

Fusariosi della spiga sempre più diffusa

Come affrontare
la malattia chiave
nelle strategie
di difesa
anticrittogamica
del frumento

[DI RICCARDO BUGIANI]

La fusariosi della spiga del frumento è una sindrome causata da diverse specie fungine appartenenti ai generi *Fusarium* e *Microdochium*. Oltre a *Microdochium nivale* sono quattro i *Fusaria* responsabili (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*) la cui presenza è accertata nei nostri areali. La malattia è diffusa in tutte le aree del mondo e in Italia è conosciuta fin dai primi del 1900, ma è solo a partire dalla metà degli anni '90 che si è insediata sul frumento in modo permanente. Attualmente la fusariosi è presente in tutti gli areali di coltivazione del frumento, ma le infezioni più pericolose si osservano soprattutto su grano duro in diverse regioni del Nord e in alcune zone dell'Italia centrale.

Il quadro dei danni causati dalla malattia è quanto mai vario, in quanto si può avere:

- perdita di produzione (dovuta al minor numero di cariossidi, alla riduzione delle dimensioni e del loro peso unitario e specifico);
- peggioramento delle caratteristiche qualitative della granella (distruzione delle pareti cellulari con alterazione della frazione lipidica e riduzione di quella proteica);
- diminuzione della germinabilità e del vigore dei semi;
- accumulo di micotossine.

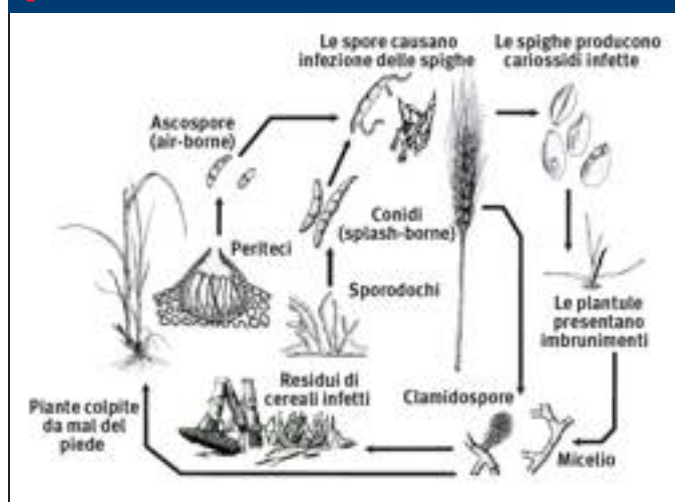
[IL RUOLO DEI RESIDUI CULTURALI]

Il ciclo della fusariosi della spiga (fig. 1) è comune ai diversi agenti causali. I patogeni responsabili si conservano nel suolo o come clamidospore (spore durevoli), nelle specie capaci di produrle, e/o

[Spighe colpite da fusariosi.



[FIG. 1 - CICLO DELLA FUSARIOSI DELLA SPIGA]



Trattamenti fungini

80-100%

La percentuale di aziende che tratta in spigatura contro le fusariosi (era meno del 10% fino a 10 anni fa)

30-50%

Le aziende che trattano in levata, contro la septoria, a seconda dell'area

10%

Le aziende che posizionano il trattamento all'ultima foglia, contro le malattie fogliari (30-40% dieci anni fa)



come micelio nei residui colturali infetti, o anche nei culmi e nelle cariossidi cadute al suolo, in condizioni climatiche non troppo proibitive. Per le specie che infettano anche il mais, come per esempio *F. graminearum*, i residui colturali svolgono un ruolo determinante sia per la quantità che per la longevità della popolazione del patogeno nei residui presenti nel suolo, in quanto su di essi è in grado di formare i periteci (corpo fruttifero gamico) e resistere più a lungo alle avverse condizioni climatiche. Anche i residui colturali di frumento rappresentano una principale fonte di inoculo, in quanto diversi agenti (*F. culmorum* e *F. graminearum*) responsabili della fusariosi della spiga sono, di fatto, coinvolti anche nella sindrome del "mal del piede" che interessa le parti basali del culmo.

