



Il rischio
Micotossine
in Piemonte

RIASSUNTO

Le micotossine sono metaboliti secondari prodotte da funghi e lieviti, che colonizzano le coltivazioni sia durante la loro crescita in campo sia nelle successive fasi di raccolta, trasporto e stoccaggio. Sono riconosciute quali potenziali tossici per uomo e animali (con gradi di gravità diversi a seconda della specie) e sono considerate più pericolose dei pesticidi. Nonostante il rischio che possono creare rimangono misconosciute e sottovalutate. Fatta eccezione per alcune specie, poco si sa della loro diffusione globale in termini quantitativi, di cosa comporti in termini economici un'infestazione massiva da micotossine (raccolti distrutti, campi a riposo), ma soprattutto qual è il loro effetto tossico e la relazione dose-risposta che intercorre tra esposizione e reazione avversa dell'uomo e degli animali. L'attività preventiva sulla crescita dei funghi produttori di micotossine rimane pertanto cruciale sia da un punto di vista economico sia in termini di salute pubblica. Le micotossine si pongono come problema anche sotto un altro punto di vista. Rappresentano, infatti, un esempio di quanto siano sempre più indispensabili considerazioni olistiche rispetto a molti cibi e più in generale in campo di sicurezza alimentare, del tipo previste da un'analisi costi-benefici (EFSA, 2006).

Questa relazione propone un excursus sul mondo delle micotossine, sulla legislazione in vigore e sui limiti di concentrazione consentiti per singolo prodotto a livello europeo, sulle tecniche diagnostiche e sull'attività svolta nel 2009 dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, da Arpa Piemonte – Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, per riconoscere e prevenire la diffusione delle micotossine, di concerto con tutti gli operatori sanitari sul territorio.

SOMMARIO

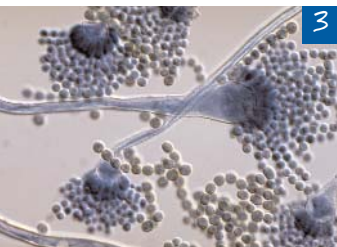
INTRODUZIONE	3
Effetti economici della contaminazione degli alimenti da micotossine	6
Legislazione Europea	6
CONTROLLI UFFICIALI PER L'ANNO 2009 IN PIEMONTE	11
Aflatossine B1, B2, G1, G2	13
Aflatossina M1	15
Ocratossina A	16
Patulina	18
Fusariotossine: Fumonisine B1 e B2, Zearalenone, Deossinivalenolo, Tossine T2/HT2	19
CONTROLLI NELL'AMBITO DEI PROGETTI DI RICERCA	22
VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO DA MICOTOSSINE	24
CONCLUSIONI	26
Alimenti destinati al consumo umano	26
Alimenti destinati alla zootecnica	28
RIFERIMENTI	30



INTRODUZIONE

Funghi produttori di micotossine

- 1 Fusarium
- 2 Penicillium
- 3 Aspergillus



Il binomio naturale-sano è uno dei principali stereotipi che condiziona i comportamenti alimentari della popolazione nei paesi ad alto tenore di vita. Durante tutti gli stadi della produzione, gli alimenti sono esposti a diversi tipi di contaminazione chimica o biologica che ne compromettono la qualità e soprattutto la sicurezza. Se è vero che **l'opinione pubblica** percepisce fortemente il rischio da sostanze chimiche sintetizzate in laboratorio dall'uomo e solo successivamente aggiunte agli alimenti, è altrettanto vero che essa ignora completamente il rischio da sostanze tossiche che possono essere già presenti nell'alimento stesso perché prodotte in natura.

È ormai riconosciuto che le micotossine, sintetizzate da funghi che possono proliferare su numerosissime derrate agricole, sono tra i contaminanti più pericolosi per la salute dell'uomo.

L'entità del rischio è dovuta a

- **ampio spettro di risposte tossiche** dovute (cancerogenicità, mutagenicità, ecc..) a queste molecole,
- **possibile diffusione della contaminazione:** sono presenti nella catena alimentare sia nei prodotti finiti di origine vegetale sia nei derivati di animali, che hanno ingerito mangime contaminato.

Gli alimenti più suscettibili alla contaminazione da muffe tossigene sono i prodotti vegetali. La definizione delle carat-

teristiche intrinseche dell'alimento in grado di favorire la contaminazione da micotossine è alquanto complessa, ma in generale i substrati ricchi in carboidrati e lipidi sono risultati i più esposti a questo tipo di contaminazione.

Gli alimenti di origine vegetale destinati all'uomo o ad uso zootecnico maggiormente a rischio sono

- i cereali,
- i legumi,
- la frutta secca ed essiccata,
- alcuni tipi di frutta fresca,
- le spezie,
- il cacao ,
- il caffè verde,
- semi oleaginosi (es. semi di cotone)
- mangimi completi (es. unifeed) e complementari

Lo sviluppo delle muffe e dei loro metaboliti tossici sulle derrate alimentari può verificarsi **sia in campo, prima del raccolto, in seguito a condizioni ambientali sfavorevoli**, come eccessiva umidità e temperature elevate o infestazione da insetti, o a pratiche colturali inadeguate, come la mancanza di rotazione delle colture, un improprio sistema di irrigazione, un eccessivo utilizzo di pesticidi, **sia in seguito al raccolto, durante il trasporto o lo stoccaggio a causa di scorrette pratiche di conservazione** delle derrate alimentari.

