

# Minimizzare la presenza di micotossine nella granella

[ DI RICCARDO BUGIANI ]

**L**a gestione del rischio di contaminazione da micotossine rimane, su mais, la problematica chiave della coltura a livello nazionale, anche in considerazione delle norme comunitarie che ne fissano i limiti di tolleranza sulle derrate, e a cui tutta la filiera produttiva deve fare riferimento per ottenere una produzione qualitativamente elevata.

Le micotossine sono sostanze naturali prodotte da alcuni funghi parassiti delle piante o agenti di ammuffimento delle derrate alimentari. La proliferazione di questi funghi in campo dipende in larga parte dalle condizioni climatiche. Gli attacchi di *Fusarium* vengono favoriti da temperature elevate e prolungate piogge nel periodo che va dalla fioritura (le sete fiorali rappresentano una importante via di penetrazione del fungo) alla raccolta (da agosto a ottobre) mentre, al contrario, gli *Aspergillus* prediligono periodi di secco e alte temperature che portano la pianta ad accusare uno stress idrico e al fungo di stimolare la produzione di micotossine.

Pertanto in linea generale con un andamento climatico fresco o in areali di coltivazione pedecollinari il rischio di contaminazione della granella da micotossine è basso. Condizioni climatiche calde e siccitose, specialmente in assenza di irrigazione, preludono ad elevate concentrazioni di micotossine nella granella. Le condizioni epidemiologiche e i fattori (pratiche agronomiche, clima e caratteristiche genotipiche degli ibridi) che portano alla contaminazione della produzione da parte delle micotossine sono alquanto complessi e spesso interconnessi fra di loro.

La gestione del rischio di contaminazione passa attraverso l'impiego di pratiche agronomiche virtuose (rotazioni, scelta del giusto ibrido, densità di semina non elevate, concimazioni azotate equilibrate, irrigazione nelle fasi a rischio, etc.) che limitino al massimo le condizioni di stress della coltura in campo. Tuttavia, anche nei casi in cui tutto questo venga rispet-

Le strategie agronomiche, il possibile contributo dei *bio-control agents* e l'ausilio del modello previsionale messo a punto a Piacenza

tato, è comunque necessario un rigoroso controllo della concentrazione delle micotossine e soprattutto un'attenta gestione delle fasi di raccolta, pulitura, essiccazione e stoccaggio.

Dato che gli interventi di decontaminazione e detossificazione della granella sono molto costosi e non sempre efficaci, la minimizzazione del rischio di contaminazione dalle micotossine passa attraverso scelte agronomiche sia in fase di programmazione, per ridurre il potenziale di inoculo fungino, sia durante la stagione vegetativa in campo, per impedire lo sviluppo del fungo, sia infine di post-raccolta e durante lo

stoccaggio del prodotto.

Durante la fase di programmazione le scelte agronomiche che possono incidere sulla maggiore o minore incidenza di micotossine sono:

- le rotazioni colturali;
- la gestione agronomica del terreno;
- la scelta della varietà.

## [ ROTAZIONI

L'avvicendamento colturale è una pratica molto utile e quanto mai consigliabile per ridurre le sorgenti di inoculo di quei funghi che si conservano nei residui colturali e, conseguentemente, per controllarne la loro diffusione. Anche se nei comprensori ad alta presenza di mais, l'inoculo di *Fusarium verticillioides* risulta talmente abbondante da limitare il contributo della rotazione, recenti ricerche hanno evi-

denziato che la contaminazione da fumonisine presenti in campi di mais seguiti a ristoppio risulta maggiore di quelli soggetti a rotazione colturale. Inoltre, il ricorso alla rotazione rappresenta una buona pratica agricola, suggerita anche per la prevenzione e la difesa dalla *Diabrotica virgifera*.