Su residui e organi vegetali infetti i funghi producono le spore che, diffuse nell'ambiente, con il vento o la pioggia, causano le infezioni a carico delle spighe. Il genere *Fusarium* è, da questo punto di vista, polimorfico. Alcune specie producono solo spore agamiche, in forma di macro e/o microconidi, mentre altre possono produrre anche ascospore contenuti nei periteci. Queste caratteristiche possono avere importanti risvolti sugli aspetti epidemiologici. I macroconidi (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum*), prodotti in ammassi gelatinosi di colore rosato-aranciato, detti sporodochi, necessitano della pioggia per essere dispersi nell'ambiente; le distanze percorse da queste spore sono generalmente limitate (pochi decimetri e/o metri) alle traiettorie degli schizzi d'acqua. I microconidi (*F. poae*) non presentano questo tipo di aggregazione e possono essere trasportati a maggiore distanza dalle correnti d'aria.

I periteci, piccoli corpuscoli neri e tondeggianti, aperti alla sommità, quando vengono umettati da piogge o prolungate bagnature, espellono le ascospore che, grazie alle correnti d'aria, vengono diffuse anche a grande distanza. Risulta pertanto evidente che alcuni funghi si diffondono a distanze considerevoli indipendentemente dalle piogge (patogeni detti *air-borne*), mentre altri hanno diffusione limitata e strettamente legata alle piogge (*splash-borne*).

Questi ultimi, fra i quali *F. culmorum* e le forme conidiche di *F. graminearum*, raggiungono le spighe solo in occasione delle precipitazioni. Pertanto, affinché le spore possano giungere dai residui sul terreno o dalle foglie basali infette delle piante, fino alle spighe, sono necessarie più piogge intermittenti. Una volta che le spore arrivano sulle spighe, in presenza di condizioni climatiche favorevoli, germinano penetrando i tessuti della spiga. Anche in questo caso le specie fungine hanno differenti esigenze ecologiche, per quanto concerne i cardinali termici, la durata della bagnatura degli organi vegetali e il tenore igrometrico dell'aria. (tab. 2). La pioggia svolge un ruolo determinante favorendo l'avvio del processo d'infezione. Una volta penetrato nei tessuti il fungo non rimane localizzato nel sito d'infezione, ma si diffonde con le proprie ife nei tessuti della spiga, invadendoli progressivamente. La velocità di diffusione del fungo nei tessuti dipende dalla temperatura e dalla disponibilità di acqua libera nei tessuti vegetali (aw). Durante la fase di invasione, i funghi capaci di sintetizzare micotossine accumulano questi composti tossici nei tessuti vegetali.

Le condizioni che determinano la sintesi di micotossine e in

particolare di Don sono ancora la temperatura e l'acqua libera, ma con limiti più ristretti rispetto alla crescita miceliare. I sintomi della malattia compaiono alcuni giorni dopo l'infezione. In condizioni particolarmente umide, i funghi possono produrre sulle spighe disseccate ammassi di sporodochi. Nel periodo compreso fra la spigatura e la raccolta possono susseguirsi più infezioni. Nel frumento l'inizio della fase di suscettibilità è quello di spigatura, con una maggiore suscettibilità durante la fioritura, ma che non si esaurisce con le spighe in più avanzato stadio di maturazione.

Le infezioni più precoci generalmente impediscono la formazione della cariosside nel sito d'infezione; quelle che colpiscono le cariossidi nelle prime fasi di sviluppo ne determinano lo striminzimento, mentre quelle tardive, dopo che la cariosside si è formata, non precludono il normale sviluppo, ma possono contenere quantità rilevanti di mico-

TAB. 1 - IMPATTO DELLE PRATICHE AGRICOLE SULLA FUSARIOSI DELLA SPIGA

FATTORI DI RISCHIO	DESCRIZIONE	IMPORTANZA
Resistenza genetica	Sono note varietà con una buona resistenza in grado di ridurre la pressione della malattia in campo. Ne sono descritti diversi tipi: - resistenza alla infezione iniziale (tipo I); - resistenza al patogeno (tipo II); - abilità a degradare le micotossine (tipo III e IV); - resistenza delle cariossidi alle infezioni (tipo V). Le cultivar a taglia più alta sono spesso meno suscettibili (maggiore distanza tra gli organi suscettibili e inoculo rallentano la diffusione della malattia). Le spighe più compatte aumentano il rischio di infezione. I fiori aperti aumentano il rischio di infezione.	**
Coltura precedente	Se il mais precede il frumento il rischio di fusariosi è maggiore. Anche il frumento che succede a sè stesso aumenta il rischio d'infezione.	***
Lavorazione del terreno	L'aratura diminuisce il rischio d'infezione rimuovendo l'inoculo primario. La minima lavorazione aumenta significativamente il rischio di sviluppo della malattia	***
Residui colturali	La presenza di residui colturali sulla superficie aumenta il rischio di sviluppo della malattia	**
Concimazione azotata	Alti apporti azotati aumentano in genere le infezioni di fusariosi	*
Clima	Condizioni climatiche relativamente calde e piovose durante la spigatura e la fioritura (da BBCH 51 a BBCH 69) stimolano gli attacchi di fusarium.	***