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 residuano nelle derrate alimentari anche dove la muffa abbia cessato il suo ciclo vitale o sia stata rimossa dalle operazioni tecnologiche di lavorazione dell'alimento o del mangime.

L'interesse scientifico per le micotossine inizia negli anni '60 a seguito della sindrome che colpì un elevato numero di

È ormai
riconosciuto
che le
micotossine,
sintetizzate
da funghi
che possono
proliferare su
numerossime
derrate
agricole,
sono tra i
contaminanti
più pericolosi
per la salute
dell'uomo

L'interesse scientifico per le micotossine inizia negli anni '60 a seguito della sindrome che colpì un elevato numero di tacchini in Inghilterra

tacchini in Inghilterra ("Turkey X disease" - Blount, W.P., Turkeys, 9, 52 (1961).

Il problema delle micotossine non è nuovo ma è vecchio quanto l'agricoltura e forse ha condizionato la storia e la salute dei popoli più di quanto normalmente si pensi.

Con le moderne conoscenze è possibile ricondurre a episodi di micotossicosi acuta alcuni avvenimenti epidemiologici rilevanti nella storia dell'uomo la cui storia è giunta fino a noi, dalle "piaghe d'Egitto", descritte nell'Antico Testamento (Esodo 7, 14-13,16), all'ergotismo (o fuoco di Sant'Antonio) molto diffuso nel Medioevo tanto da essere considerato una pestilenza.

L'ultimo episodio grave è stato registrato nel maggio 2004 in Kenia con 323 casi clinici dovuti a intossicazione per consumo di mais contaminato da oltre 20 ppm di aflatoxina B1.

Anche l'Italia si sono registrati casi rilevanti per animali allevati:

fine anni '60	tacchini / arachide	aflatossine tipo B
anni '70	suini / mais	zearalenone; deossinivalenolo
anni '70:	vitelloni / necrosi coda	tossina T2
vari episodi:	leukoencephalomalacia / cavalli	fumonisine
2003	grave contaminazione di mais e latte	aflatossina B1- aflatossina M1

La contaminazione da micotossine nei mangimi richiede una particolare attenzione degli operatori della filiera agro-alimentare e zootecnica nel controllo dei livelli indesiderabili di tali contaminanti nei prodotti destinati all'alimentazione animale (AUZ).

Nel caso dell'aflatossina B1 devono essere considerati con particolare attenzione i mangimi composti destinati al bestiame da latte.

Effetti economici della contaminazione degli alimenti da micotossine

La FAO stima che circa il 25% del raccolto mondiale sia contaminato a vario livello da micotossine e da ciò derivano perdite per svariati miliardi di dollari.

Le perdite si manifestano lungo tutta la filiera produttiva, dal campo fino alle fasi ultime delle lavorazioni dei cereali, comprese le perdite derivanti dal peggioramento dello stato sanitario degli animali, dal conseguente maggior impiego di farmaci e dalla riduzione delle performance.

Nella valutazione delle perdite, tutte nel breve periodo, non è compreso il peggioramento dello stato sanitario delle popolazioni più o meno esposte, per le quali si hanno effetti a lungo periodo, che finiscono per gravare sui costi sanitari.

Da questa preoccupazione deriva la scelta da parte di molti paesi di introdurre limiti sempre più rigorosi, anche se in breve periodo gli effetti non sono misurabili. D'altronde, quando si ha a che fare, come nel caso dell'aflatossina B1, con molecole certamente cancerogene e genotossiche, è ovvio che si tenda a richiedere il livello di presenza il più basso possibile.

Per evitare l'esposizione alla popolazione, molti paesi hanno scelto di introdurre limiti sempre più rigorosi

Legislazione Europea

Nell'ambito della valutazione e della gestione del rischio, la normativa europea stabilisce fin dal 1995^[1] l'urgenza di un monitoraggio permanente per identificare le produzioni più a rischio e per verificare la conformità degli alimenti a tutela dei consumatori.

I riferimenti principali nazionali e comunitari sono per gli alimenti il Regolamento CE 1831/2003 e le sue numerose modi-



fiche e integrazioni^[2]; per i mangimi la Raccomandazione 2006/576/CE^[3], il DM 15 maggio 2006 (limiti massimi per l'Ocratossina A)^[4] e il D.Lgs 149 del 10 maggio 2004 (limiti massimi per l'aflatossina B1)^[5]. Il continuo aggiornamento normativo è necessario per porre sempre maggiore attenzione alla sicurezza alimentare e per armonizzare le esigenze dei diversi paesi membri dell'Unione Europea e dei Paesi Terzi e per garantire l'esistenza di un mercato unico senza distorsioni della concorrenza. Periodicamente i comitati scientifici dell'autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) eseguono valutazioni sul rischio tossicologico rappresentato da tali molecole (Tabella 1 e 2) e sulla potenziale esposizione dei cittadini dell'Unione Europea.

Particolare attenzione riveste il ruolo del controllo sull'importazione di prodotti da Paesi in via di sviluppo, principali produttori di alimenti estremamente a rischio come il caffè, il cacao, le spezie e la frutta secca.

In seguito ad un'analisi del rischio per i mangimi, la Commissione Europea ha considerato prioritariamente la suscettibilità degli animali, stabilendo dei limiti di tolleranza alti per gli animali meno sensibili, e bassi per tutti gli animali giovani, sensibili e lattiferi. Per gli alimenti, invece, sono stati fissati dei limiti di tolleranza solo per le tipologie di prodotti più soggetti a contaminazione.

