

● STRATEGIE DI DIFESA CON CONCIA, FUNGICIDA AD AMPIO SPETTRO E FUSARICIDA

# Difesa fungicida del frumento per potenziare la fotosintesi

di **M. Blandino, A. Borio, G. Gariglio, A. Zappino, A. Reyneri**

**I**l contesto attuale di redditività dei cereali richiede una valutazione attenta delle diverse strategie colturali al fine di individuarne le modalità di intervento più efficaci e con il miglior ritorno dell'investimento.

Tra i fattori che possono ridurre le potenzialità produttive del frumento tenero negli areali più vocati ci sono le malattie fungine che possono compromettere la funzionalità degli apparati fogliari, riducendo fortemente la capacità di accumulo di prodotti della fotosintesi nella granello.

Tra le malattie fogliari, negli areali del Centro-Nord Italia, la più diffusa è dovuta al complesso della septoriosi causata da *Zymoseptoria tritici* e *Parastagonospora nodorum* (Blandino et al., 2011), mentre in più limitate condizioni si possono registrare anche importanti attacchi di ruggine gialla (*Puccinia striiformis*) e ruggine bruna (*P. tritricina*).

Oltre che all'impiego di varietà meno suscettibili e all'adozione di alcune pratiche preventive per evitare un'eccessiva densità colturale e acquosità dei tessuti, il controllo di queste malattie è affidato ad applicazioni di fungicidi fogliari eseguiti tra l'inizio della levata e la fioritura della coltura (Alvisi et al., 2014), con l'adozione di strategie singole o combinate (Blandino et al., 2018).

**Il quadro normativo delle misure agroambientali obbliga inoltre a una maggiore attenzione nel ridurre gli input chimici.**

In questo contesto, i trattamenti di concia al seme possono risultare soluzioni a elevata sostenibilità ambientale e di facile applicazione; tuttavia è necessario verificarne l'efficacia e l'effetto protettivo nella fase finale del ciclo, quando maggiore è il danno causato dalle malattie fogliari.

Attualmente, sul mercato sono disponibili soluzioni potenzialmente più efficaci di quelle convenzionali e in grado di garantire un più prolungato effetto di protezione non solo alla plan-

Tra le strategie di difesa confrontate quella con fungicida ad ampio spettro a fine levata si è confermata come più vantaggiosa in termini produttivi. I fusaricidi in fioritura danno importanti vantaggi in termini sanitari, mentre la concia sistemica al seme assicura la persistenza di azione negli stadi più tardivi e una buona efficacia anche in maturazione

tula ma anche alla pianta nei successivi stadi di sviluppo.

La prova in esame ha verificato la risposta produttiva di frumento tenero in areali del Nord Italia confrontando diversi programmi di difesa a base di fungicidi per applicazioni in concia o fogliari e valutando l'attività fotosintetica durante il ciclo colturale e in particolare modo nelle fasi di maturazione.

## Controllo delle malattie fogliari e della spiga

Rispetto all'impiego di una concia fungicida convenzionale per la protezione del seme e della plantula, la concia sistemica caratterizzata da un'elevata persistenza ha determinato una superiore ca-

pacità di controllo delle malattie fogliari.

**Alla fioritura l'impiego della concia sistemica ha permesso una riduzione della severità del 51% rispetto al trattamento testimone, mentre l'applicazione di un fungicida fogliare a fine levata ha condotto a un contenimento dei sintomi sull'apparato fogliare del 26%, dal momento che le foglie più vecchie non sono risultate protette nella prima fase di attacco (grafico 1).**

Alla maturazione cerosa, la severità delle malattie fogliari è risultata inferiore del 32%, 45% e 33%, con la sola applicazione rispettivamente di una concia sistemica, dell'applicazione fogliare a fine levata o in fioritura.