Legenda: * relativamente importante - ** importante - *** molto importante

[FUNGICIDI Tre famiglie utilizzabili

imidazoli (Procloraz). Possiedono un meccanismo d'azione simile ai triazoli (inibizione della sintesi dell'ergosterolo). Procloraz, in miscela con i triazoli trova un largo impiego nei trattamenti nella fase di spigatura grazie alla sua buona efficacia nei confronti della Fusariosi della spiga, Oidio e Septoria, ma non altrettanto nei confronti delle Ruggini. Nei Disciplinari di Produzione Integrata sono ammesse solo formulazioni Nc e Xi.

Triazoli (tebuconazolo, epossiconazolo, ciproconazolo, propiconazolo, tetraconazolo, protriocanazolo, triadimenol, flutriafol). Manifestano in genere una buona attività nei confronti di Septoria, Oidio e

Ruggini. Alcuni, come tebuconazolo (nei Disciplinari di Produzione Integrata sono ammesse solo formulazioni Nc e Xi), epossiconazolo e protriocanazolo (questi ultimi due non ammessi nei Disciplinari di Produzione Integrata) possiedono una buona azione nei confronti della Fusariosi della spiga e di solito vengono impiegati in miscela con altri fungicidi.

Qol. Analoghi delle strobilurine, a cui appartengono le sostanze attive azoxystrobin e trifloxystrobin, pyraclostrobin e picoxystrobin. Sono efficaci nei confronti di Septoria, Ruggini e Oidio quando applicati preventivamente, ma se ne consiglia l'utilizzo in miscela con fungicidi a diverso meccanismo d'azione per prevenire l'insorgenza di fenomeni di resistenza. ■

tossine. La gravità delle infezioni dipende quindi dal numero di infezioni stagionali, dal numero di spighe infette, dal loro stadio di sviluppo al momento dell'infezione e dalla velocità di invasione della spiga da parte dei funghi. Il contenuto di Don dipende, oltre che dai suddetti elementi, dal tempo che il fungo ha avuto a disposizione per invadere le cariossidi e sintetizzare la micotossina.

[SINTOMI

Nel frumento la malattia causa il disseccamento delle spighe, che appaiono sbiancate rispetto alla parte sana della spiga, che rimane di colore verde. La differenza di colore fra parti infette e parti sane è

un importante aspetto diagnostico che va però attenuandosi con il progredire della maturazione. Il disseccamento può essere parziale o totale. Se l'attacco è particolarmente grave, oltre che a disseccare completamente la spiga, il patogeno può infettare la parte terminale del culmo, immediatamente sotto l'inserzione della spiga, che appare imbrunita.

Se il clima è particolarmente umido, possono comparire sulle glume cuscinetti di spore (sporodochi) di colore arancio-salmone. Le cariossidi si presentano striminzite e di colore scuro tendente al rossastro. Lo striminzimento non è però un sintomo costante della presenza di funghi micotossigeni, in quanto le cariossidi infettate

[TAB. 2 - FUSARIOSI DELLA SPIGA, LE CARATTERISTICHE DELLE SPECIE FUNGINE AGENTI

AGENTI PATOGENI	CONSERVAZIONE INOCULO	DIFFUSIONE INOCULO	INFEZIONE SPIGHE	INVASIONE	PRODUZIONE MICOTOSINE
<i>Fusarium avenaceum</i>	Residui infetti	Splash-borne (macroconidi) Air-borne (microconidi)	Bagnatura prolungata RH elevata T27°C (ampio range)	T20-25°C	
<i>F. culmorum</i>	Residui infetti Mal del piede	Splash-borne	Bagnatura anche breve RH bassa T28-30°C	Aw >0,90 T20-24°C	Aw > 0,95 T20-25°C
<i>F. graminearum</i>	Residui infetti mais	Splash-borne (macroconidi) Air-borne (ascospore)	Bagnatura prolungata RH elevata, T25-30 °C	Aw >0,90 T22-24°C	Aw >0,95 T25-30°C
<i>F. poae</i>	Residui infetti	Splash-borne (macroconidi) Air-borne (microconidi)	?	?	T20-30°C
<i>Microdochium nivale</i>	Residui infetti Mal del piede	Splash-borne (macroconidi) Air-borne (ascospore)	Bagnatura prolungata RH elevata, T18-20°C	T18-20°C	