## [ GESTIONE DEL TERRENO

Le sistemazioni del terreno prima della semina della coltura devono essere condotte in maniera tale da favorire la crescita delle piante ed evitare





[ Esiti di un'infezione di *Aspergillus flavus* su mais (sopra a sinistra), fungo patogeno favorito da clima caldo e arido e attacchi di fusariosi su spiga (al centro e a destra), favoriti invece da intense piogge in fioritura.

condizioni anche temporanee di stress. Situazioni che comportano una limitazione dello sviluppo della pianta sono infatti fortemente a rischio aflatossine. È consigliabile curare con attenzione lo sgrondo delle acque in eccesso, in particolare modo nei terreni meno permeabili dove il drenaggio può essere più difficoltoso e limitato. Anche la tessitura del terreno può influenzare indirettamente la contaminazione delle micotossine: nei terreni più sciolti, cioè con forte componente sabbiosa ed in assenza di irrigazione, la coltura può andare soggetta a rilevanti fenomeni di stress e presentare maggiori contaminazioni sia di aflatossine sia di fumonisine.

Il ricorso ad una lavorazione del terreno utile all'interramento dei residui colturali della coltura precedente si rende particolarmente utile quando questa è stata un cereale autunno - vernino o un ristoppio di mais. È consigliabile effettuare tale operazione quanto prima e comunque entro 60 giorni dalla raccolta della coltura in precessione al mais.

## [ SEMINA

### *Scelta varietale*

Un aspetto fondamentale è l'idoneità dell'ibrido alle caratteristiche del suolo e alle condizioni climatiche della zona in cui dovrà essere coltivato. Per minimizzare il rischio di contaminazione da aflatossine è consigliabile scegliere i tipi di ibridi da seminare, privilegiando quelli che offrono le migliori garanzie per quanto



riguarda la tolleranza agli attacchi fungini e la resistenza agli stress idrici. Gli ibridi più precoci (Classe FAO 300-400) sono quelli maggiormente suscettibili alla contaminazione da aflatossine in quanto completano le ultime fasi di maturazione della granella in condizioni climatiche spesso caratterizzate da elevate temperature e scarse precipitazioni, mentre gli ibridi più tardivi (Classe FAO 600-700) sono maggiormente predisposti alla contaminazione da fumonisine in quanto nel prosieguo della stagione è più probabile si manifestino maggiormente le condizioni predisponenti per un loro accumulo (umidità, precipitazioni, temperature più fresche). La scelta della classe di maturità è pertanto legata alla disponibilità di acqua e all'epoca di raccolta.

### *Epoca di semina*

È opportuno effettuare la semina in maniera tempestiva e nel momento in cui si presentano buone condizioni agronomiche e climatiche (temperatura del terreno di almeno 10 °C da alcuni giorni a 5 cm di profondità) ma facendo in modo di collocare il ciclo vegetativo, e soprattutto la fase fiorale, non in coincidenza con le massime temperature. Le semine tardive (indicativamente dalla terza decade di aprile) sono più a rischio per contaminazioni da fusariotossine, in particolare modo per gli ibridi a ciclo tardivo (Classe FAO 600-700). Negli ambienti dove l'acqua può essere un fattore limitante è necessario optare per semine anticipate e ibridi che meglio si adattano agli stress idrici.

### *Densità*

Anche la giusta densità di semina è importante. Densità elevate in ambienti fertili e in prima epoca di semina possono aumentare il rischio di stress idrico delle piante e comportare condizioni microclimatiche più favorevoli allo sviluppo dei funghi tossigeni. In caso di terreno sciolto e di impossibilità di irrigare la coltura, occorre ridurre la densità ottimale di 1-1,5 piante/m<sup>2</sup>. Sperimentazioni condotte in diversi comprensori maidicoli del nord-Italia hanno evidenziato che densità di semina superiori a 8,5 piante/m<sup>2</sup> possono aumentare sensibilmente le contaminazioni delle principali fusarium-tossine.

### *Concia*

[ **Trattamento anti-piralide.** Ha un ruolo determinante nella prevenzione delle contaminazioni.

