

RIDUZIONE DELLA CONTAMINAZIONE DA MICOTOSSINE NEL MAIS MEDIANTE PULIZIA DELLA GRANELLA SU SCALA INDUSTRIALE

Michelangelo Pascale (a), Katarina Slettengren (b), Anna N. Vega (b), Vincenzo Lippolis (a), Salvatore Cervellieri (a), Annalisa De Girolamo (a), Veronica M.T. Lattanzio (a), Biancamaria Ciasca (a), Antonio F. Logrieco (a)

(a) Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari, Italia

(b) Bühler AG, Uzwil, Svizzera

Introduzione

Il mais, primo cereale nel mondo per produzione, risulta essere molto suscettibile alla contaminazione da micotossine i cui livelli dipendono fortemente dall'annata agraria. Tra le micotossine che possono contaminare il mais, le aflatossine e alcune tossine di *Fusarium* (fumonisine, deossinivalenolo e zearalenone) sono quelle considerate di maggiore preoccupazione a causa dei loro effetti tossici sull'uomo e sugli animali (1, 2). È noto che cariossidi di mais ammuffite, scolorite, danneggiate o rotte, così come le polveri all'interno di una partita contaminata, contengono alti livelli di micotossine (3). Una combinazione di tecnologie in grado di rimuovere efficacemente le frazioni contaminate può quindi ridurre significativamente la contaminazione da micotossine nel prodotto finale (4-9).

In letteratura sono riportati solo due studi condotti su scala industriale finalizzati a valutare l'efficacia dei processi di pulizia delle cariossidi nel ridurre il contenuto di micotossine nel mais. In particolare, è stata valutata l'efficacia della pulizia del mais sui livelli di aflatoxina B₁ (AFB₁) e fumonisin B₁ (FB₁) in un processo industriale finalizzato a valutare la distribuzione di queste micotossine nelle frazioni ottenute dalla macinazione a secco della granella. Tale studio ha mostrato una riduzione dei livelli di AFB₁ e FB₁ molto variabile, nell'intervallo 8-57% e 11-34%, rispettivamente. L'entità della decontaminazione ottenuta dipendeva dai livelli di contaminazione del mais non processato (10). In uno studio più recente, la pulizia del mais con un separatore meccanico, un aspiratore e una selezionatrice ottica ha mostrato una riduzione delle fumonisine di circa il 42% (11).

Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'efficacia di differenti tecniche di pulizia delle cariossidi a livello industriale nel ridurre i livelli di aflatoxine (AF), deossinivalenolo (DON), fumonisine (somma di FB₁ e FB₂) e zearalenone (ZEA) nel prodotto pulito.

Le tecniche includevano:

- i) separazione meccanica delle cariossidi sulla base delle loro dimensioni allo scopo di eliminare le frazioni grosse, piccole e gli spezzati;
- ii) rimozione delle polveri/particelle sottili attraverso un sistema di aspirazione;
- iii) separazione delle cariossidi basata sulla loro densità
- iv) selezione ottica delle cariossidi con difetti cromatici e di forma.

A tale scopo, diversi lotti di mais (3-25 tonnellate) contaminato da AF, DON, FB₁, FB₂ e ZEA sono stati processati in tre diversi impianti industriali, in Italia, Germania e Spagna, per valutare l'effetto della pulizia delle cariossidi sulla riduzione dei livelli di tali micotossine.

Materiali e metodi

Campionamento e analisi delle micotossine

Il campionamento è stato eseguito lungo l'intera linea di processo in accordo al Regolamento (CE) 401/2006 tenendo conto del peso del lotto e della velocità di scarico (tonnellate/ora). È stato raccolto un numero di campioni incrementali da 3 a 100 (circa 100-300 g ciascuno) mediante campionamento dinamico o statico, a seconda delle frazioni campionate (Figura 1).



Figura 1. Alcune fasi del campionamento lungo la linea di pulizia del mais

Le analisi delle micotossine sono state eseguite con metodi HPLC previa purificazione degli estratti mediante colonnine ad immunoaffinità. Quando possibile, sono stati utilizzati metodi standard AOAC o CEN.

Risultati e discussione

È stata osservata una riduzione significativa del contenuto di micotossine nel prodotto pulito con percentuali fino al 90% per le aflatossine (AFB₁ e aflatossine totali), fino all'88% per lo zearalenone (ZEA), fino all'82% per il deossinivalenolo (DON) e fino al 69% per le fumonisine (somma di FB₁ e FB₂), rispetto al prodotto iniziale non pulito. L'efficacia della riduzione dipendeva dalla concentrazione iniziale delle micotossine nel prodotto non processato e dalla percentuale di materiale di scarto.

Tutte le frazioni degli scarti di pulitura, ed in particolare le polveri e le frazioni di scarto prodotte dall'aspiratore e dalla selezionatrice ottica, contenevano elevati livelli di micotossine, con concentrazioni fino a 340 µg/kg per le aflatoxine, 78.540 µg/kg per il DON, 27.850 µg/kg per FB₁+FB₂ e 26.920 µg/kg per lo ZEA.

In Tabelle 1 e 2 sono riportati, a titolo di esempio, i risultati di alcune prove sperimentali. In particolare, nella prova con le tossine di *Fusarium*, le percentuali di riduzione più basse osservate nel lotto B (Tabella 2) per DON e FB₁+FB₂ possono essere spiegate dai bassi livelli di micotossine nel prodotto non processato e dalle percentuali più basse di materiale scartato.

