STRATEGIE DI DIFESA DEL FRUMENTO TENERO CON MISCELE FUNGICIDE A BASE DI SOLATENOL

A. REYNERI[1], M. BLANDINO[1], A. BORIO[1], D. MANUELLO[2]
[1] DISAFA - Università degli Studi di Torino – Largo Braccini, 2, 10095 Grugliasco (TO)
[2] Syngenta Italia S.p.A., Via Gallarate, 139, 20151 Milano
amedeo.reyneri@unito.it

RIASSUNTO

Le malattie fogliari e della spiga del frumento sono causa di una significativa perdita produttiva e qualitativa soprattutto negli areali del Nord Italia. La disponibilità di nuove s.a. fungicide in previsione della sostituzione di alcune attuali e dell'esigenza di disporre di meccanismi di azione diversi, è di grande attualità. In tale contesto, nelle tre campagne 2015, 2016 e 2017 è stata valutata efficacia della nuova molecola fungicida Solatenol™ (benzovindiflupyr) nei confronti delle principali malattie del frumento. La valutazione è stata condotta confrontando l'applicazione di Solatenol con miscele diverse ad inizio levata (BBCH 31) o in fioritura (BBCH 62) ed un testimone non trattato, per un totale di quattro tesi secondo uno schema a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni e parcelle elementari di 12 m^2. Sono stati registrati l'incidenza e la severità delle principali malattie, la produzione e i principali indici qualitativi e di contaminazione da deossinivalenolo (DON). L'applicazione di Solatenol ha evidenziato un'elevata efficacia nei confronti del complesso della septoriosi per ciascuno dei tempi di applicazione (71,1% di efficacia con applicazione a BBCH 31 e 78,8% a BBCH 62), inoltre ha contenuto con un'efficacia pari al 53,4% la contaminazione da DON. Dal punto di vista produttivo questo fungicida ha determinato un incrementato in media del 19% rispetto al testimone.

Parole chiave: SDHI, complesso della septoriosi, deossinivalenolo, benzovindiflupyr

SUMMARY

STRATEGIES OF LEAF PROTECTION ON SOFT WHEAT WITH FUNGICIDES BASED ON SOLATENOL

Wheat diseases are the cause of significant productive and qualitative losses, especially in Northern Italy. In view of the replacement of some a.i. due to the need of new mechanisms of action to prevent resistances, the availability of new fungicides is crucial. The efficacy of Solatenol™ against the most important diseases on wheat was evaluated during 3 years (2015, 2016 and 2017) in Northern Italy. The experiment was conducted by comparing applications of Solatenol in mixture or alone at early stem elongation stage (BBCH 31) or at flowering (BBCH 62) with an untreated check, according to a completely randomized block design with 4 repetitions and plots of 12 m^2. Incidence and severity of diseases, grain yield, test weight, thousand kernel weight, grain protein containing deoxynivalenol (DON) contamination were recorded. Solatenol application demonstrated high efficacy on Septoria tritici blotch for each application timing (efficacy of 71.1% at BBCH 31 and 78.8% at BBCH 62), while DON contamination was contained by 53.4%. Solatenol application increased grain production by 19% compared to the untreated check.

Keywords: SDHI, Septoria tritici Blotch, grain yield, deoxynivalenol¸ benzovindiflupyr

INTRODUZIONE

Il frumento tenero è stato da sempre un'importante fonte alimentare sia per quanto riguarda l'alimentazione umana che quella animale, rendendo tale coltura una *commodity* chiave nel panorama agricolo mondiale. Nonostante ciò ancora nel 2017 si è potuto osservare una contrazione importante della produzione di frumento mondiale (USDA, 2017), determinata da molteplici cause tra cui una poco efficiente o mancante difesa fitosanitaria.