La concia del seme con agrofarmaci non è una pratica in grado di agire direttamente sui fun-

ghi tossigeni. Infatti, questi si conservano nei residui colturali e l'inoculo raggiunge la spiga trasportato dal vento e/o dalla pioggia. L'infezione "sistemica" della pianta attraverso il seme infetto, pur essendo possibile per i *Fusarium*, non è ritenuta comunque di rilevanza nella pratica.

Durante la stagione vegetativa i fattori da tenere sotto controllo sono quelli evidenziati nei paragrafi seguenti.



**[ 1 - Bio-control agents.** Prove sperimentali mostrano l'efficacia dell'utilizzo di ceppi di *A. flavus* non tossigeni nella riduzione del livello di contaminazione.

**[ 2 - Piralide, periodo di emissione delle setole e clima sono le tre variabili considerate dal modello previsionale anti aflatoSSine.**

### [ FERTILIZZAZIONE

Una corretta gestione della tecnica di fertilizzazione è importante per evitare stress nutrizionali a carico delle piante (carenze ed eccessi) che possono favorire il rischio micotossine. Indubbiamente, nel caso del mais, l'elemento al quale porre maggiore attenzione è l'azoto (N): piante con evidenti sintomi di carenza azotata (limitato sviluppo vegetativo e resa di granella al di sotto della media aziendale) sono maggiormente predisposte alla contaminazione da aflatoSSine. È opportuno poi evitare gli eccessi di N perché possono incrementare sensibilmente la contaminazione delle fumonisine. Ciò probabilmente a seguito dello sviluppo di condizioni microclimatiche più favorevoli alla diffusione dei funghi, quali una minore circolazione dell'aria con piante eccessivamente vigorose ed il mantenimento di elevati livelli di umidità. Quando la dose da applicare in copertura supera i 100 kg/ha di N, è consigliabile frazionare le applicazioni. È consigliabile associare concimazioni di copertura con gli interventi di sarchiatura, per poter provvedere tempestivamente all'interramento dei fertilizzanti. Al mais, come a molte colture da rinnovo, si attribuiscono buone capacità di utilizzare ammendanti organici e liquami in particolare, ma anche la concimazione organica non deve eccedere nella quantità di unità fertilizzanti.

### [ IRRIGAZIONE

L'irrigazione risulta essere uno degli strumenti agronomici più importanti per il controllo delle micotossine nel mais. Condizione ad alto rischio di infezioni in campo da *A. flavus*, produttore di

aflatoSSine, è la presenza di stress idrico successivo alla maturazione cerosa della granella. Pertanto, gli interventi irrigui vanno effettuati in maniera corretta non solo nel periodo immediatamente antecedente la fioritura maschile, ma anche nella fase più avanzata della coltura se le condizioni di umidità del terreno sono insufficienti a soddisfare le esigenze idriche della pianta. E' necessario tuttavia porre la massima attenzione nella gestione della irrigazione perché apporti irrigui eccessivi e prolungati oltre la fase di maturazione latte della granella, favoriscono le condizioni microclimatiche per l'accumulo di fumonisine, senza peraltro determinare significativi incrementi di resa.

### [ DIFESA

Per quanto riguarda la lotta diretta ai funghi tossigeni, recenti ricerche hanno confermato l'utilità del trattamento insetticida nei confronti della piralide.

È ormai noto che esiste una correlazione significativa tra le infestazioni di piralide (*Ostrinia nubilalis*) presenti nella spiga a maturazione cerosa e la contaminazione da fumonisine alla raccolta. Ne consegue che nelle aree maidicole con forte presenza di piralide, la lotta contro questo fitofago diventa fondamentale soprattutto in un'ottica di prevenzione della contaminazione da fusario-tossine. Infatti, la fusariosi è associata al danno delle carioidi, dovuto agli insetti che danneggiano il pericarpo e favoriscono la crescita e la penetrazione del fungo. Nelle annate con forti infestazioni di piralide, il trattamento chimico permette, anche se in misura minore, una riduzione del rischio contaminazione aflatoSSine.