• continua a pag. 38



**Foto 1** Sintomi del complesso della septoriosi sulla foglia bandiera e della fusariosi della spiga

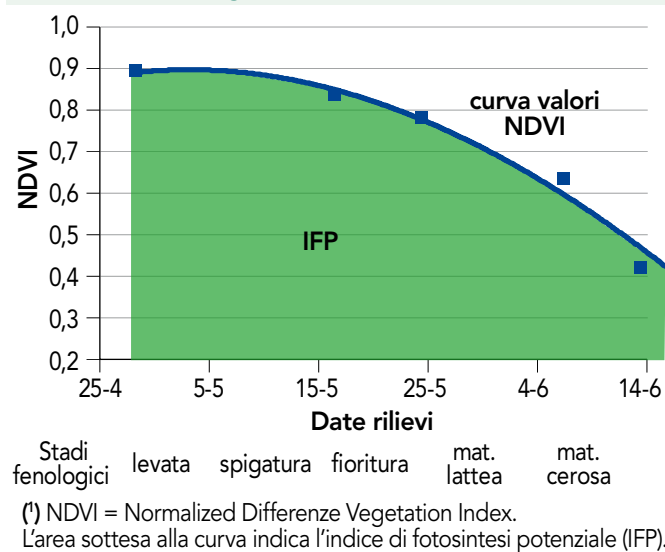
## Come è stata impostata la sperimentazione

La sperimentazione è stata condotta nelle campagne agrarie 2015-2016 a Buriasco (TO) e 2016-2017 a Carmagnola (TO), su suoli franchi e profondi.

Sono stati messi a confronto 8 percorsi agronomici di difesa, ottenute dalla combinazione di trattamenti fungicidi differenti per momento di applicazione (concia al seme, trattamento fogliare a fine levata, trattamento fogliare a inizio fioritura) e sostanze attive impiegate. La tesi testimone della sperimentazione ha previsto l'impiego di una concia fungicida standard al seme (fludioxonil) e nessuna applicazione fungicida fogliare.

Le strategie alternative di difesa considerate singolarmente o combinate sono state l'impiego di una concia fungicida sistemica (CS) dotata di un'elevata persistenza di efficacia (fluxapyroxad), l'applicazione a fine levata (stadio fenologico BBCH39) di una miscela fungicida ad ampio spettro (pyraclostrobin + fluxapyroxad) e l'applicazione in fioritura di una miscela fungicida per il controllo della fusariosi della spiga (epposiconazolo + metconazolo). Le tesi sperimentali a

**GRAFICO A - Esempio di curva NDVI (\*) su frumento nelle fasi tra spigatura e completa senescenza**



confronto sono riassunte in *tabella A*. La varietà di frumento tenero Aubusson è stata seminata rispettivamente il 23 ottobre 2015 e il 20 ottobre 2016 in successione a mais da granella dopo una 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 m<sup>2</sup>.

L'applicazione dei prodotti fungicida è avvenuta per mezzo di una pompa motorizzata con un volume d'adacquamento di 600 L/ha e una pressione di esercizio di 3 bar.

Il rilievo dell'incidenza e della severità delle malattie fogliari (prevalentemente attribuibili al 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 alla fioritura (BBCH 61) 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).

A partire dallo stadio di spigatura e fino alla completa senescenza è stata eseguita ogni 7 giorni la misurazione su ogni parcella dell'indice vegetazionale NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) mediante il dispositivo di rilevamento ottico GreenSeeker®. Questo indice esprime il rapporto della riflettanza spettrale tra le regioni del visibile e del vicino infrarosso, risultando pertanto correlata alla capacità fotosintetica della vegetazione. Per ogni tesi sperimentale sono state elaborate delle curve che descrivono l'andamento dell'indice NDVI durante il ciclo culturale ed è stata calcolata l'area sottesa che rappresenta un indice di fotosintesi potenziale (IFP, Blandino *et al.*, 2018) della coltura (ad esempio nel *grafico A*) utilizzando la seguente formula:

$$IFP = \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \frac{(R_i + R_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i) \right\}$$

dove R è la lettura dell'indice NDVI, t è il momento di osservazione e n è il numero di osservazioni.