Negli areali di produzione del Nord Italia le principali malattie del frumento, determinanti importanti perdite produttive e qualitative, sono il complesso della septoriosi, causata da due agenti *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt e *Phaeosphaeria nodorum* (Muller) Hedjaroude, nonché la fusariosi della spiga, il cui agente è *Fusarium graminearum* (Schwabe).

L'agrotecnica, ossia la rimozione dei residui colturali della precessione e un apporto di azoto calibrato, nonché l'adozione di varietà meno suscettibili alle malattie appena descritte, risultano essere scelte giuste nel prevenire gli attacchi fungini (Beyer et al., 2006). Ciò nonostante, l'applicazione di fungicidi nel momento in cui si verificano le condizioni climatiche idonee alle infezioni, risulta essere la soluzione più idonea al mantenere i livelli produttivi elevati (Palmer et al., 2002) e prevenire gravi contaminazioni da micotossine (Giraud et al., 2011), senza escludere il fatto che il ricorrere a tali mezzi risulta essere economicamente più vantaggioso, più efficace e rapido integrandosi con il miglioramento genetico e la scelta varietale.

Tuttavia, l'uso ripetuto di molecole per la difesa appartenenti alle stesse famiglie chimiche, in particolare a quella delle strobilurine (Torriani et al., 2009) ha indotto l'insorgenza di resistenze, riducendo così la buona riuscita della gestione dei patogeni. L'introduzione sul mercato di nuove molecole aventi meccanismo d'azione differenti permette, quindi, di poter contrastare l'emergenza di ceppi fungini resistenti e allo stesso tempo di disporre di più strumenti efficaci nel controllo delle malattie. In questo panorama si inserisce Solatenol™, fungicida di nuova generazione al gruppo dei pirazolo-carbossammidi (p.a. benzovindiflupyr) riferibile al meccanismo di azione SDHI (inibitori della succinato-deidrogenasi).

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare le migliori strategie di difesa del frumento applicando miscele fungicide contenenti Solatenol sulla protezione della coltura, con particolare attenzione all'efficienza dei tessuti preposti alla fotosintesi, nonché sulla produzione e sulla qualità tecnologica e sanitaria della granella

MATERIALI E METODI

Nelle campagne agrarie 2015, 2016 e 2017 sono stati realizzati tre campi sperimentali nelle località di Buriasco (2015 e 2016) e Carignano (2017), in provincia di Torino.

La precessione colturale è sempre stata mais da granella e la preparazione del letto di semina ha previsto una minima lavorazione del suolo, per mezzo di erpici rotativi. Le varietà di frumento tenero impiegate sono state Altamira (per il 2015) e Aubusson (2016 e 2017), entrambi panificabili, mediamente suscettibili alle patologie fogliari e della spiga. Per quanto riguarda l'agrotecnica, in tutti e tre gli anni sono stati condotti secondo la pratica impiegata nell'areale di coltivazione

Lo schema sperimentale impiegato, a blocchi randomizzati, ha visto il confronto di 4 tesi di difesa fogliare con due timing di applicazione, a inizio levata (BBCH 31) e in fioritura (BBCH 61), in particolare:

- Testimone non trattato;
- Amistar Xtra™ (azoxystrobin 200 g/L + ciproconazolo 80 g s/L) a BBCH31 e Seguris Era™ (isopyrazam 100 g/L + protioconazolo 150 g/L) a BBCH 61.

- Seguris Xtra™ (isopyrazam 100 g/L + azoxystrobin 80 g/L + ciproconazolo 100 g/L) a BBCH31 e Elatus Era™ (benzovindiflupyr 75 g/L + protioconazolo 150 g/L) a BBCH 61.
- Elatus Plus (benzovindiflupyr 75 g/L) a BBCH 31 e Seguris Era™ (isopyrazam 100 g/L + protioconazolo 150 g/L) a BBCH 61.