Particolare
attenzione
riveste il ruolo
del controllo
sull'importazione
di prodotti
da Paesi in
via di sviluppo

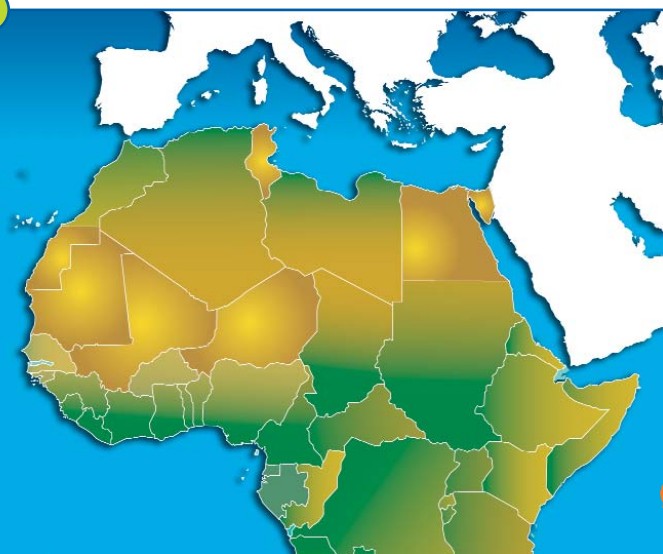


TABELLA 1 – PARAMETRI TOSSICOLOGICI PER L'UOMO DELLE SINGOLE MICOTOSSINE

MICOTOSSINA	EFFETTO CANCEROGENO	PARAMETRI TOSSICOLOGICI (TDI)	EFFETTO TOSSICO SULL'UOMO
Aflatossine	Cancerogeno	ALARA (As Low As Reasonably Achievable)	Epatocarcinoma tossico dell'uomo Cirrosi infantile dell'India Sindrome di Reye Epatopatia infantile dell'Africa
Ocratossina A	Possibile cancerogeno	5 nanogrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno	Nefrocarcinoma tossico dell'uomo
Patulina	Non cancerogeno	400 nanogrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno	Immunotossicità
Zearalenone	Non cancerogeno	200 ng/kg pc/ giorno di peso corporeo al giorno	Sintomatologia estrogenica nell'uomo (ipofertilità)
Deossinivalenolo	Non cancerogeno	1000ng/kg pc/ giorno di peso corporeo al giorno	Sindrome emetica (vomito)
Tossina T-2, HT-2	Non cancerogeno	60 nanogrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno	Leucopenia tossica alimentare (ATA)
Fumonisine	Possibile cancerogeno	2000 nanogrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno	Cancro dell'esofago dell'uomo (HEC)

In Tabella 1 sono riportate i parametri tossicologici e gli effetti tossici delle micotossine per l'uomo; per le aflatossine dotate di evidente attività cancerogena per la quale la TDI non ha un significato completo, la JEFCA suggerisce che il livello di contaminazione degli alimenti dovrebbe essere quello ragionevolmente più basso possibile (ALARA).

In Tabella 2 sono riportate le dosi di alcune micotossine e i loro effetti in diverse specie e categorie di animali.

**TABELLA 2 – DOSI DI MICOTOSSINE ED EFFETTI
IN DIVERSE SPECIE E CATEGORIE DI ANIMALI**

CATEGORIA ANIMALE **DOSE** (parti per milione) **EFFETTI TOSSICI SUGLI ANIMALI**

AFLATOSSINE

BOVINI

Vitelli	0,15	Riduzione della crescita e dell'efficienza alimentare
Vitelloni	1,00	Danni al fegato e perdita di peso
	2,00	Gravi danni epatici, morte

Vacche da latte	1,50	Riduzione della produzione di latte
-----------------	------	-------------------------------------

SUINI	0,20	Crescita ridotta
--------------	------	------------------

AVICOLI	0,40	Gravi danni epatici, immunodepressione
----------------	------	--

DEOSSINIVALENOLO

BOVINI	12,00 (x 10 sett.)	Nessun effetto
---------------	--------------------	----------------

SUINI

Ingrasso	5,00 – 8,00	Riduzione sostanziale dell'ingestione (anche 50%)
	12,00	Rifiuto completo dell'alimento
	20,00	Comparsa del vomito

Scrofe	5,00	Riduzione del peso dei feti
--------	------	-----------------------------

ZEARALENONE

BOVINI

Manze	12,00	Ridotta fertilità
-------	-------	-------------------

Vacche	50,00	Ridotta fertilità
--------	-------	-------------------

SUINI

Scrofe	3,00 – 10,00	Anestro e false gravidanze
--------	--------------	----------------------------

Scrofe gravide	12,00	Morte embrionale
----------------	-------	------------------

AVICOLI

Polli e tacchini	200,00	Nessun effetto
------------------	--------	----------------

continua . . .