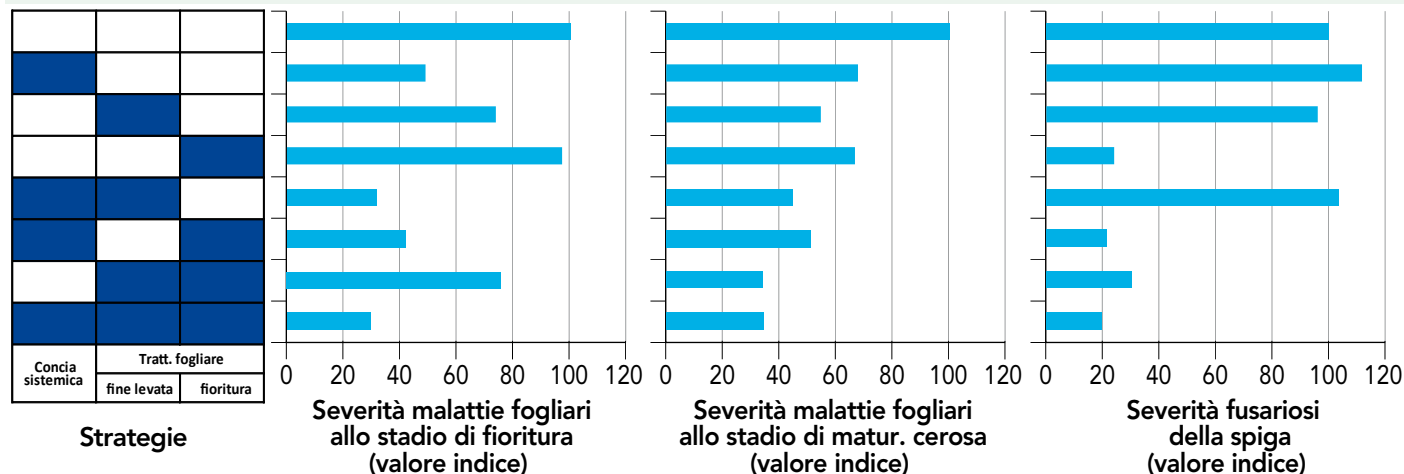
Dopo la trebbiatura, eseguita il 5 luglio 2016 e il 7 luglio 2017 con mietitrebbiatrice parcellare, sul raccolto è stato determinato il peso 1.000 semi.

**TABELLA A - Tesi sperimentali di difesa fungicida a confronto**

Tesi di difesa	Concia fungicida (s.a.)	Fine levata (stadio BBCH 39)	Inizio fioritura (stadio BBCH 61)
Testimone (concia convenzionale)	Fludioxonil	-	-
Concia sistemica (CS)	Fluxapyroxad	-	-
Tratt. fogliare a fine levata	Fludioxonil	Fluxapyroxad + pyraclostrobin	-
Tratt. fogliare in fioritura	Fludioxonil	-	Epposiconazolo + metconazolo
CS + tratt. fogliare a fine levata	Fluxapyroxad	Fluxapyroxad + pyraclostrobin	-
CS + tratt. fogliare in fioritura	Fluxapyroxad	-	Epposiconazolo + metconazolo
Doppio tratt. fine levata e fioritura	Fludioxonil	Fluxapyroxad + pyraclostrobin	Epposiconazolo + metconazolo
CS + doppio tratt. fine levata e fioritura	Fluxapyroxad	Fluxapyroxad + pyraclostrobin	Epposiconazolo + metconazolo

s.a. = sostanza attiva. Prodotti fungicidi a confronto: concia convenzionale Celest® (fludioxonil, 25,4 g/L); concia sistemica Systiva® (fluxapyroxad, 28,7 g/L), fungicida fogliare applicato a fine levata Priaxor® (pyraclostrobin, 150 g/L + fluxapyroxad, 75 g/L, distribuito 1 L/ha); fungicida fogliare applicato in fioritura Osiris® (epposiconazolo, 37,5 g/L + metconazolo, 27,5 g/L distribuito a 2,5 L/ha). Le date di applicazione sono state rispettivamente 27 aprile 2016 e 29 aprile 2017 (fine levata, BBCH 39), 18 maggio 2016 e 17 maggio 2017 (fioritura, BBCH 61).