Il dosaggio impiegato nella sperimentazione per tutti i prodotti messi a confronto è stato di 1 L/ha. Per ciascuna tesi sono state realizzate quattro parcelle elementari con una dimensione di 6 m di lunghezza e 2 m di larghezza. L'applicazione dei prodotti fungicida è avvenuta per mezzo di una pompa motorizzata marca Honda modello WJR 2525, predisposta con una barra di 2 m, montante ugelli TEEJET AI110015VS, con un volume d'adacquamento di 600 L/ha ed una pressione di esercizio di 3 bar.

Durante le fasi comprese tra la botticella e la senescenza della coltura è stata valutata la biomassa fotosintetizzante, espressa come indice 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).

Durante la fioritura (GS 61) e la maturazione latteo-cerosa (GS 75) è stato valutato lo sviluppo dei sintomi del complesso della septoriosi sulle foglie in termini di incidenza su 15 foglie per parcella e severità, attribuendo un valore di superficie colonizzata dal parassita secondo il seguente prospetto in classi: 0= no sintomi, 1= 1-2% della superficie fogliare colpita, 2 = 3-5%; 3 = 6-10 %, 4 = 11-25%, 5 = 26-50%, 6 > 50%. Allo stadio di maturazione cerosa è stata valutata l'incidenza e la severità della fusariosi della spiga, presenti in un quadrato di 0,075 m^2, posizionato in maniera casuale in due punti all'interno di ciascuna parcella, utilizzando un prospetto in classi tale per cui: 0= no sintomi, 1= 1-2% della spiga colpita, 2 = 3-5%; 3 = 6-10 %, 4 = 11-25%, 5 = 26-50%, 6 = 51-75%, 7 > 76%.

Di ciascuna parcella a maturazione commerciale sono stati valutati i livelli produttivi ottenuti con mietitrebbia parcellare (Wintersteiger, mod. Classic), tramite pesatura con bilancia di precisione, mentre i valori di umidità alla raccolta e di peso ettolitrico al momento della raccolta sono stati ottenuti 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.

Per ciascuna parcella, inoltre, sono stati prelevati campioni di granella di 4 kg e su questi sono state effettuate le analisi del contenuto in proteine, glutine e ceneri con metodiche della riflessione dell'infrarosso (NIR) e determinazione del contenuto in deossinivalenolo (DON) tramite analisi ELISA, per mezzo di Kit RIDASCREEN® DON r-biopharm.

Per quanto concerne l'analisi statistica tutti i dati sono stati sottoposti all'analisi della varianza tramite il programma SPSS for Windows, Version 22.0 (SPSS Inc., Chicago), tuttavia per i dati delle malattie fogliari si è provveduto ad una trasformazione tramite la funzione arcoseno e per le concentrazioni di DON alla funzione ln(x+1)

RISULTATI E DISCUSSIONE

Per tutti gli anni della sperimentazione l'indice NDVI (tabella 1) non ha mai individuato differenze tra il testimone non trattato e le tesi difesa fogliare, ad eccezione fatta per il 2015 allo stadio di BBCH 81 e per il 2017 allo stadio BBCH 40, in cui per entrambi i momenti la tesi Solatenol + Seguris Era ha mostrato differenze significative rispetto al resto dell'esperimento. In tutti i casi non si osservano importanti differenze numeriche per tale indice tra i vari trattamenti effettuati.

Tabella 1. Effetto del trattamento fungicida a protezione della foglia sull'attività fotosintetica della biomassa attiva a diversi stadi fenologici (GS)