FUMONISINE

BOVINI	100,00	Lievi danni al fegato e leggera riduzione dell'incremento del peso
SUINI	25,00	Lievi danni epatici e riduzione dell'efficienza di utilizzazione della razione
AVICOLI		
Tacchini	100,00	Ridotta ingestione, danni al fegato, rachitismo, diarrea e lesioni alle tibie
Polli	200,00	Ridotta ingestione, danni al fegato, rachitismo, diarrea e lesioni alle tibie
EQUINI	10,00	Danni al fegato, leucoencefalite e morte

TOSSINA T-2, HT-2

BOVINI		
Vitelli	0,16 0,32 0,60 (x 30 giorni)	Diarrea Sangue nelle feci Morte al 20° giorno
OVINI		
Agnelli	0,60 (x 21 giorni)	Iperemia focale e dermatiti alla commessura labiale
AVICOLI		
Polli	<1,00 >1,00 2,00-5,00 >10,00 (x 2-5 sett.)	Lesioni del cavo orale e dell'intestino Effetti immunomodulatori Arresto della crescita Frammentazione del DNA
SUINI	0,03 (x 28 giorni)	Riduzione dell'ingestione (13%), danni al fegato, immunodepressione

OCRATOSSINA

BOVINI		
Vitelli	0,10 – 2,00 (x 30 giorni)	Poliuria, blanda enterite
SUINI	0,20 – 4,00 (x 3-4 mesi)	Nefropatia micotossica
AVICOLI		
Polli	0,20 – 4,00 (x 20 giorni)	Immunodepressione



CONTROLLI UFFICIALI PER L'ANNO 2009 IN PIEMONTE

Per gli alimenti
di origine vegetale
la ricerca analitica
è affidata
al Polo Alimenti
di Arpa Piemonte
e all'IZSPLV
per gli alimenti
di origine animale
e ad uso
zootecnico

La Regione Piemonte, attraverso le Aziende Sanitarie Locali e, autonomamente, la Dogana di Torino Caselle e i carabinieri del NAS, hanno realizzato un vasto programma di controllo degli alimenti a rischio alla produzione e al commercio.

Per gli alimenti di origine vegetale la ricerca analitica è affidata al Polo Alimenti di Arpa Piemonte e ai laboratori Centro Latte, Ricerca Residui e Sezione Asti dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta (IZS PLVA) per mangimi e prodotti di origine animale, ed è effettuata con metodi di prova validati e accreditati ISO 17025.

Le micotossine vengono ricercate nei cereali, frutta secca, vino, caffè, cacao e i loro derivati, formaggi, latticini, yogurt, latte e prodotti a base di latte per la prima infanzia.

Vengono ricercate invece nei mangimi semplici a base di cereali e semi di cotone e in mangimi completi e complementari.

Sono state ricercate, nelle varie matrici, una o più delle seguenti micotossine:

- Aflatossine B1, B2, G1, G2
- Aflatossina M1
- Ocratossina A
- Patulina

- Zearalenone
- Fumonisine B1 e B2
- Deossinivalenolo
- Tossine T2/HT2

per un totale di oltre 2.000 determinazioni eseguite da Arpa Piemonte e più di 1.000 determinazioni eseguite dall'IZS PLVA.

Per valutare l'esposizione cumulativa dell'uomo e degli animali alle micotossine, nell'elaborazione dei risultati, sono stati evidenziati:

- i campioni non regolamentari. Prodotti su cui è stata rilevata una concentrazione di micotossine superiore ai tenori massimi consentiti per la tipologia di prodotto e specie animale;
- i campioni positivi. Prodotti su cui si è rilevata la presenza di tossine in concentrazione superiore al limite di rivelabilità (LOD) del metodo adottato ma inferiore al limite di legge.

Per quanto riguarda gli alimenti, le positività riscontrate sono state numerose (circa 29% dei campioni) ma solo in quattro prodotti (circa 1%) la concentrazione di micotossine ha superato i limiti di legge.

Per quanto riguarda i mangimi, invece, le positività riscontrate sono state particolarmente elevate (circa 90% dei campioni), e in 15 prodotti (circa 1,5%) la concentrazione di micotossine ha superato i limiti massimi di accettabilità.

I livelli di concentrazione di interesse per le varie micotossine e le procedure analitiche sono differenti a seconda della destinazione d'uso dell'alimento. Per gli alimenti destinati ad uso zootecnico, i limiti legali sono molto più alti di quelli per i prodotti destinati all'uomo, in quanto si esamina la valutazione del rischio da micotossine come caratterizzazione del pericolo e valutazione dell'esposizione.

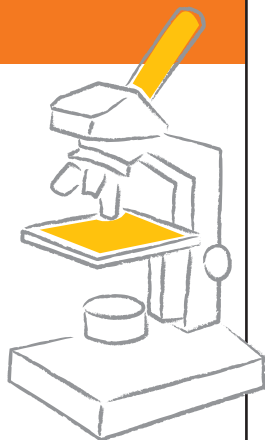
Per il dettaglio dei risultati ottenuti si rimanda ai paragrafi successivi.



Per quanto riguarda gli alimenti, le positività riscontrate sono state numerose (circa 29% dei campioni) ma solo in quattro prodotti (circa 1%) la concentrazione di micotossine ha superato i limiti di legge

Aflatossine B1, B2, G1, G2

L'organo bersaglio è principalmente il fegato, ecco spiegato il nome di epatotossine.

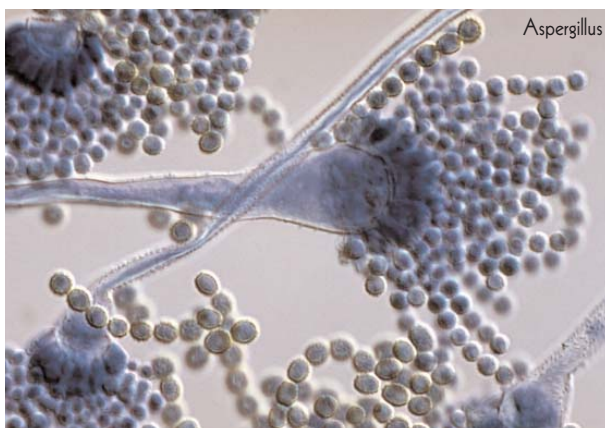


Attualmente, sono considerate le micotossine più pericolose per la salute umana e animale.