**GRAFICO 1 - Effetto delle strategie di lotta sul controllo delle malattie del frumento tenero**



Il dettaglio delle tesi a confronto è riportato in *tabella A*.

Dati medi di 2 campagne agrarie (2015-16 e 2016-17) e 4 repliche per ciascuna tesi. I dati sono espressi come valore indice, media dei valori del testimone con concia convenzionale e in assenza di trattamenti fogliari = 100. La severità dei sintomi delle malattie fogliari è stata valutata allo stadio di fioritura (BBCH 61) e di maturazione cerosa (BBCH 85). La severità dei sintomi della fusariosi della spiga è stata valutata alla maturazione cerosa (BBCH 85).

La combinazione con un trattamento fogliare a fine levata con una miscela di sostanze attive ad ampio spettro (strobilurine e carbossamidi) è risultato il timing per il controllo delle patologie dell'apparato fogliare nel corso del processo di maturazione più efficace (-55%) rispetto all'applicazione in fioritura (-49%).

• segue da pag. 36

L'applicazione di un trattamento fogliare con la concia sistemica ha permesso un ulteriore aumento dell'efficacia del controllo delle malattie fogliari.

Anche in questo caso la combinazione con un trattamento fogliare a fine levata con una miscela di sostanze attive ad ampio spettro (strobilurine e carbossamidi) è risultato il timing per il controllo delle patologie dell'apparato fogliare nel corso del processo di maturazione più efficace (-55%) rispetto all'applicazione in fioritura (-49%).

**Il doppio trattamento fungicida fogliare ha determinato la massima riduzione della severità nella fase finale del ciclo colturale con un'efficacia pari al 66%.**

Al contrario la severità della fusariosi della spiga è stata controllata (-76%) solo con il trattamento eseguito allo stadio di fioritura, con l'applicazione di sostanze attive triazoliche specifiche per il controllo di questa patologia e la minimizzazione del rischio di contaminazione delle micotossine ad essa associate.

È importante sottolineare come questo intervento ri-

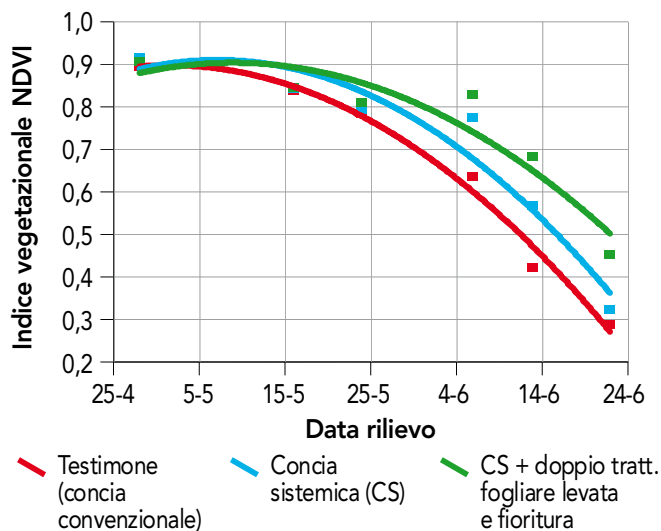
sulti vincolante in tutte quelle condizioni in cui sono presenti più fattori di rischio per la sanità delle produzioni, quali la semina in minima lavorazione o su sodo, la precessione mais o sorgo granella e l'impiego di una varietà sensibile alla malattia (Blandino et al., 2012).

### Stay green prolungato e vantaggi produttivi

Il controllo esercitato dalle strategie di difesa a confronto sulle patologie fogliari e della spiga ha influenzato con chiarezza l'andamento dell'indice vegetazionale NDVI nelle fasi tra la spigatura e la completa senescenza.