Prova	Trattamento	NDVI					
		GS 31	GS 40	GS 62	GS 75	GS 81	GS 85
Buriasco 2015	Testimone non trattato	0,759 a	0,765 a	0,668 a	0,609 a	0,485 b	0,324 a
	AmistarXtra+Seguris Era	0,745 a	0,778 a	0,674 a	0,651 a	0,595 a	0,485 a
	SegurisXtra+Elatus Era	0,757 a	0,773 a	0,673 a	0,651 a	0,591 a	0,481 a
	Elatus Plus+Seguris Era	0,753 a	0,768 a	0,663 a	0,643 a	0,604 a	0,464 a
	P(F)	ns	ns	ns	ns	***	ns
Buriasco 2016	Testimone non trattato	0,874 a	0,886 a	0,908 a	0,771 a	0,705 a	0,409 a
	AmistarXtra+Seguris Era	0,878 a	0,875 a	0,903 a	0,787 a	0,736 a	0,456 a
	SegurisXtra+Elatus Era	0,867 a	0,871 a	0,899 a	0,788 a	0,733 a	0,514 a
	Elatus Plus+Seguris Era	0,863 a	0,874 a	0,901 a	0,766 a	0,730 a	0,438 a
	P(F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Carignano 2017	Testimone non trattato	0,737 a	0,843 ab	0,823 a	0,791 a	0,585 a	0,321 a
	Amistar Xtra+Seguris Era	0,724 a	0,822 b	0,808 a	0,778 a	0,594 a	0,283 a
	Seguris Xtra+Elatus Era	0,736 a	0,824 b	0,809 a	0,792 a	0,622 a	0,291 a
	Elatus Plus+Seguris Era	0,765 a	0,868 a	0,841 a	0,813 a	0,635 a	0,315 a
	P(F)	ns	**	ns	ns	ns	ns

I dati si riferiscono alla media degli esperimenti condotti a Buriasco nel 2015 e 2016 e a Carignano nel 2017. Lettere diverse indicano differenze significative per il test post-hoc REGW-F, * p< 0,05; ** p<0,01; *** p<0,001; ns = non significativo.

La presenza del complesso della septoriosi si è manifestata con diversa entità a seconda dell'annata (tabella 2). La primavera 2015 ha visto un'infezione maggiore nelle prime fasi del ciclo colturale, mentre nel 2017 durante la maturazione latteo-cerosa si è riscontrato un attacco su tutte le foglie delle piante esaminate con valori del 18,6% di area fogliare colpita. Le tesi di difesa si sono sempre differenziate in modo significativo dal testimone per entrambi i rilievi sia per l'incidenza, sia per la severità della malattia. In particolare si può osservare come al rilievo antecedente la fioritura la tesi con Solatenol abbia ridotto del 36,8% l'incidenza e del 71,1% la severità della malattia rispetto al testimone non trattato.

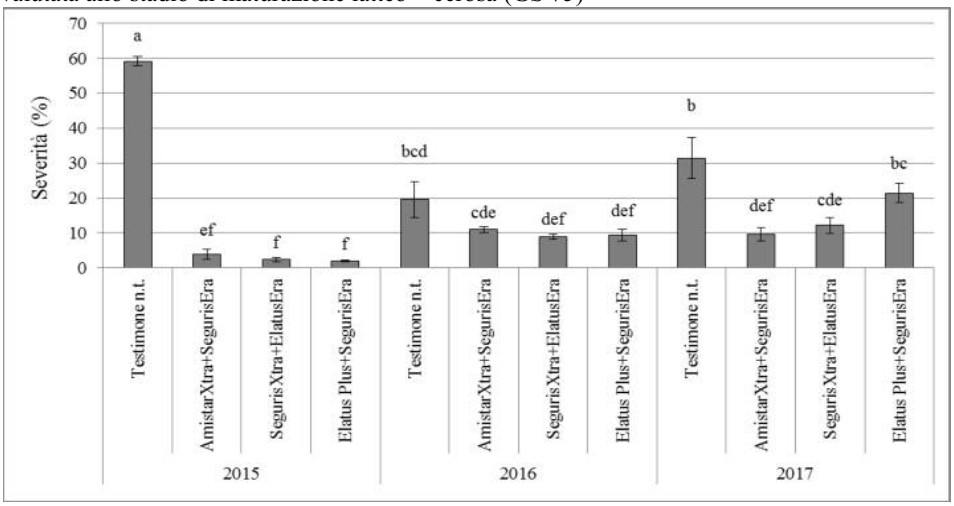
Alla maturazione lattea, invece, la tesi Seguris Xtra + Elatus Era si è dimostrata la tesi significativamente più performante all'interno dell'esperimento, riducendo del 21,4% l'incidenza e del 78,7% la severità del complesso della septoriosi. Si sono osservate per questo momento delle interazioni anno x trattamento (figura 1), tali per cui solamente nel 2017 si osservano differenziazioni tra Amistar Xtra + Seguris Era e Solatenol + Seguris Era.

