

Micotossine

I funghi filamentosi microscopici, comunemente noti come muffe, possono svilupparsi principalmente su derrate alimentari di origine vegetale (mais, grano, ecc.) ed in alcuni casi anche di origine animale (prodotti carnei, insaccati), e produrre, in particolari condizioni ambientali, sostanze tossiche note come micotossine. Le micotossine sono prodotte dal metabolismo secondario di alcune specie fungine appartenenti principalmente ai generi *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* sia a seguito di stress ambientali cui la pianta è stata sottoposta come ad esempio condizioni di estrema aridità del campo, mancanza di un assorbimento bilanciato di nutrienti, sia a causa di fattori ambientali come condizioni climatiche, temperatura, umidità, attacco da insetti e volatili. Attualmente sono note più di 300 micotossine che essendo prodotte da un ampio spettro di specie fungine presentano strutture chimiche assai differenziate, con le aflatossine che presentano una struttura eterociclica altamente ossigenata, le ocratossine che presentano una struttura cumarinica derivata, ed i tricoteceni che possiedono una struttura assai simile tra loro, caratterizzata da quattro anelli condensati, con gruppi alcolici ed esterei ed un gruppo epossidico a cui si deve la loro tossicità. Le micotossine sono dotate di elevata tossicità per l'uomo e per gli animali con caratteristiche di genotossicità, cancerogenicità, immunotossicità, mutagenicità, nefrotossicità e teratogenicità. Gli alimenti possono risultare contaminati da micotossine a seguito di infestazione fungina direttamente sulla derrata: è stato calcolato che nel mondo circa il 25% dei raccolti sono soggetti alla contaminazione da micotossine nelle varie fasi di produzione, lavorazione, trasporto ed immagazzinamento. La definizione delle caratteristiche intrinseche dell'alimento in grado di favorire la contaminazione da micotossine è alquanto complessa, ma in generale substrati ricchi in carboidrati e lipidi sono risultati più esposti a questo tipo di contaminazione. Gli alimenti vegetali maggiormente a rischio sono i cereali, i legumi, la frutta secca ed essiccata, alcuni tipi di frutta, le spezie, il cacao ed il caffè verde. La contaminazione diretta può anche verificarsi, nelle fasi di immagazzinamento, anche su alimenti di origine animale quali formaggi ed insaccati. Inoltre, qualora mangimi contaminati vengano usati nell'alimentazione di animali da allevamento, anche i prodotti da questi derivati (latte, carne e uova) possono risultare contaminati da micotossine. Questo tipo di contaminazione "indiretta" può assumere una rilevanza considerevole a causa degli elevati livelli di micotossine potenzialmente presenti nei cereali, e soprattutto nelle loro parti più esterne, che costituiscono gli ingredienti di base delle formulazioni mangimistiche. Anche in alcuni alimenti trasformati, quali birra e vino, possono essere presenti micotossine a causa di contaminazione delle materie prime impiegate. Anche se, in alcuni ambienti di lavoro, l'assorbimento attraverso la pelle o attraverso le particelle disperse nell'aria costituisce fonte crescente di preoccupazione, le micotossine esercitano la loro azione tossica sull'uomo principalmente attraverso l'ingestione di alimenti contaminati. È importante sottolineare che le operazioni tecnologiche di lavorazione degli alimenti e le procedure domestiche di cottura non esercitano generalmente alcuna azione significativa di abbattimento sulle tossine inizialmente presenti nella materia prima o nell'alimento. Le micotossine, inoltre, sono sostanze chimiche che residuano nelle derrate alimentari anche laddove la muffa abbia cessato il suo ciclo vitale o sia stata rimossa dalle operazioni tecnologiche di lavorazione dell'alimento o del mangime. Alcuni casi particolari in cui può avvenire una riduzione della contaminazione sono rappresentati dalla molitura dei cereali per la quale si ha un impoverimento di micotossine nelle frazioni più interne del chicco, e la tostatura spinta, del tipo in uso in Italia, del caffè. Altre strategie di decontaminazione e detossificazione sugli alimenti e sui mangimi sono riconducibili a metodologie di natura fisica come l'irraggiamento e l'estrazione con solventi, di natura biologica come l'uso di microrganismi antagonisti, e di natura chimica come l'ammoniazione, anche se vietata in Europa, il trattamento con bisolfito, l'ozonizzazione, e la interazione con agenti chelanti. Le principali micotossine che attualmente sono all'attenzione della Autorità Sanitaria preposta alla tutela della salute pubblica sono le aflatossine, le fumonisine, le ocratossine, la patulina, i tricoteceni e lo zearalenone.