L'organo bersaglio è principalmente il fegato, da cui il nome di epatotossine. L'Agencia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha classificato come sicuramente cancerogena la B1 e le altre come possibili cancerogene. È comprensibile quindi la particolare attenzione rivolta alla ricerca di queste molecole. Per la B1 e per la somma delle quattro aflatossine sono stati, infatti, definiti tenori massimi tollerabili specifici per numerosi tipi di matrice secondo il consumo medio presumibile dell'alimento.

I funghi *Aspergillus Flavus* e *Parasiticus*, che le producono, sono muffe che si trovano soprattutto nelle regioni a clima caldo e umido e che contaminano, sia in campo che in fase di post-raccolta, principalmente frutta secca, spezie e cereali.

Il prelievo di campioni è stato effettuato principalmente su alimenti contemplati dalla normativa, ma in parte anche su matrici diverse per individuare altre fonti potenziali di rischio. In Tabella 3 sono riportate le matrici indagate e i risultati ottenuti.



**TABELLA 3 – CAMPIONI ANALIZZATI PER LA DETERMINAZIONE DI AFLATOSSINE B1, B2, G1, G2
CONTROLLI UFFICIALI ANNO 2009**

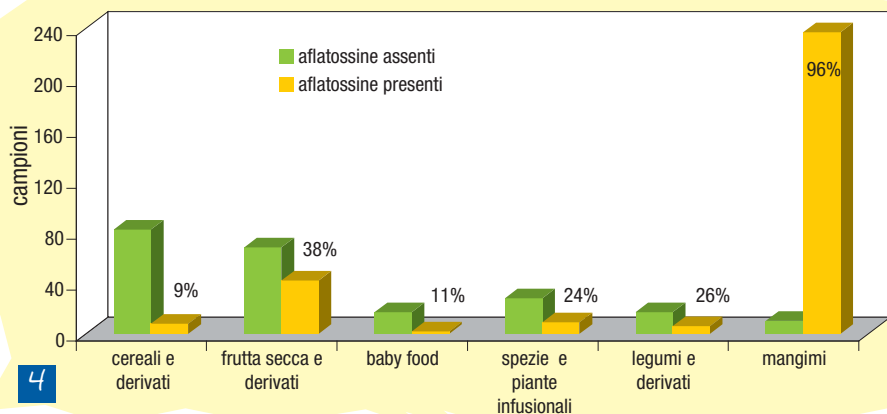
ALIMENTI	N° CAMPIONI ANALIZZATI	CAMPIONI POSITIVI	CAMPIONI NON REGOLAMENTARI
<i>ALIMENTI DESTINATI ALLA ZOOTECCNA</i> (mangimi semplici a base di cereali e semi di cotone, mangimi completi e complementari)	247	237	0
<i>ALIMENTI DESTINATI ALL'UOMO</i>			
cereali e derivati	90	8	0
frutta secca e derivati	110	42	3
baby food	19	2	0
spezie e piante infusionali	37	9	0
legumi e derivati	23	6	0
TOTALE	526	298	3

In Figura 5 è riportata la percentuale di positività alla determinazione, distinta per matrice

In 67 campioni di alimenti destinati all'alimentazione umana, pari al 24%, si è riscontrata la presenza di aflatoSSine, e per tre campioni di farina di castagne si è misurato un superamento dei tenori massimi tollerati per la B1 e per la somma.

La contaminazione di prodotti provenienti da Paesi in via di sviluppo (frutta secca e spezie) è ancora a livelli preoccupanti, pur trattandosi di alimenti a consumo limitato. I tipi di frutta secca più a rischio risultano essere, però, le castagne, e, soprattutto, le farine ottenute dalla loro macinazione. In questo caso si tratta di prodotti di provenienza prevalentemente regionale o comunque italiana.

Verosimilmente di origine nazionale sono anche le farine di mais analizzate, di cui circa un terzo risulta contaminato.



4

4 Distribuzione della contaminazione da aflatossine B1, B2, G1, G2 per alimento (l'assenza è intesa come concentrazione inferiore al limite di rilevabilità)

Da notare infine la percentuale di positività dei legumi (ceci e soia), poiché si tratta di un tipo di matrice non ancora considerata dalla normativa.

Su 247 alimenti analizzati destinati agli animali, si è riscontrata una presenza di aflatossine pari al 96%, ma nessun campione ha superato i limiti di legge.



Aflatoxina M1

Questa tossina è il metabolita idrossilato dell'aflatossina B1 riscontrabile nel latte di bovini che hanno ingerito mangime contaminato. La molecola è presente anche nei prodotti derivati, spesso in concentrazione maggiore. La normativa comunitaria prevede un limite per l'Aflatoxina M1 nel latte, mentre per i prodotti derivati è necessario tenere in considerazione un adeguato fattore di conversione.