Tabella 2. Effetto del trattamento fungicida a protezione della foglia sull'attacco da parte del complesso della septoriosi alla fioritura (GS 61) e alla maturazione lattea-cerosa (GS 75)

Fattore	Fattore di Variazione	GS 61		GS 75	
		Incidenza Septoriosi (%)	Severità Septoriosi (%)	Incidenza Septoriosi (%)	Severità Septoriosi (%)
Anno	2015	53,9 a	8,7 a	56,7 b	16,8 b
(A)	2016	19,6 c	0,9 c	99,2 a	12,2 b
	2017	41,6 b	4,6 b	100 a	18,6 a
	P(F)	***	***	***	***
Trattamento	Testimone non trattato	50,6 a	9,0 a	100 a	36,7 a
(B)	Amistar Xtra+Seguris Era	32,7 b	2,6 c	82,6 b	8,2 b
	Seguris Xtra+Elatus Era	38,2 b	4,8 b	78,6 b	7,8 b
	Elatus Plus+Seguris Era	32,0 b	2,6 c	80,0 b	10,9 b
	P(F)	***	***	***	***
A x B	P(F)	ns	ns	***	***

I dati si riferiscono alla media degli esperimenti condotti a Buriasco nel 2015 e 2016 e a Carignano nel 2017. Lettere diverse indicano differenze significative per il test post-hoc REGW-F; * p≤0,05; ** p<0,01; *** p<0,001; ns = non significativo

Figura 1. Interazioni tra i fattori anno e trattamento per la severità del complesso della septoriosi valutata allo stadio di maturazione latteo – cerosa (GS 75)



Lettere diverse indicano differenze significative per p≤0,05

La fusariosi della spiga, contrariamente a quanto visto per il complesso della septoriosi, ha manifestato valori di incidenza compresi tra il 30,1% di spighe colpite nel 2015 e il 34,9% nel 2017, senza differenze significative tra le varie annate dell'esperimento (tabella 3). Con riferimento alla media dei tre anni, le uniche differenze significative si osservano tra il testimone e le tre tesi di difesa.

Tabella 3. Effetto del trattamento fungicida sull'infezione da parte della fusariosi della spiga e della contaminazione da DON

Fattore	Fattore di variazione	Incidenza Fusariosi (%)	Severità Fusariosi (%)	DON (µg/kg)
Anno	2015	32,3 a	1,5 b	1824 a
	2016	30,1 a	2,3 b	858 c
	2017	34,9 a	12,2 a	1669 b
	P(F)	ns	***	***
Trattamento	Testimone non trattato	59,5 a	11,9 a	2520 a
	Amistar Xtra+Seguris Era	20,8 b	2,3 b	968 b
	Seguris Xtra+Elatus Era	24,4 b	3,8 b	1174 b
	Elatus Plus+Seguris Era	25,2 b	3,4 b	1072 b
	P(F)	***	***	***
Anno x trattamento	P(F)	ns	**	ns

