

CAMPIONAMENTO DEI MOLINI A MAIS ITALIANI PER LA RICERCA DELLE FUMONISINE NEI PRODOTTI DELLA TRASFORMAZIONE INDUSTRIALE

Gruppo di Lavoro Micotossine:

Amedeo Reyneri (a), Amedeo Pietri (b), Roberto Causin (c), Carlo Brera (d), Francesca Vanara (a), Enrico Costa (e)

(a) Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del territorio, Università di Torino, Grugliasco (TO)

(b) Istituto di Scienze degli alimenti e della nutrizione, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

(c) Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali, Università di Padova

(d) Centro Nazionale per la Qualità degli Alimenti e i Rischi Alimentari, Istituto Superiore Sanità, Roma

(e) AIREA (Associazione Italiana Raccoglitori Essiccatori Stocicatori), Treviso

Introduzione

La presenza di fumonisine nei prodotti della trasformazione del mais è un problema la cui importanza è andata crescendo, sia per la maggiore attenzione rivolta alle contaminazioni nei cereali sia per l'entrata in vigore di severe normative (Reg. CE 856/2005 del 6 giugno 2005), relative alla contaminazione da fumonisine dalla granella ai diversi prodotti derivati ad uso alimentare.

Oltre alle numerose indagini che forniscono un quadro della diffusione mondiale e locale della contaminazione della granella di mais da fumonisine, alcuni studi sono stati condotti per avere dati relativi al contenuto di tossine che si ritrova nei prodotti a seguito della lavorazione industriale (1-3). Questi lavori sono in grado di fornire alcune indicazioni su come agisce la lavorazione nel ripartire le tossine tra i prodotti e i sottoprodotti, ma la grande variabilità di lavorazioni possibili e conseguentemente la grande variabilità di prodotti finiti, rende necessarie ulteriori indagini sugli impianti di trasformazione presenti sul territorio nazionale. Ulteriore elemento da considerare con attenzione è la variabilità relativa alla metodica di campionamento adottata nel corso delle singole indagini.

In generale, il Reg. Ce 856/2005 definisce tenori massimi ammissibili per le principali *Fusarium*-tossine nelle derrate alimentari a base di cereali. La normativa, secondo quanto indicato nel considerando 2, nasce anche dall'esigenza di garantire l'unicità del mercato. Alcuni stati membri hanno infatti fissato prima dell'entrata in vigore del regolamento comunitario, tenori massimi di queste tossine in taluni alimenti. Si è avuta quindi una situazione di disparità tra i tenori massimi autorizzati negli Stati membri, con relativo rischio di distorsione della concorrenza. La normativa prevede limiti per la granella e per le singole frazioni derivanti dal processo di molitura. La severità dei limiti prospettati su tutti i prodotti della trasformazione molitoria richiede una verifica dei tassi di ripartizione che si verificano durante le lavorazioni per individuare condizioni critiche e tipologie in grado di esercitare una più efficace decontaminazione. Su tale base, i principali molini a mais italiani hanno deciso di svolgere un'indagine coordinata volta a raccogliere le informazioni necessarie a definire la ripartizione delle fumonisine nei più importanti prodotti derivati.

Questa ricerca ha quindi come obiettivi principali: 1) la verifica di come le fumonisine si ripartiscono nei prodotti e sottoprodotti del mais ottenuti a seguito di trasformazione industriale; 2) l'ottenimento di dati rappresentativi ottenuti da diversi impianti di macinazione ma seguendo

una metodica unica rispondente alla normativa sul campionamento delle micotossine (Reg. 401/2006 del 23 febbraio 2006).

Materiali e metodi

Hanno partecipato al progetto 15 impianti con processi di trasformazione rappresentativi delle principali modalità di trasformazione ad uso alimentare. Gli areali di origine della materia prima sono stati Veneto, Friuli, Lombardia, Piemonte e alcuni areali maidicoli esteri. La quantità lavorata dagli impianti presi in esame è pari a circa 0,4 milioni di tonnellate annui, pari a circa il 90% del mais ad uso alimentare umano, fatta esclusione per la quota utilizzata dalle amiderie.

