento della cariosside. Il contenuto proteico e di glutine sono risultati in linea con le caratteristiche della coltura e pertanto di tre punti percentuali più alti nel caso del frumento duro, ma non sono stati influenzati apprezzabilmente dai trattamenti di difesa.

Tabella 4. Effetto dei trattamenti fungicidi su produzione di granella, peso ettolitrico, peso dei mille semi (PMS) e contenuto proteico e di glutine su frumento tenero e duro

Coltura (Località)	Tesi	Produzione t/ha	Peso ettolitrico kg/hL	PMS g	Proteine %	Glutine %
Frumento tenero (Carignano)	T0	7,9 c*	72,9 b	38,3 d	11,4 a	10,4 a
	T1	8,7 bc	74,7 a	41,9 c	11,3 a	10,1 a
	T2	10,0 a	75,6 a	44,4 a	11,6 a	10,4 a
	T3	9,5 ab	75,8 a	44,3 ab	11,2 a	10,2 a
	T4	9,5 ab	75,4 a	44,1 ab	11,1 a	10,0 a
	T5	9,4 ab	75,1 a	43,1 abc	11,5 a	10,4 a
	P(F)	<0,001	<0,001	<0,001	0,955	0,976
Frumento duro (Pralormo)	T0	5,8 a	74,0 a	32,7 a	14,6 a	13,4 a
	T1	6,2 a	73,8 a	32,9 a	14,9 a	13,6 a
	T2	6,7 a	76,0 a	36,4 a	13,9 a	12,5 a
	T3	6,3 a	74,9 a	35,7 a	14,2 a	12,8 a
	T4	6,6 a	74,6 a	34,8 a	14,4 a	13,0 a
	T5	6,4 a	74,5 a	35,4 a	14,6 a	13,3 a
	P(F)	0,708	0,434	0,280	0,661	0,238

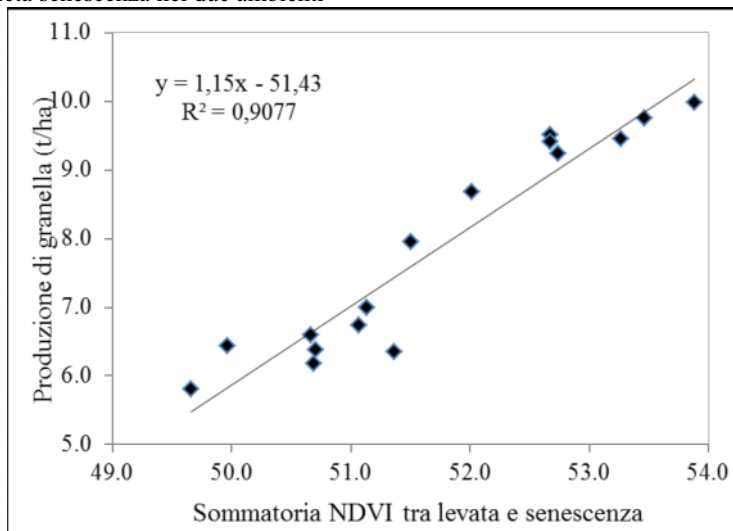
*Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative (test R-E-G-W-Q, $p \leq 0,05$)

La rilevanza della difesa della foglia, anche nel corso di una campagna granaria nel complesso sfavorevole allo sviluppo delle malattie fungine, è risultata molto evidente. Infatti, l'incremento dell'indice vegetazionale NDVI, dalla levata alla maturazione cerosa riscontrato nei trattamenti soggetti agli interventi di protezione della foglia è risultato significativamente correlato ($p \leq 0,001$) con la produzione di granella. Nella figura 1, è riportata tale relazione considerando l'integrale dell'area sottesa alla curva dei valori di NDVI per i diversi trattamenti a confronto nei due casi esaminati.

CONCLUSIONI

Sebbene il decorso stagionale nel complesso sia risultato sfavorevole alla manifestazione delle principali malattie fungine, i trattamenti di difesa impostati hanno evidenziato un'alta efficacia. Il confronto tra miscele composte da sostanze attive del gruppo chimico dei triazoli e dei SDHI, confrontato con una miscela triazolo e strobilurina ha evidenziato risultati nel complesso simili, ma con tendenziali vantaggi della miscela bixafen + protioconazolo in termini di controllo della septoriosi durante la seconda parte della maturazione ed una più prolungata efficacia. Questo comportamento contribuisce a spiegare l'effetto tendenzialmente positivo sulle produzioni di questa miscela. Il decorso stagionale ha inoltre favorito infezioni precoci da parte del complesso della septoriosi per entrambi i siti sperimentali, determinando maggiori efficacia per le tesi che prevedevano un trattamento fungicida ad inizio levata. Questi risultati confermano le evidenze di Blandino et al. (2010) che il momento di applicazione delle miscele fungicide per la difesa della foglia sia largamente dipendente dall'inizio della manifestazione della septoriosi quando questo trattamento di difesa sia combinato con la tempestiva difesa della spiga all'inizio della fioritura così da estendere e potenziare la protezione della foglia a bandiera.

Figura 1. Relazione tra produzione di granella e l'area sottesa alle curve di NDVI tra la levata e la completa senescenza nei due ambienti



LAVORI CITATI

- AHDB, 2016. Fungicide activity and performance in wheat. *Information Sheet*, 48, Spring 2016.
- Alvisi G., Cristiani C., Ponti D., Betti C., Ferrari A., 2014a. Grano duro: lotta alla septoriosi, quale strategia di difesa usare, *Supplemento a L'Informatore Agrario*, 9, 20-23.
- Alvisi G., Cristiani C., Ponti D., Betti C., Ferrari A., 2014b. Nuove strategie di controllo della septoriosi del frumento, *L'Informatore Agrario*, 2, 87-91.
- Bahri B., Leconte M., Hamza S., de Vallavieille Pope C., 2016. Wheat yellow rust dynamics in Tunisia since 2013 and resistance genes in durum wheat. *APS Annual meeting*, July 30-3 August, Tampa Florida.

- Blandino M., Mancini M.C., Peila A., Pilati A., Reyneri A., 2010. Confronto tra strategie di applicazione fungicida per la prevenzione della septoriosi e della fusariosi della spiga del frumento duro coltivato in nord Italia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 389-390.
- INRA-ARVALIS- ANSES, 2017. Pour la gestion de la résistance aux fongicides utilisez pour lutter contre les maladies des céréales à paille. Note commune, 15.
- Iori A., Perenzin M., Pecchini N., Virzi N., Dettori M., Martelli M., Petrini A., Randazzo B., Viola P., Bernabei F., Bersani E., Cappiatori P., Caprara F., Codianni P., Cristofori C., Fornara M., Licciardello S., Mameli L., Notario T., 2016. Malattie fungine sui frumenti, bilancio dell'annata 2015-2016. *L'Informatore Agrario*, 40, 51-56.