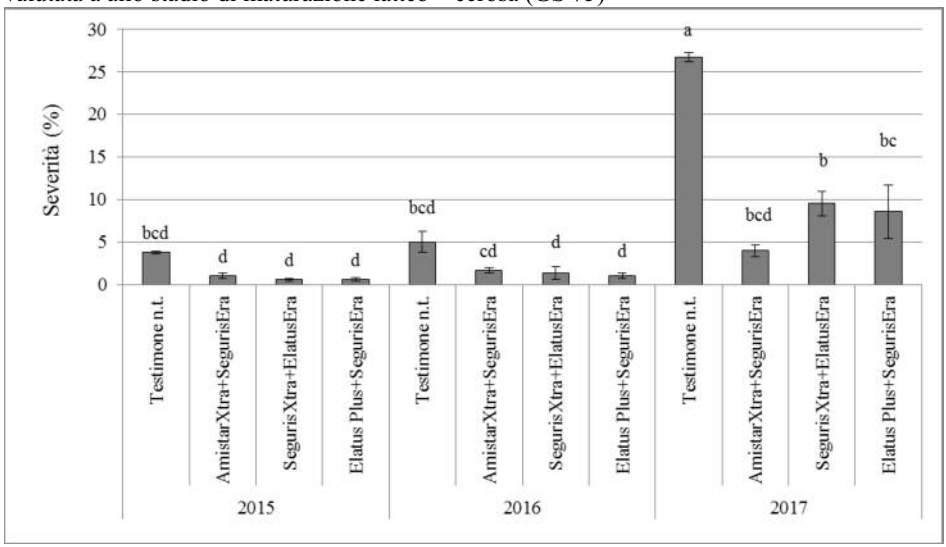
Lettere diverse corrispondo a differenze significative con test post-hoc REGW-F, * $p \leq 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; ns = non significativo

La severità della malattia, invece, è risultata essere significativamente differente tra i tre anni, con i valori più alti nel 2017, dove si sono osservati valori di area fogliare colpita pari a 12,2%. Pertanto, anche per questo parametro si sono osservate interazioni significative anno x trattamento (figura 2).

Tuttavia, le uniche differenze significative che si osservano sono tra il testimone non trattato e le tre tesi di difesa fogliare, le quali hanno mostrato efficacie comprese tra 80,7% della tesi Amistar Xtra + Seguris Era e 68,1% della tesi Seguris Xtra + Elatus Era. Il contenuto in DON nei tre anni dell'esperimento ha raggiunto i massimi livelli nel 2015 e minimi nel 2016, con differenze significative tra tutti e tre gli anni. Per quanto concerne, invece, le tesi di difesa, tutte si sono differenziate significativamente dal testimone, in particolare Amistar Xtra + Seguris Era, che ha saputo ridurre mediamente del 61,6% la contaminazione da DON. Infine, come atteso in relazione all'efficacia azione di difesa dei tessuti, l'applicazione delle miscele fungicide ha significativamente incrementato le rese produttive in granella rispetto al testimone non trattato nel 2015 e nel 2017, i due anni soggetti ad attacchi più significativi, rispettivamente con incrementi del 18,8% di Amistar Xtra + Seguris Era e del 18,7% di Elatus Plus+ Seguris Era (tabella 4). Analogamente, il peso ettolitrico si è differenziato dal testimone solamente nel 2015

(+2,8%) e nel 2017 (+5%), mentre il peso dei mille semi è risultato differente statisticamente solamente nel 2015, anno in cui Seguris Xtra + Elatus Era ha incrementato del 14,7% tale parametro.

Figura 2. Interazioni tra i fattori anno e trattamento per la severità della fusariosi della spiga valutata a allo stadio di maturazione latteo – cerosa (GS 75)



Lettere diverse indicano differenze significative per p≤0,05

Per quanto riguarda, invece, il contenuto in proteine, glutine e ceneri, solamente per il primo parametro nel corso del 2017 si sono potute evidenziare differenze significative da parte delle tesi di difesa rispetto al testimone.