La metodica di campionamento, unica per tutti gli impianti e coordinata da un responsabile presente al momento del prelievo, ha previsto il prelievo di campioni elementari e la formazione del campione globale secondo le modalità e le quantità previste dal Reg.CE 401/2006 sul campionamento delle micotossine nei cereali. I prodotti campionati nel corso della lavorazione sono stati individuati in ciascun impianto in funzione delle specifiche trasformazioni, ma seguendo sempre il principio di prelevare tutte le frazioni che nel loro insieme possano ricostruire la granella di origine.

In generale, i prodotti campionati e la misura in cui ciascun sottoprodotto contribuisce alla composizione della cariosside sono le seguenti. Il germe, primo elemento separato dopo la rottura della granella, costituisce circa il 10% della cariosside; la resa in spezzati e/o grits e/o farine è di circa il 50-55%, mentre il restante 30-35% è costituito dalla farinetta, frazione che unisce il pericarpo della cariosside e la parte di endosperma che non è rientrata nella composizione delle farine ad uso umano.

La procedura seguita presso ciascun impianto ha previsto: 1) definizione dei prodotti da campionare e dei punti di campionamento; 2) valutazione degli intervalli per il prelievo dei campioni elementari in base al flusso di lavorazione e alla dimensione del lotto da campionare, sulla base dei quantitativi riportati nel Reg. 401/2006; 3) calcolo dei momenti di attesa per ogni punto di prelievo a partire dal momento zero, primo prelievo di granella non pulita, al fine di avere la migliore corrispondenza possibile tra la granella e le frazioni derivanti; 4) chiusura ed etichettatura del campione globale da consegnare al laboratorio di analisi; 5) creazione di un registro con i dati relativi al lotto campionato (denominazione impianto, data campionamento, elenco prodotti codificati, provenienza granella, resa di macinazione).

I campioni globali così prelevati sono stati consegnati al laboratorio di analisi dell'ISAN (Istituto di Scienza degli Alimenti e della Nutrizione) dell'Università di Piacenza. La procedura per ogni campione ha previsto la macinazione, necessaria per rendere uniforme la granulometria di tutti i prodotti, l'omogeneizzazione e l'analisi con metodica HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

Per esigenze di sperimentazione la scelta dei lotti non è stata casuale, ma sono stati scelti sia lotti ad alta sia lotti a bassa contaminazione da fumonisine. Di conseguenza, le contaminazioni medie riscontrate non si possono ritenere rappresentative delle produzioni 2005. Proprio per questa grande variabilità delle concentrazioni iniziali dei lotti, il confronto tra i dati è stato realizzato per mezzo dell'elaborazione di valori indice calcolati rispetto alla granella non pulita di ogni singolo lotto.

Gli impianti sono stati suddivisi secondo la tipologia dei prodotti finiti principali, individuando 3 categorie così definite e con i seguenti prodotti riportati secondo un ordine di granulometria decrescente:

- *spezzati*: spezzati grossi, medi o fini, farine fioretto e fumetto;
- *grits*: grits e fioretto;
- *bramate*: farine bramate, fioretto e fumetto.

Ciascun prodotto è caratterizzato da una precisa composizione granulometrica, descritta nelle Tabelle con i dati della contaminazione da fumonisine.

Risultati

L'analisi del processo di trasformazione è iniziata dalla prima fase della lavorazione, la pulitura. I risultati di questo insieme di operazioni, a cui è sottoposta la granella per arrivare ad ottenere la "granella pulita" che sarà poi oggetto di macinazione, sono riportati in Figura 1. Nel complesso, le cariossidi pulite hanno presentato una riduzione del contenuto in fumonisine pari a circa il 40%. Applicando questo tasso a granella contaminata con diversi livelli di fumonisine, al termine della fase di pulizia risulta una riduzione in valore assoluto consistente quando si parte da elevate contaminazioni, mentre se il processo inizia con bassi contenuti in fumonisine si riesce ad allontanare una quota minore di contaminante.

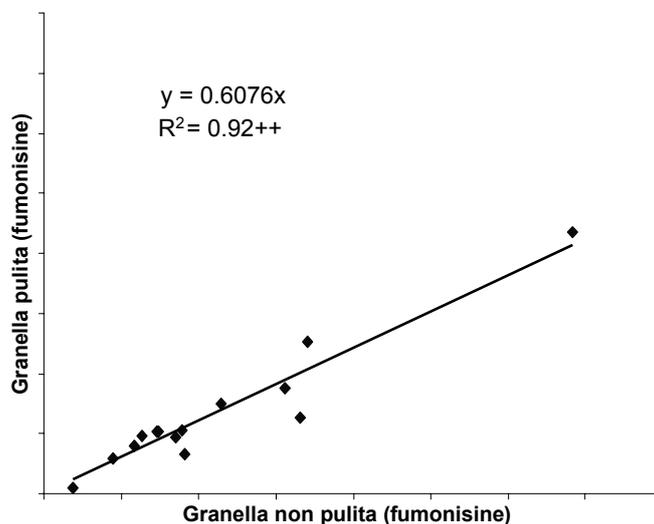


Figura 1. Correlazione tra la contaminazione da fumonisine della granella non pulita e della granella pulita