Nel 2009 sono stati analizzati in totale 292 campioni di latte e derivati (dolci e semilavorati per dolci), formaggi (pasta dura, semidura e molle), latticini e latti per prima infanzia. Si è riscontrata la presenza di Aflatoxina M1 su alcuni cam-

L'Aflatoxina M1 è riscontrabile nel latte dei bovini che hanno ingerito mangime contaminato

pioni di latte, con valori comunque molto inferiori al limite di legge e su 1 campione di latte crudo con valori superiori al limite.

In Tabella 4 sono riportate le matrici indagate e i risultati ottenuti

TABELLA 4 – CAMPIONI ANALIZZATI PER LA DETERMINAZIONE DI AFLATOSSINE M1 CONTROLLI UFFICIALI ANNO 2009

ALIMENTI DESTINATI ALL'UOMO	N° CAMPIONI ANALIZZATI	CAMPIONI POSITIVI	CAMPIONI NON REGOLAMENTARI
LATTE E DERIVATI (DOLCI E SEMILAVORATI PER DOLCI)	261	81	1
FORMAGGI E LATTICINI	8	0	0
LATTE PRIMA INFANZIA E YOGURT	23	0	0
TOTALE	292	81	1

Ocratossina A

L'Ocratossina A (OTA) è una micotossina prodotta da varie specie fungine, appartenenti ai generi *Penicillium* e *Aspergillus*.

La tossina viene generata nella fase di stoccaggio delle derrate alimentari, in particolare cereali, frutta secca, cacao e caffè. Sull'uva da vino è presente invece già alla raccolta. La tossina è stata riscontrata anche nella carne di animali che l'avevano ingerita nel mangime, in particolare in quella equina.

L'OTA è una potente nefrotossina, ma i dati epidemiologici sono ancora incompleti e non giustificano quindi la

classificazione dell'OTA come cancerogeno renale umano. Di conseguenza l'EFSA in una recente valutazione [6] ha innalzato la soglia di assunzione tollerabile (PTWI) a 120ng/kg p.c. sett.

In Tabella 5 sono indicati le diverse matrici analizzate nel corso del 2009.

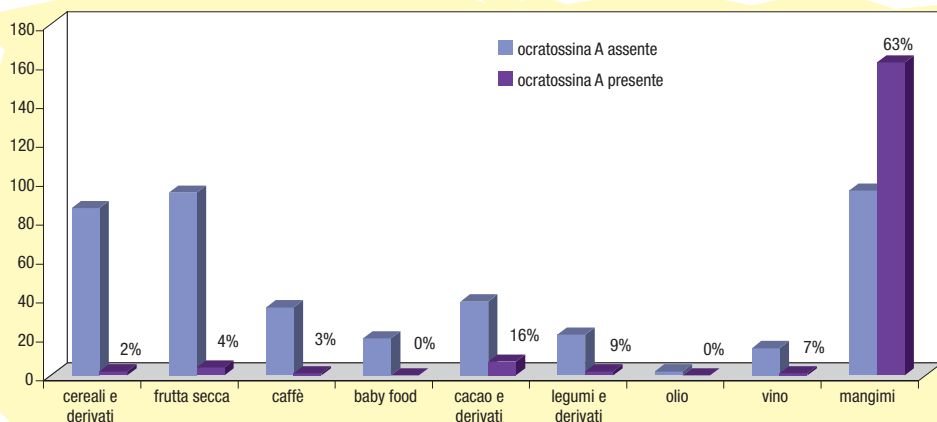
TABELLA 5 - CAMPIONI ANALIZZATI PER LA DETERMINAZIONE DI OCRATOSSINA A CONTROLLI UFFICIALI ANNO 2009

ALIMENTI	N° CAMPIONI ANALIZZATI	CAMPIONI POSITIVI	CAMPIONI NON REGOLAMENTARI
ALIMENTI DESTINATI ALLA ZOOTECNIA (mangimi semplici a base di cereali e semi di cotone, mangimi completi e complementari)	256	161	0
ALIMENTI DESTINATI ALL'UOMO			
cereali e derivati	88	2	0
frutta secca e derivati	98	4	0
baby food	19	0	0
cacao e derivati	45	8	0
legumi e derivati	23	2	0
caffè	36	1	0
vino	15	1	0
olio d'oliva	2	0	0
TOTALE	582	179	0

Nel 2009 erano stati stabiliti limiti tollerabili comunitari per cereali, uvetta, vino e caffè torrefatto [2]. Per il caffè verde, la birra e il cacao si è fatto riferimento alla normativa nazionale [7,8].

Dei 326 campioni di alimenti analizzati nel 2009, solo 18 sono risultati positivi alla determinazione e non si è riscontrata nessuna irregolarità.

La distribuzione della contaminazione in relazione alla matrice è riportata in Figura 5



5

Il **cacao** è risultata la matrice più a rischio, ma le concentrazioni misurate sono molto inferiori al tenore massimo stabilito. Tra i diversi tipi di frutta secca l'OTA è stata riscontrata soprattutto sulle castagne, sempre in concomitanza con la contaminazione da aflattossine. Nei due campioni di **legumi** risultati positivi si sono rilevate concentrazioni elevate ma, in assenza di limiti di legge specifici, considerando l'entità del consumo della tipologia di alimento e facendo riferimento al PTWI, non si ritiene che rappresentino un rischio. Riguardo ai mangimi, sono stati analizzati 256 campioni e ben 161 sono risultati positivi alla rivelazione del kit ELISA, ma non si è riscontrato nessun campione non regolamentare.