CONCLUSIONI

Lo studio ha messo in evidenza che le strategie di difesa impiegate hanno saputo proteggere l'apparato fogliare dal complesso della septoriosi, dalla fusariosi della spiga e di evitare critiche contaminazioni da DON nella granella. È stato possibile osservare come l'uso di Solatenol (benzavindiflupyr) possa risultare di notevole efficacia in presenza di pressioni medio-elevate del complesso della septoriosi e soprattutto nei casi di insorgenze delle malattie fogliari nelle fasi iniziali del corso stagionale. Difatti, l'applicazione di tale prodotto all'inizio della levata ha permesso al momento della fioritura di avere mediamente nei tre anni un attacco minore da parte del complesso della septoriosi. L'impiego di questa sostanza attiva rappresenta un'alternativa anche con applicazioni in miscela allo stadio di fioritura.

Tabella 4. Effetto del trattamento fungicida a protezione della foglia sulla produzione, peso ettolitrico, peso dei 1000 semi e contenuto in proteine, glutine e ceneri

Prova	Trattamento	Produzione (t/ha)	Peso ettolitrico (g)	Peso dei mille semi (g)	Proteine (%)	Glutine (%)	Ceneri (%)
Buriasco 2015	Testimone non trattato	6,80 b	81,7 b	43,0 b	15,6 a	14,8 a	1,9 a
	Amistar Xtra+Seguris Era	8,08 a	83,5 a	48,5 a	14,8 a	13,7 a	1,9 a
	Seguris Xtra+Elatus Era	7,94 a	84,0 a	49,3 a	14,9 a	13,9 a	1,9 a
	Elatus Plus+Seguris Era	7,82 a	83,5 a	49,1 a	15,3 a	14,4 a	1,9 a
	P(F)	**	**	***	ns	ns	ns
Buriasco 2016	Testimone non trattato	7,39 a	80,7 a	43,9 a	13,6 a	12,2 a	1,7
	Amistar Xtra+Seguris Era	7,07 a	81,0 a	44,5 a	13,5 a	12,2 a	1,7
	Seguris Xtra+Elatus Era	6,77 a	81,4 a	45,0 a	13,7 a	12,4 a	1,8
	Elatus Plus+Seguris Era	7,48 a	81,9 a	45,6 a	13,2 a	11,7 a	1,7
	P(F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Carignano 2017	Testimone non trattato	7,59 b	71,8 b	42,2 a	11,7a	10,3 a	1,9 a
	Amistar Xtra+Seguris Era	8,78 a	75,4 a	42,4 a	11,1 b	9,8 a	1,8 ab
	Seguris Xtra+Elatus Era	8,80 a	75,3 a	43,8 a	11,2 b	10,1 a	1,8 b
	Elatus Plus+Seguris Era	9,01 a	75,4 a	43,7 a	11,1 b	10,1 a	1,8 b
	P(F)	***	***	ns	***	ns	**

I dati si riferiscono alla media degli esperimenti condotti a Buriasco nel 2015 e 2016 e a Carignano nel 2017. Lettere diverse corrispondo a differenze significative per il test post-hoc REGW-F; * $p \leq 0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$; ns = non significativo

LAVORI CITATI

Beyer M., Klix M.B., Klink H., Verreet J.-A., 2006. Quantifying the effects of previous crop, tillage, cultivar and triazole fungicides on the deoxynivalenol content of wheat grain – A review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113, 241-246.

Palmer C.L., Skinner W., 2002. *Mycosphaerella graminicola*: latent infection, crop devastation and genomics. *Molecular Plant Pathology*, 3, 63-70.

Giraud F., Pasquali M., El Jarroudi M., Cocco M., Delfosse P., Hoffmann L., Bohn T., 2011. Timely fungicide application: a strategy to minimize Fusarium Head Blight and associated mycotoxin production in winter wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 93, S1.15-S1.18.

Torriani S.F.F., Brunner P.C., McDonald B.A., Sierotzki H., 2009. QoI resistance emerged independently at least 4 times in European populations of *Mycosphaerella graminicola*. *Pest Management Science*, 65, 155-162.

USDA, 2017.disponibile a http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/WHS/WHS-11-14-2017.pdf