I dati di contaminazione da fumonisine sono stati utilizzati principalmente per definire coefficienti di ripartizione della tossina nei prodotti finiti in funzione del livello di contaminazione iniziale del mais.

Nel caso di impianti che commercializzano spezzati i risultati sono riportati in Tabella 1. Partendo dai due sottoprodotti, comuni a tutte le tipologie di impianti, il germe presenta un contenuto di fumonisine apprezzabile, pari al 71% del valore della granella intera non pulita. La farinetta risulta invece altamente contaminata, con valori che raddoppiano rispetto a quelli rilevati su mais. Questo prodotto è quindi quello che raccoglie le frazioni a maggiore contaminazione, quali pericarpo e parti farinose dell'endosperma. La separazione delle farinette,

e quindi delle porzioni della cariosside più contaminate, rappresenta quindi un vantaggio per gli altri prodotti ad uso alimentare in quanto le farine risultano decurtate di queste componenti ad alta contaminazione, e il loro livello di sanità migliora rispetto al prodotto di origine della trasformazione. Gli spezzati grossi e medi presentano infatti un contenuto di tossina pari al 10-12% di quella totale presente nella granella di origine, e lo spezzato fine, da cui poi derivano fioretto e fumetto, una contaminazione del 48%.

Nella stessa Tabella 1 sono riportati i valori indice della contaminazione calcolati rispetto alla granella pulita. In questo caso sono stati omessi i valori relativi alla farinetta, in quanto questa frazione contiene anche le frazioni che derivano dalla pulitura e quindi non può essere confrontata con la granella pulita.

Tabella 1. Contaminazione da fumonisine dei prodotti e sottoprodotti della lavorazione nel processo di produzione degli spezzati

Prodotto	Granulometria (micron)	Fumonisine B ₁ +B ₂ (%)	
Granella non pulita		100*	
Granella pulita		64	100**
Spezzato grosso	> 4000	12	19
Spezzato medio	2000-4000	10	16
Spezzato fine	1000-2000	48	75
Fioretto	350-500	37	58
Fumetto	< 350	90	141
Germe		71	111
Farinetta		219	

* Valore indice: granella non pulita=100

** Valore indice: granella pulita=100

Le considerazioni su germe e farinetta sono analoghe per gli impianti che producono grits (Tabella 2). In generale, i prodotti ad uso alimentare umano diretto hanno bassi contenuti in fumonisine rispetto al mais, ma soprattutto nelle frazioni a minore granulometria (200-400 micron) si rileva una presenza non trascurabile del contaminante (45%).

Tabella 2. Contaminazione da fumonisine dei prodotti e sottoprodotti della lavorazione nel processo di produzione dei grits

Prodotto	Granulometria (micron)	Fumonisine B ₁ +B ₂ * (%)	
Granella non pulita		100*	
Granella pulita		67	100**
Grits	250-1400	23	34
Fioretto	200-400	45	67
Germe		54	80
Farinetta		193	

* Valore indice: granella non pulita=100

** Valore indice: granella pulita=100

Considerando gli impianti produttori di bramate (Tabella 3), appare sempre più evidente la relazione esistente tra granulometria e contenuto in tossine. Nella frazione a minore granulometria, il fumetto, si rilevano i maggiori contenuti di fumonisine (61% rispetto la

contaminazione della granella). Al crescere della dimensione della frazione prodotta nel corso della macinazione si osserva invece un aumento della sanità. Le contaminazioni risultano infatti del 15, 22 e 61% rispettivamente nelle bramate, nel fioretto e nel fumetto.