tardivamente, in uno stadio avanzato di maturazione, possono presentarsi di dimensioni normali. Nel grano duro le cariossidi spesso perdono il loro aspetto traslucido e appaiono opache. I sintomi della malattia, caratterizzati da sbiancamenti vistosi della spiga dovuti all'invasione delle ife del fungo nei tessuti vegetali, compaiono in genere dopo una settimana, anche se in condizioni climatiche ottimali (temperatura di 25-30 °C e bagnature prolungate) possono impiegare anche solo 3-4 giorni. In genere attacchi precoci compromettono totalmente la formazione delle cariossidi, mentre attacchi del fungo più tardivi o di gravità apparentemente inferiore possono far sembrare sana la granella che, al contrario, risulta infetta. A volte, in condizioni particolarmente umide è facile notare sulle spighe gli sporodochi di colore arancione, costituiti dalle fruttificazioni agamiche del fungo. Le infezioni secondarie possono originarsi dai conidi aerodifusi.

[STRATEGIA DI DIFESA INTEGRATA

La corretta strategia di difesa integrata dovrebbe in primo luogo tenere conto, già in fase di programmazione, delle tecniche agronomiche, sopra elencate, in grado di sfavorire gli agenti patogeni e nel contempo favorire una crescita equilibrata della coltura.

Tra l'altro queste sono le uniche azioni a carico dell'agricoltore in grado di poter influenzare positivamente o negativamente lo sviluppo della fusariosi (tab. 1). Ciò detto, a oggi risulta quanto mai indispensabile, il ricorso alla chimica con la **concia del seme**. Una buona concia del seme permette di contenere le infezioni fungine con un solo trattamento rivolto alla protezione della spiga nella fase di massima sensibilità alla fusariosi (nei disciplinari di Produzione Integrata, su frumento, viene ammesso un solo trattamento fungicida con l'ec-

cezioni degli areali del Centro-Nord Italia dove, a causa della recrudescenza della septoriosi, ne vengono concessi due).

Questo si posiziona obbligatoriamente nella **fase di inizio fioritura** (10-20% di emissione delle antere) che, negli areali del Nord-Italia mediamente, e a seconda delle diverse varietà impiegate, si raggiunge nella prima o seconda decade di maggio. Tuttavia, in annate particolarmente piovose, con il ripetersi di più cicli infettivi, un solo trattamento non risulta sempre sufficiente per ridurre la contaminazione delle cariossidi dalle micotosine. Inoltre, il trattamento eseguito in questa fase, risulta efficace anche per proteggere le ultime tre foglie anche nei confronti di ruggine bruna e oidio. I prodotti maggiormente efficaci vanno ricercati fra i triazoli, fra i quali tebuconazolo e proclorazolo (non impiegabile in produzione integrata) risultano i più efficaci. Altrettanto valide risultano le miscele di triazoli con proclorazolo o con strobilurine. Nella pratica di campo, il ricorso a prodotti commerciali contenenti diversi principi attivi o a miscele di prodotti contenenti diversi principi attivi, rappresenta spesso la soluzione ottimale per ampliare lo spettro d'azione del trattamento e, nel contempo, prevenire l'insorgenza di fenomeni di resistenza.

Particolarmente innovativo e interessante a questo proposito è la messa a punto di un sistema di supporto alle decisioni per la fusariosi della spiga, denominato FHB - Dss (*Fusarium Head Blight - Decision Support System*) e messo a punto dalla Università di Piacenza. L'applicazione di tale modello previsionale rende in grado ogni agricoltore di calcolare il proprio livello di rischio di infezione da *Fusarium* in base alle condizioni agronomiche di partenza, e di accumulo di micotosine nella granella in funzione dell'andamento meteorologico che si determina durante la fase che va dalla spigatura alla maturazione cerosa. ■

[Sintomi di fusariosi alla maturazione cerosa.



L'autore è del Servizio Fitosanitario - Regione Emilia-Romagna