**Rispetto al testimone la sola concia sistemica ha determinato un chiaro rallen-**

**GRAFICO 2 - Effetto della concia sistemica e della difesa fungicida sull'evoluzione dell'indice NDVI**

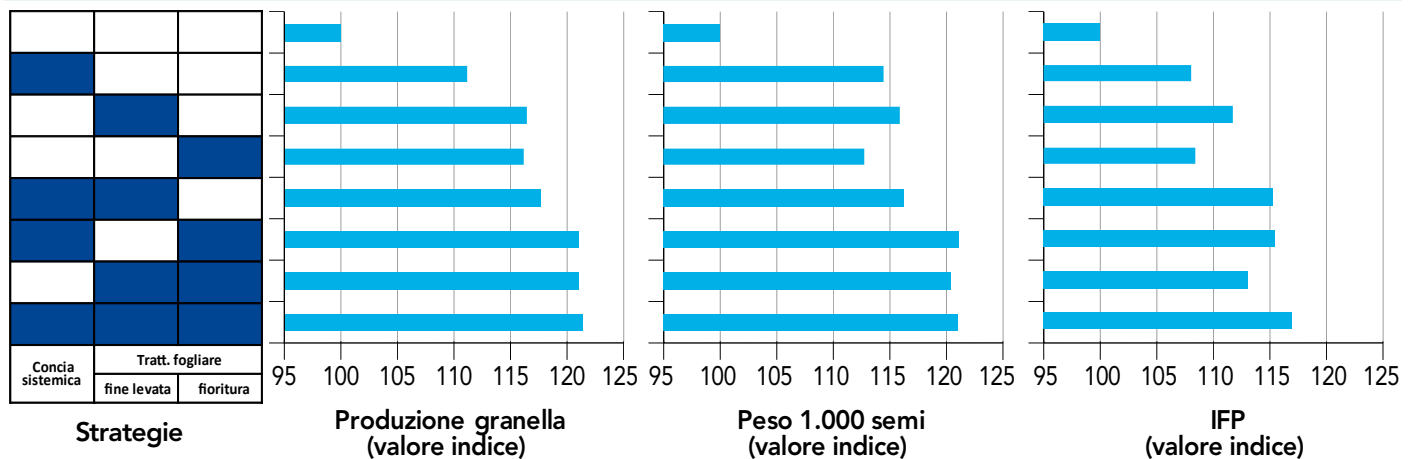


Il dettaglio delle tesi a confronto è riportato in *tabella A*. Dati medi di 4 repliche per ciascuna tesi, ottenuti nella sperimentazione 2017 a Carignano (TO).

Rispetto al testimone la sola concia sistemica ha determinato un chiaro rallentamento del processo di senescenza, favorendo il mantenimento di un superiore stay green.



**GRAFICO 3 - Effetto delle strategie di lotta sulla produzione di granella, il peso delle carossidi e sul mantenimento dell'attività fotosintetica espressa come indice di fotosintesi potenziale (IFP) misurato tra la spigatura e la senescenza**



Il dettaglio delle tesi a confronto è riportato in *tabella A*. Dati medi di 2 campagne agrarie (2015-16 e 2016-17) e 4 repliche per ciascuna tesi. I dati sono espressi come valore indice, media dei valori del testimone con concia convenzionale e in assenza di trattamenti fogliari = 100.

Se si considera il vantaggio fotosintetico potenziale (IFP) ottenuto tra la spigatura e la completa senescenza, espresso come l'area delle curve (vedi esempio in grafico A nel riquadro «come è stata impostata la sperimentazione»), si evidenzia come la sola adozione di una concia ad effetto sistemico o l'applicazione della difesa fungicida fogliare a fine levata o alla fioritura abbiano determinato un aumento rispettivamente dell'8, 12 e 8% rispetto alla sola concia convenzionale.

**tamento del processo di senescenza, favorendo il mantenimento di un superiore stay green (grafico 2).**

L'applicazione di fungicidi fogliari alla levata e fioritura ha permesso un ulteriore vantaggio in termini di capacità fotosintetica della coltura, in particolare nella fase finale della maturazione.