5 Distribuzione della contaminazione da Ochratoxina A per alimento (l'assenza è intesa come concentrazione inferiore al limite di rilevanza)

Patulina

La Patulina è un metabolita secondario prodotto da un numeroso gruppo di funghi, ma la sua presenza è correlata soprattutto alla contaminazione



da *Penicillium expansum*, un comune patogeno della frutta e, in modo particolare, delle mele. La patulina è resistente ai processi industriali di lavorazione della frutta di conseguenza i prodotti che ne derivano costituiscono le principali fonti di assunzione di questa tossina.

La patulina ha mostrato immunotossicità, neurotossicità ed effetti dannosi sullo sviluppo del feto e sul tratto gastrointestinale.

Nel 1993 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, ha classificato la patulina nel Gruppo 3, cioè come "non classificabile come agente cancerogeno per l'uomo". Il monitoraggio del 2009 è stato effettuato su 19 campioni di succhi di frutta di cui 3, pari al 16%, sono risultati positivi, ma con concentrazioni inferiori al limite di legge.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha classificato la fumonisin B1 come "possibile agente cancerogeno per l'uomo"

Fusariotossine: Fumonisine B1 e B2, Zearalenone, Deossinivalenolo, Tossine T2/HT2

Le Fusariotossine sono le micotossine prodotte da diversi funghi di campo della specie *Fusarium*, tra cui il *Fusarium verticillioides* e il *Fusarium proliferatum*. Le **Fumonisine** (B1, B2 e B3) sono presenti nel mais e nei prodotti a base di mais mentre il **Deossinivalenolo** (DON o vomitossina), appartenente al gruppo dei trico-teceni, e lo **Zearalenone** sono diffusi in moltissimi cereali compresi frumento, orzo e riso.

La fumonisin B1 è considerata il derivato più tossico del gruppo delle fumonisine e l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha inserito la FB1 nel Gruppo 2B, clas-

sificandola come "possibile agente cancerogeno per l'uomo", sebbene non sussista ancora una correlazione diretta tra incidenza di tumori e consumo di mais. Nonostante i dati raccolti indichino che si debba tener conto di tutte e tre le forme di fumonisine, considerata l'elevata presenza di FB1 e la sua maggiore tossicità, unita alla minore concentrazione di FB3, sono stati definiti valori soglia solo per la somma di FB1 e FB2 [2].

La FB1 risulta epatocancerogena nei ratti e ha effetti tossici principalmente su suini, dove provoca edema polmonare (PPE), e negli equini la leucoencefalomalacia (ELAM). Anche lo Zearalenone non rientra fra quelle considerate cancerogene ma è noto il suo effetto tossicologico a livello ormonale.

I metaboliti attivi ritrovati negli alimenti contaminati dallo ZEA sono gli isomeri alfa zearalenolo e beta zearalenolo, i quali esplicano un'attività di tipo estrogenico, legandosi al recettore citosolico dell'estradiolo e provocando negli animali bovini e suini manifestazioni identiche a quelle degli estrogeni fisiologici.

I principali effetti tossici del DON sono nausea, vomito, diarrea, gastroenteriti, malfunzionamento del sistema ematopoietico e immunosoppressore.

Le Tossine T2/HT2 sono state rinvenute prevalentemente nel grano e nell'avena e sono molto tossiche per suini, polli e ruminanti, in cui provocano gastroenteriti emorragiche, rifiuto del cibo, vomito e aplasia midollare. Presentano inoltre attività mutagenica, teratogena e immunosoppressiva.

Per quanto riguarda il controllo della presenza di T-2, allo stato attuale non vi sono limiti massimi di accettabilità nei mangimi.

I dati a disposizione sul "carry over" delle fusariotossine dal mangime ai tessuti commestibili, latte e uova compresi, indicano che il trasporto è modesto, e pertanto i residui nei tessuti animali contribuiscono in misura insignificante all'esposizione umana totale. La contaminazione dei mangimi provoca comunque danni importanti nel settore zootecnico.

Lo Zearalenone non è considerato cancerogeno ma ha effetto tossico a livello ormonale

I principali effetti tossici del DON sono nausea, vomito, diarrea, gastroenteriti, malfunzionamento del sistema ematopoietico e immunosoppressore

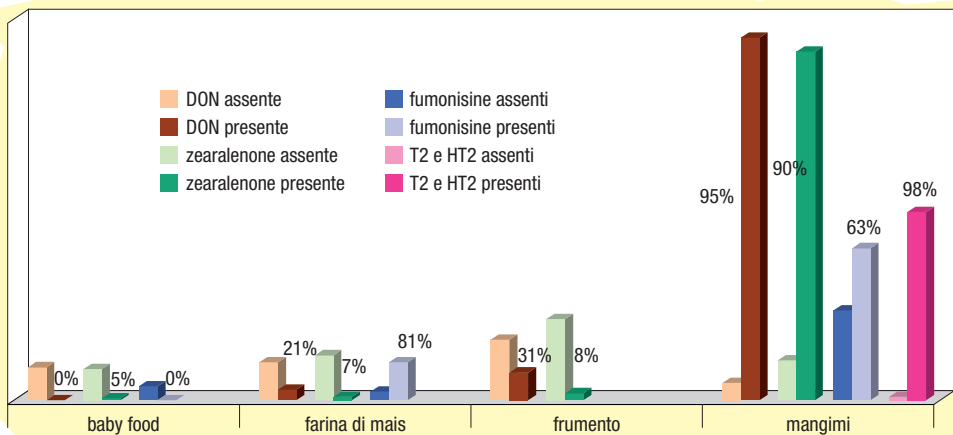
In Tabella 6 sono riportate le positività riscontrate alla determinazione delle fusariotossine.