Tabella 1. Riduzione del contenuto di aflatoxine in mais sottoposto a processo di pulizia (separazione meccanica, aspirazione e selezionatrice ottica)

Lotto	Frazione	Aflatoxine (µg/kg)	Riduzione (%)
A*	Prodotto prima della pulizia	30,2	84
	Prodotto dopo la pulizia	4,7	
B*	Prodotto prima della pulizia	24,5	76
	Prodotto dopo la pulizia	6,0	

* flusso: 15 t/h; prodotto eliminato: 6,6%

Tabella 2. Riduzione del contenuto di Deossinivalenolo (DON), Zearalenone (ZEA) e Fumonisine (FB₁+FB₂) in mais sottoposto a processo di pulizia (separazione meccanica, aspirazione e selezionatrice ottica)

Lotto	Frazione	DON (µg/kg)	Riduzione DON (%)	ZEA (µg/kg)	Riduzione ZEA (%)	FB ₁ +FB ₂ (µg/kg)	Riduzione FB ₁ +FB ₂ (%)
A*	Prodotto prima della pulizia	10160	82	1900	88	5810	69
	Prodotto dopo la pulizia	1780		220		1830	
B**	Prodotto prima della pulizia	250	36	50	80	1660	49
	Prodotto dopo la pulizia	160		10		850	

* flusso: 25 t/h; prodotto eliminato: 17%; ** flusso: 17 t/h; prodotto eliminato: 4%.

Il confronto tra i dati riportati in letteratura (10, 11) e i risultati ottenuti in questo studio mettono in evidenza l'elevata variabilità delle percentuali di riduzione dovuta soprattutto alla difficoltà di condurre un campionamento affidabile a livello industriale. Tuttavia, il risultato che va sottolineato è che in tutte le prove sperimentali, tutti i prodotti di scarto contenevano livelli elevati di micotossine confermando la bontà dei sistemi di pulizia utilizzati, sia meccanici che ottici, nel rimuovere materiale contaminato.

Qualora i livelli di micotossine dopo la pulizia non dovessero rientrare nei livelli massimi ammissibili, è sempre possibile ripetere il processo di pulizia. Questo eviterà il mancato utilizzo del lotto contaminato che dovrebbe quindi essere distrutto o destinato ad altro uso (es. per la produzione di biogas o bioetanolo) con notevoli danni economici per il produttore.

La pulitura delle cariossidi svolge anche un'azione preventiva in quanto l'allontanamento di frazioni facilmente attaccabili da funghi come cariossidi striminzite, spezzate e polveri riduce notevolmente il rischio di colonizzazione fungina e produzione di micotossine durante la fase di conservazione dei cereali.

Conclusioni

I risultati di questo studio dimostrano che l'impiego di una linea di pulizia che combina tecnologie di selezione sia meccaniche che ottiche è una soluzione affidabile per ridurre sensibilmente la contaminazione da micotossine nel mais. Il processo di pulizia andrebbe ottimizzato in maniera da minimizzare gli scarti ottenendo prodotti finali con livelli di micotossine al di sotto dei limiti massimi ammissibili delle micotossine in materie prime per mangimi e derrate alimentari.

Ringraziamenti

Lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto MYCOKEY (H2020-Grant Agreement No 678781).

Bibliografia

1. Wild CP, Gong YY. Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. *Carcinogenesis* 2009;31(1):71-82.
2. Gashaw M. Review on mycotoxins in feeds: implications to livestock and human health. *Journal of Agricultural Research and Development* 2015;5(3):137-144.
3. Shi H, Strohshine RL, Ileleji K. Differences in kernel shape, size, and density between healthy kernels and mold discolored kernels and their relationship to reduction in aflatoxin levels in a sample of shelled corn. *Applied Engineering in Agriculture* 2017; 33(3):421-431.
4. Schaarschmidt S, Fahl-Hassek C. The Fate of mycotoxins during the processing of wheat for human consumption. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2018; 17(3):556-593.
5. Stasiewicz MJ, Falade TDO, Mutuma M, Mutiga SK, Harvey JJW, Fox G, Pearson TC, Muthomi JW, Nelson RJ. Multi-spectral kernel sorting to reduce aflatoxins and fumonisins in Kenyan maize. *Food Control* 2017; 78:203-214.
6. Tibola CS, Fernandes JMC, Guarienti EM. Effect of cleaning, sorting and milling processes in wheat mycotoxin content. *Food Control* 2016; 60:174-179.
7. Pearson TC, Wicklow DT, Brabec DL. Characteristics and sorting of white food corn contaminated with mycotoxins. *Applied Engineering in Agriculture* 2010; 26(1):109-113.
8. Brera C, Catano C, De Santis B, Debegnach F, De Giacomo M, Pannunzi E, Miraglia M. Effect of industrial processing on the distribution of aflatoxins and zearalenone in corn-milling fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006; 54(14):5014-5019.
9. Visconti A, Haidukowski M, Pascale M, Silvestri M. Reduction of deoxynivalenol during durum wheat processing and spaghetti cooking. *Toxicology Letters* 2004; 153:181-189.
10. Pietri A, Zanetti M, Bertuzzi T. Distribution of aflatoxins and fumonisins in dry-milled maize fractions. *Food Additives and Contaminants Part A* 2009; 26(3):372-380.
11. Vanara F, Scarpino V, Blandino M. Fumonisin distribution in maize dry-milling products and by-products: impact of two industrial degermination systems. *Toxins* 2018;10(9):357.