Se si considera il vantaggio fotosintetico potenziale (IFP) ottenuto tra la spigatura e la completa senescenza, espresso come l'area del-

le curve (vedi esempio nel grafico A del riquadro «Come è stata impostata la sperimentazione»), si evidenzia come la sola adozione di una concia a ef-

fetto sistemico o, come atteso, l'applicazione della difesa fungicida fogliare a fine levata o alla fioritura abbiano determinato un aumento rispettiva-

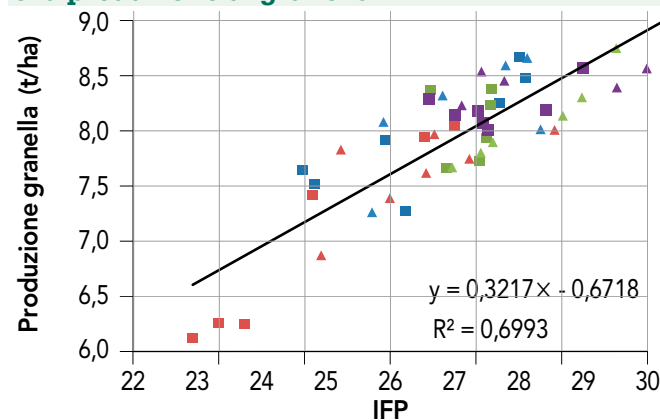
mente dell'8, 12 e 8% rispetto alla sola concia convenzionale (grafico 3).

La combinazione della concia sistemica con un trattamento fogliare ha incrementato questo indice del 15% rispetto alla concia convenzionale, in maniera superiore rispetto a quanto ottenuto con la doppia applicazione fogliare (fine levata e fioritura), perché quest'ultima soluzione non è efficace nel controllare gli attacchi più precoci all'apparato fogliare. Con un programma di difesa completo (concia sistemica abbinata a un doppio trattamento fungicida) l'indice IFP è aumentato del 17% rispetto al testimone.

I vantaggi produttivi misurati nei differenti programmi di difesa confrontati sono risultati strettamente associati all'aumento di peso del seme, per un più prolungato riempimento della cariosside nel corso del processo di maturazione.

Rispetto al trattamento testimone, la sola concia sistemica ha permesso un vantaggio dell'11% per produzione

**GRAFICO 4 - Relazione tra il mantenimento dell'attività fotosintetica in maturazione (\*) e la produzione di granella**



- Testimone (concia convenzionale)
- ▲ Concia sistemica (CS)
- Tratt fogliare a fine levata
- ▲ CS + tratt. fogliare a fine levata
- Tratt fogliare in fioritura
- ▲ CS + tratt. fogliare in fioritura
- Doppio tratt. fine levata + fioritura
- ▲ CS + doppio tratt. fogliare fine levata e fioritura