- Aflatossine
- Fumonisine
- Ocratossina A
- Patulina
- Tricoteceni
- Zearalenone
- Altre micotossine

Aflatossine

Le Aflatossine sono prodotte dal metabolismo secondario di alcuni ceppi fungini di *Aspergillus flavus* (da cui il nome) e *Aspergillus parasiticus*, che si sviluppano su numerosi substrati vegetali come cereali (con particolare riferimento al mais), semi oleaginosi (come le arachidi), spezie, granaglie, frutta secca ed essiccata, sia durante la coltivazione che durante il raccolto e l'immagazzinamento. I requisiti per la produzione di aflatossine da parte dei diversi tipi di funghi produttori sono alquanto aspecifici e corrispondono a temperature comprese tra 25°C e 32 °C e a valori di acqua libera (Aw) tra 0.82 e 0.87. Le aflatossine vengono prodotte preferenzialmente su substrati ricchi di carboidrati e mentre le aflatossine B1 e B2 sono prodotte dall'*A. flavus* e dall'*A. parasiticus*, le G1 e G2 sono prodotte solo dal secondo. La produzione di aflatossine da parte dell'*A. flavus* risulta inoltre particolarmente abbondante in stagioni con temperature superiori alla media e piovosità inferiori alla media. Inoltre, la presenza di insetti spesso coincide con alti livelli di aflatossine specie nel caso della piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*), in quanto gli insetti sono da considerare tra i maggiori responsabili della contaminazione sia per la veicolazione delle spore fungine, sia per il danneggiamento alla pianta con un aumentata esposizione della stessa all'attacco fungino. Le aflatossine sono sostanze chimicamente riferibili alla difuranocumarina. Fra le 17 aflatossine finora isolate solo cinque sono considerate rilevanti sia per diffusione sia per tossicità: le aflatossine B1, B2, G1, G2 e la aflatossina M1, metabolita idrossilato, che deriva dal metabolismo della aflatossina B1 da parte di animali alimentati con mangimi contaminati con aflatossina B1. La aflatossina M1 si ritrova nel latte con una percentuale di trasferimento che oscilla tra l'1% ed il 3% a seconda delle specie animali. La serie G contiene un anello lattonico, mentre la serie B contiene un anello ciclopentenoico, che è responsabile della maggiore tossicità di questa serie. Le aflatossine vengono prodotte su substrati ricchi di carboidrati e mentre le aflatossine B1 e B2 sono prodotte dall'*A. flavus* e dall'*A. parasiticus*, le G1 e G2 sono prodotte solo dal secondo. Sono sostanze cristalline, solubili in solventi organici moderatamente polari, come cloroformio, metanolo, dimetilsolfossido, poco solubili in acqua (10-30 µg/ml) e insolubili nei solventi organici non polari. Le aflatossine allo stato puro sono stabili in assenza di luce e degradate dalle radiazioni UV, instabili in condizioni di pH < 3 e > 10 e in presenza di agenti ossidanti. Alcune di queste tossine sono dotate di fluorescenza nativa, che è utilizzata per l'analisi e per la cernita delle unità contaminate (ad esempio per fichi secchi e arachidi). L'aflatossina B1 è genotossica ed epatocancerogena e anche gli effetti tossici delle altre aflatossine sono riconducibili ad epatotossicità, iperplasia dei condotti biliari, emorragia del tratto gastrointestinale e dei reni. Essendo l'aflatossina B1 genotossica, non è possibile stabilire una soglia massima di assunzione con la dieta e pertanto il principio tossicologico di riferimento è quello di mantenere il livello di esposizione il più basso possibile (As Low As Reasonable Achievable, ALARA). Nel 1993 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, ha classificato la Aflatossina B1 nel Gruppo 1, cioè come "agente cancerogeno per l'uomo".