Tabella 3. Contaminazione da fumonisine dei prodotti e sottoprodotti della lavorazione nel processo di produzione delle bramate

Prodotto	Granulometria (micron)	Fumonisine B ₁ +B ₂ * (%)	
Granella non pulita		100*	
Granella pulita		48	100**
Bramata	500-800	15	31
Fioretto	350-500	22	46
Fumetto	< 350	61	127
Germe		48	100
Farinetta		187	

* Valore indice: granella non pulita=100

** Valore indice: granella pulita=100

Discussione e conclusioni

Prendendo in considerazione le informazioni ottenute da questa indagine sulla ripartizione delle fumonisine nei prodotti e sottoprodotti, associate ai dati sulle rese relative alle singole tipologie di processo, si possono dedurre delle indicazioni sulla distribuzione delle fumonisine nella cariosside. In generale, circa la metà delle fumonisine presenti nella cariosside si trovano nelle frazioni esterne, con una quota rilevante anche nell'endosperma farinoso (Tabella 4). La frazione meno toccata dalla contaminazione risulta essere l'endosperma vitreo, che costituisce quasi la metà della cariosside nella maggior parte dei lotti esaminati.

Tabella 4. Bilancio di massa della contaminazione indice da fumonisine considerando le componenti della cariosside

Componenti della cariosside	Resa media (%)	Fumonisine B ₁ +B ₂ * (%)
Granella non pulita	100	
Germe	10	6-8
Pericarpo	9-10	46-50
Endosperma farinoso	30-36	31-42
Endosperma vitreo	39-47	6-11

* Bilancio di massa partendo dal valore indice: granella=100

I dati ottenuti trovano conferma in lavori condotti sempre a scala industriale da altri autori. In particolare, un'indagine condotta in Argentina da Broggi *et al.* (4) conferma sia la concentrazione delle fumonisine nel germe e nella crusca, sia la riduzione della tossina nelle farine secondo un gradiente legato alla granulometria. Lo stesso trend è stato rilevato da Brera *et al.* (5) in una prova condotta presso un impianto italiano utilizzando la metodica di campionamento prevista dal regolamento comunitario.

Questa ricerca si può considerare come il primo esame completo della produzione molitoria nazionale eseguito secondo le regole del campionamento ufficiale, applicate in tutti gli impianti da cui sono stati prelevati i campioni.

Al termine di questa prima fase della ricerca, si prospettano alcune azioni da intraprendere nel futuro: a) per approfondire la relazione tra il livello iniziale di contaminazione e la ripartizione delle fumonisine; b) per valutare interventi mirati sulle singole fasi del processo in grado di influenzare la stessa ripartizione. L'obiettivo principale di questi approfondimenti è quindi quello di ottimizzare il processo produttivo proprio in direzione di un aumento della qualità igienico-sanitaria dei prodotti ad uso alimentare umano diretto.

La ripartizione delle fumonisine nei prodotti, a conferma di quanto già presente in letteratura, è favorevole alla sanità dei prodotti ad uso alimentare umano quali farine per polenta o spezzati e grits usati per successive trasformazioni. Risultano invece svantaggiate le farinette ad uso zootecnico, la cui contaminazione è circa doppia rispetto al valore della granella di partenza trasformata. Gli stessi dati di ripartizione, letti come indici della posizione delle fumonisine nella cariosside, confermano la dominanza della tossina nelle porzioni superficiali (circa 60% nel e sul pericarpo) e la scarsa presenza nelle porzioni più interne e resistenti quali l'endosperma vitreo.

Bibliografia

1. FDA. *Background paper in support of fumonisin levels in corn and corn products intended for human consumption*. Rockville: U.S. Food and Drug Administration; 2001.
2. Katta SK, Cagampang AE, Jackson LS, Bullerman LB. Distribution of *Fusarium* molds and fumonisins in Dry-milled corn fractions. *Cereal Chemistry* 1997;74(6):858-63.
3. Reyneri A, Vanara F, Peila U, Bertetto L. Ripartizione delle micotossine (*Fusarium*-tossine) nei prodotti e sottoprodotti della lavorazione industriale del mais. *Tecnica Molitoria* 2004;10:957-66.
4. Broggi LE, Resnik SL, Pacin AM, Gonzalez HHL, Cano G, Taglieri D. Distribution of fumonisins in dry-milled corn fractions in Argentina. *Food Additives and Contaminants*, 2002;19(5):465-9.
5. Brera C, Debegnach F, Grossi S, Miraglia M. Effect of industrial processing on the distribution of fumonisin B₁ in dry milling corn fractions. *Journal of Food Protection* 2004;67(6):1261-6.