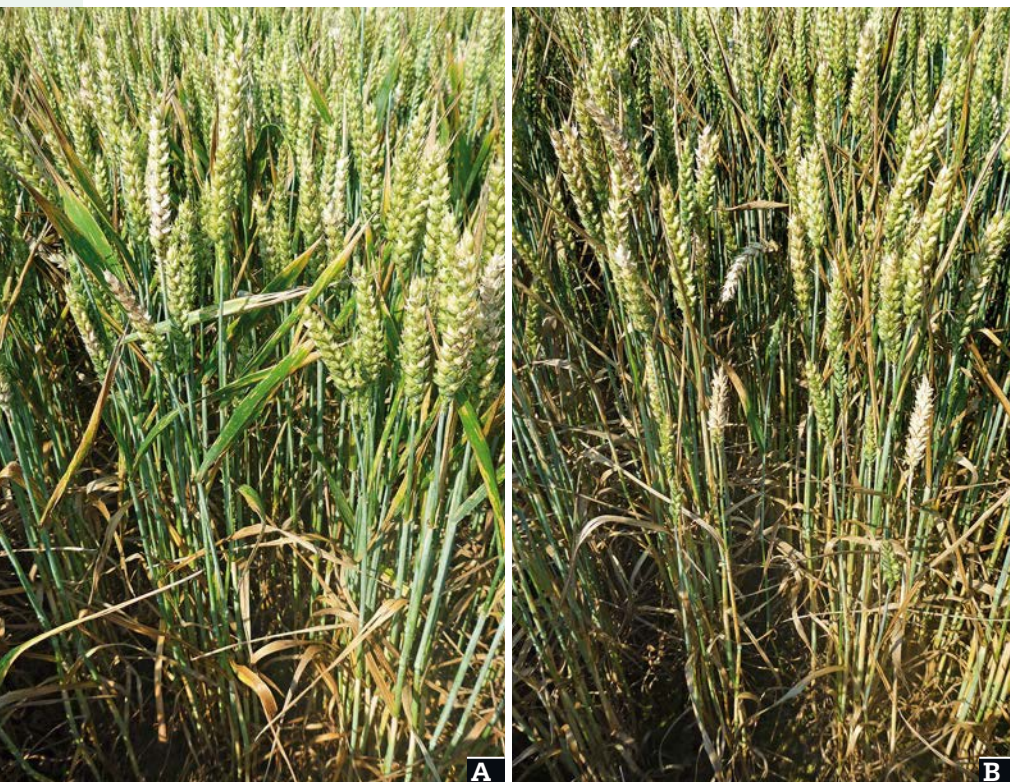
Il dettaglio delle tesi a confronto è riportato in *tabella A*. Dati di 2 campagne agrarie (2015-16 e 2016-17) e 4 repliche per 8 programmi di difesa.

(\*) Espressa come indice di fotosintesi potenziale (IFP) misurato tra la spigatura e la senescenza della coltura. IFP è stato calcolato come integrale delle curve NDVI dei diversi trattamenti tra lo stadio di spigatura e la completa senescenza.

Il mantenimento dell'attività fotosintetica in maturazione, espresso come indice di fotosintesi potenziale (IFP), spiega quasi il 70% delle differenze produttive quantificate nelle differenti parcelle sperimentali.



**Foto 2** Il mantenimento dello stay green durante la maturazione è fondamentale per garantire un adeguato riempimento della granella



**Foto 3** Effetto della concia sistemica (A) sulla severità delle malattie fogliari alla maturazione cerosa

areica e 14% per peso 1.000 semi.

Le singole applicazioni fogliari hanno permesso un simile vantaggio produttivo (+16%).

Il trattamento a fine levata si è dimostrato essere il momento di intervento più efficace per il controllo delle malattie fogliari nell'intero ciclo biologico e per il mantenimento dello stay green della coltura. L'applicazione in fioritura per contro ha ridotto i danni produttivi causati dalla fusariosi della spiga, non controllati da altre strategie fungicide di difesa del seme e della foglia (Blandino et al., 2006).

Nell'ambito degli scenari in cui è stata prevista la concia ad azione sistemica, **i maggiori vantaggi produttivi si sono osservati con il trattamento fusaricida in fioritura (+21%), rispetto a quello a fine levata (+17%).**

Non si sono osservati ulteriori vantaggi produttivi con il doppio trattamento fogliare (+21%) in entrambe le condizioni di concia del seme.

Prendendo in considerazione l'insieme dei dati della sperimentazione nelle due campagne agrarie si osserva come **il mantenimento dell'attività fotosintetica in maturazione, espresso come indice di fotosintesi potenziale (IFP), spieghi quasi il 70% delle differenze produttive quantificate nelle differenti parcelle sperimentali (grafico 4).**

Le strategie di difesa fungicida in grado di potenziare lo stay green della coltura nella fase finale del ciclo risultano pertanto fondamentali per garantirne un'adeguata competitività.

### Fotosintesi e potenzialità produttive

Questo contributo ha ulteriormente confermato come negli ambienti più vocati alla granicoltura il prolungamento dell'attività fotosintetica nel corso della maturazione sia una pratica necessaria per permettere una piena estrinsecazione delle potenzialità produttive del frumento.