La difesa è da realizzarsi esclusivamente nelle situazioni con forte pressione del fitofago. In particolare i trattamenti vanno posizionati sulla seconda e terza generazione del fitofago. Per quanto riguarda invece i trattamenti fungicidi, il loro impiego non rappresenta a oggi una possibilità concreta, in quanto, su mais è autorizzata solamente la miscela di pyraclostrobin+ eposiconazolo, e unicamente per il controllo di el-

**[ TAB. 1 - LIMITI MASSIMI DI AFLATOSSINE AMMESSI SU MAIS (PPM)**

AFLATOSSINA	MAIS AD USO ALIMENTARE REG. CE 1881/2006		MAIS AD USO MANGIME REG. UE 574/2011
	Tutti i CEREALI e loro prodotti derivati, compresi i prodotti trasformati a base di cereali	MAIS da sottoporre a cernita o altro trattamento fisico prima del consumo umano o dell'impiego quale ingrediente di prodotti alimentari	MAIS per materie prime per mangimi
B <sub>1</sub>	2	5	0,02
Somma di B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub>	4	10	



come competitori nei confronti dei ceppi tossigeni. L'applicazione di tali bio-competitori ha permesso di ridurre efficacemente il livello di micotossine anche in un anno a forte rischio come il 2012. Tali applicazioni potrebbero supportare efficacemente un approccio integrato per la risoluzione del problema aflatossine. Un altro importante strumento per la gestione del problema aflatossine è rappresentato dall'utilizzo di modelli previsionali. Attualmente l'Università Cattolica di Piacenza ha messo a punto un **sistema di supporto alle decisioni** (DSS) con il quale calcolare, a partire dalla data stimata di emissione delle setole, un indice di accumulo potenziale di micotossine, considerando anche tre diversi livelli di attacco di piralide. Tale modello potrebbe rappresentare un utile strumento nella gestione della coltura dalla fase di raccolta a quello di stoccaggio.

mintosporiosi e ruggine. E in ogni caso, per il contenimento delle micotossine, è stato dimostrato che il trattamento contro la piralide risulta più efficace dell'applicazione fungicida.

Interessante, e degno di ulteriore sviluppo, si è rivelato l'utilizzo di **BCA** (Bio-Control Agents). Come si sa, infatti, non tutti i ceppi di *Aspergillus flavus* sono in grado di sintetizzare aflatossine. Pertanto, visto il carattere ubiquitario di tale micete e la sua abilità nel colonizzare diversi tipi di suolo e i residui colturali, si è pensato di utilizzare ceppi di *A. flavus* non produttori di aflatossine adeguatamente selezionati e capaci di non ricombinarsi con ceppi produttori di aflatossine. Tali ceppi sono stati testati con successo in campo

#### [ RACCOLTA

La raccolta è una delle fasi in cui è possibile intervenire più efficacemente per il controllo delle micotossine. La riduzione del rischio di contaminazione da aflatossine passa fondamentalmente da una raccolta della granella con un'umidità non inferiore al 22%. Attendere valori di umidità inferiori è un comportamento ad elevato rischio in quanto può favorire l'accumulo delle aflatossine, soprattutto in annate con andamento stagionale caldo e asciutto. Per minimizzare il rischio è conveniente pertanto effettuare una **trebbiatura tempestiva** che permetta di ridurre il tempo a disposizione dei patogeni tossigeni per svilupparsi e



**BDFUP**  
banca dati agrofarmaci

per smartphone e tablet  
a cura di Marco Borroni

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

**ECOSPI**  
territorio & ambiente

info@bdfup.it • Tel. 02.6555926

**BDF UP** è una banca dati online degli agrofarmaci autorizzati in Italia, ottimizzata per smartphone e tablet e utilizzabile sui più diffusi sistemi operativi per dispositivi mobili (Apple iOS, Android, Windows Phone, BlackBerry, Symbian, ecc.) dotati di schermo touch e connessione a internet.