L'applicazione di adeguati programmi di difesa può fornirne fondamentali incrementi produttivi attraverso un attento controllo delle principali patologie fogliari e della spiga.

Questi vantaggi sono attesi essere superiori nelle condizioni pedo-climatiche che favoriscono periodi di maturazione più progressivi e prolungati quali la coltivazione in ambienti di alta piana e terreni con buona capacità di ritenzione idrica.

Tra le strategie di difesa confrontate, **l'applicazione di un fungicida ad ampio spettro a fine levata si è confermata la pratica più vantaggiosa in**

**termini produttivi, per la miglior capacità di controllare le malattie fogliari, nello specifico il complesso della septoriosi, nelle fasi fenologiche chiave.**

Ancorché meno efficace nel limitare i danni causati dalle malattie fogliari, l'applicazione con prodotti fusaricidi in fioritura è una pratica che deve essere considerata con attenzione in relazione al rischio della fusariosi della spiga e alle problematiche sanitarie connesse.

**L'impiego di una concia al seme ad azione sistemica ha evidenziato la capacità di assicurare un'importante persistenza di azione negli stadi di sviluppo vegetativo più tardivi e una buona efficacia di controllo delle malattie fogliari anche in maturazione, determinando quindi chiari vantaggi produttivi.**

I risultati ottenuti evidenziano alcuni aspetti utili ad ottimizzare strategie alternative per la difesa del frumento: la concia sistemica permette sia una maggiore protezione della coltura in presenza di primavera che possano determinare un attacco precoce agli apparati fogliari, sia una superiore flessibilità nel momento di trattamento per la difesa della foglia. Inoltre l'applicazione di questa concia può surrogare l'intervento per la difesa dei soli apparati fogliari nei casi in cui sia vincolante un solo trattamento fungicida alla coltura e per motivi sanitari e/o commerciali la scelta di intervento si indirizzi per quello effettuato in fioritura per il controllo della fusariosi della spiga.

**Massimo Blandino, Andrea Borio  
Gabriele Gariglio, Alessandro Zappino  
Amedeo Reyneri**

*Disafa - Dipartimento scienze agrarie,  
forestali e alimentari  
Università di Torino*

*Gli autori esprimono un vivo apprezzamento e ringraziamento alla azienda agricola Oitana Marco di Buriasco (Torino) e Gilli Emilio di Carignano (Torino) per la collaborazione nella realizzazione della sperimentazione. Le foto a corredo dell'articolo sono di Massimo Blandino.*

**V** Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: [www.informatoreagrario.it/bdo](http://www.informatoreagrario.it/bdo)

# Difesa fungicida del frumento per potenziare la fotosintesi

## BIBLIOGRAFIA

Alvisi G., Cristiani C., Ponti D., Betti C., Ferrari A. 2014. Grano duro: lotta alla septoriosi, quale strategia di difesa usare, Supplemento a L'Informatore Agrario, 9, 20-23.

Blandino M., Borio A., Gariglio G., Reyneri A. 2018. Prolungare lo stay green aumenta la resa del frumento. L'Informatore Agrario 14: 51-54

Blandino M., Haidukowski M., Pascale M., Plizzari L., Scudellari D., Reyneri A.

2012. Integrated strategies for the control of Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat. Field Crops Research, 133: 139-149.

Blandino M., Minelli L., Reyneri A. 2006. Strategies for the chemical control of Fusarium head blight: effect on yield, alveographic parameters and deoxynivalenol contamination in winter wheat grain. European Journal of Agronomy, 25: 193-201.

Blandino M., Scarpino V., Reyneri A., Tamietti G. 2011. Septoriosi sotto con-

trollo con il doppio trattamento. Supplemento a L'Informatore Agrario, 7: 9-12.

James, W.C., 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Canadian Plant Disease Survey 51, 39-65.

Parry, D.W., Jenkinson, P., McLeod, L. 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereal - Review. Plant Pathol., 44: 207-238.

# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.