**BDF UP** riporta le schede di circa 700 sostanze attive e di oltre 6.000 prodotti commerciali. Di ciascun prodotto è inoltre possibile consultare la scheda catalogo e l'etichetta. Completano le informazioni i disciplinari regionali di difesa integrata.

**BDF UP** è uno strumento indispensabile per avere sempre a portata di mano tutte le informazioni utili per un uso corretto degli agrofarmaci nel rispetto delle norme vigenti e in particolare: impieghi autorizzati e relativi intervalli di sicurezza, dosi e modalità d'impiego, limiti massimi di residui.

Su [www.bdfup.it](http://www.bdfup.it) è disponibile una presentazione del programma e la modulistica per l'acquisto.

accumulare tossine nella granella. Al contrario, raccolte ritardate, specialmente nel caso di ibridi tardivi di classe 600, aumentano la probabilità di contaminazione della granella con fumonisine. Nella raccolta è preferibile usare, mietitrebbiatrici a flusso assiale in quanto riducono le lesioni alle cariossidi. Con macchine di tipo tradizionale è opportuno avere

l'accortezza di controllare le regolazioni e di verificare che l'umidità della granella sia sufficientemente elevata e che la velocità di avanzamento e del battitore sia mantenuta bassa. È inoltre consigliabile pulire anche i mezzi di trasporto per eliminare eventuale materiale contaminato.

**Tutte le operazioni devono poter essere fatte velocemente** in modo tale da poter essiccare rapidamente il cereale e non lasciarlo per troppo tempo in condizioni favorevoli allo sviluppo di funghi tossigeni.

Per la produzione di trinciato integrale, la trinciatura tempestiva intorno al 35% di sostanza secca dell'intera massa da insilare è un requisito fondamentale per mantenere basso il livello di contaminazione. Nella fase di formazione dell'insilato, un basso livello di contaminazione viene perseguito con tutte quelle pratiche che

consentono di compattare e chiudere efficacemente l'insilato per indurre velocemente e compiutamente la fermentazione lattica, inclusa l'applicazione di inoculi con lattobacilli specifici e di provata efficienza. Per il pastone da granella, le indicazioni appena fornite sono ancora più importanti. In particolare la raccolta dev'essere effettuata ponendo particolare attenzione al rispetto dell'umidità del materiale da insilare (65-70% di sostanza secca). Considerato l'elevato tenore di sostanza secca del materiale, le fermentazioni indispensabili alla conservazione sono più difficili da avviare quindi è utile l'uso di inoculi con lattobacilli specifici e di provata efficienza non solo per velocizzare l'acidificazione ma soprattutto per stabilizzare il fronte di desilazione. ■

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

**TAB. 2 - RUOLO DELLE VIE DI PENETRAZIONE DEI DIVERSI FUNGHI PATOGENI**

MODALITÀ DI INFEZIONE	AGENTI PATOGENI E RELATIVE MICOTOSSINE PRODOTTE		
	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium verticillioides</i>
	Aflatossina B1	Deossinivalenolo	Fumonisin B1+B2
Sistemica	*	*	*
Sete fiorali	***	***	**
Danni da insetti	**	**	***
Produzione micotossine: *= poco importante; **=mediamente importante; ***=molto importante (da Reyneri 2013)			

## BOSCHI SERVIZI

macchine, attrezzature ed impianti agroindustriali

### SOLUZIONE SILOBAG

#### STOCCAGGIO CEREALI SECCHI

#### STOCCAGGIO INSILATI / BIOMASSE

- Ridotti costi di investimento
- Facile suddivisione per tipologia e qualità
- Alta conservazione della qualità e delle caratteristiche merceologiche del prodotto
- Non servono autorizzazioni
- Vantaggi ambientali (assenza di percolati e di trattamenti antiparassitari)
- Una chiusura ermetica e un compattamento ottimale che riducono la respirazione del prodotto e quindi il suo deperimento (rispetto ai sistemi tradizionali)
- Ideale per i prodotti biologici