La distribuzione della contaminazione secondo la matrice è riportata in Figura 6.

**TABELLA 6 – CAMPIONI ANALIZZATI PER LA DETERMINAZIONE DI FUSARIOTOSSINE
CONTROLLI UFFICIALI ANNO 2009**

ALIMENTI	CAMPIONI POSITIVI				CAMPIONI NON REGOLAMENTARI
	DON	ZEARALENONE	TOSSINA T ₂ /HT ₂	FUMONISINE	
ALIMENTI DESTINATI ALLA ZOOTECNIA (mangimi semplici a base di cereali e semi di cotone, mangimi completi e complementari)	210	202	109	88	15
ALIMENTI DESTINATI ALL'UOMO					
mais e derivati	6	2	n.a.	22	1
frumento e derivati	16	4	n.a.	n.a.	0
Baby food	0	1	n.a.	0	0
TOTALE	232	209	109	110	16





6

Per quanto riguarda gli alimenti destinati agli animali, il deossivalenolo, lo zearalenone, le fumonisine e la tossina T2/HT2 risultano presenti nella quasi totalità dei mangimi analizzati. Su 15 mangimi, tutti destinati alla specie suina risultati non regolamentari al test di screening ELISA, 14 campioni per DON e un campione per zearalenone superano il tenore massimo tollerabile.

6 Distribuzione della contaminazione da fusariotossine per alimento (l'assenza è intesa come concentrazione inferiore al limite di rilevanza)

CONTROLLI NELL'AMBITO DI PROGETTI DI RICERCA

Nel 2009 al laboratorio Polo Alimenti dell'Arpa Piemonte, sono stati analizzati anche campioni di vino nell'ambito del progetto CIPE "Valutazione del rischio, prevenzione e gestione della presenza di micotossine nella filiera vitivinicola piemontese",



svolto dal 2006 al 2009 in collaborazione con AGROINNOVA, Dip. Chimica analitica, DiVa-PRA – Università di Torino .

Nel triennio considerato sono stati analizzati 104 campioni: 37 di vino piemontese e 67 di vino di altra provenienza (Calabria e Georgia).

La presenza di Ocratossina A è stata rilevata nel 24% dei campioni con una concentrazione molto contenuta, compresa tra 0.16 e 1.12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (tenore massimo di 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[2]). I campioni positivi alla determinazione sono tutti di provenienza piemontese.

Presso la Sezione di Asti dell'IZS PLVA, nel 2009, sono stati analizzati campioni di mangimi prelevati a scopo di studio dagli specializzandi della Scuola di Specialità di Patologia Suina della Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Torino, "Club Moretta". Il lavoro ha posto particolare attenzione all'alimentazione zootecnica, attraverso prelievi di mangimi semplici e composti per suini, presenti nei mangimifici e negli allevamenti della provincia di Cuneo. Su di essi sono state effettuate determinazioni analitiche di screening per ricerca di aflatossine, fusetossine e ocratossina .

La presenza di deossinivalenolo è stata rilevata in tutti i 72 campioni, mentre il 12,5% ha superato il tenore massimo tollerabile con una concentrazione contenuta, compresa tra 937 e 1287 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (il valore di riferimento per i mangimi complementari e completi per suini è 900 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Nel 2009 sono stati analizzati campioni di vino nell'ambito del progetto CIPE. La presenza di Ocratossina A è stata rilevata nel 24% dei campioni con una concentrazione però molto contenuta



VALUTAZIONE E GESTIONE DEL Rischio DA MICOTOSSINE

La valutazione del rischio di contaminazione da micotossine è un percorso molto complesso che spesso si interrompe per il gran numero di variabili non soltanto non quantificabili, ma talvolta addirittura non qualificabili.

La loro produzione è strettamente dipendente dalla disponibilità di matrici nutrizionali e dalla rete relazionale che si instaura tra il fungo e/o lievito che le produce e diversi fattori ambientali. Gli studi ecofisiologici che sono stati condotti hanno portato alla determinazione di profili di germinazione, crescita e produzione di micotossine, ma rimane ancora alquanto teorica la possibilità di convertire tali dati in modelli predittivi. Si è visto che in particolari condizioni di stress ambientali, la produzione delle micotossine diventa una variabile indipendente sia dai più noti fattori di rischio, sia dalla crescita dei funghi da cui originano. Inoltre bisognerebbe tenere in considerazione anche i fattori abiotici in grado di interferire con la crescita fungina e con la produzione di micotossine. Al problema della singola contaminazione si affianca quello delle contaminazioni multiple il che è, a sua volta, un problema multiplo che comprende diversi scenari:

- 1) uno stesso lievito è in grado di produrre diverse micotossine;
- 2) una coltura può essere contemporaneamente parassitata da diversi lieviti;

In particolari condizioni di stress ambientali, la produzione delle micotossine diventa una variabile indipendente sia dai più noti fattori di rischio sia dalla crescita dei funghi da cui si origina

Se da un lato sono noti alcuni fattori favorenti la crescita dei contaminanti temperatura e umidità, dall'altro poco si conosce della relazione tra fattore di rischio ed effetto

- 3) in fase di stoccaggio può avvenire cross contaminazione delle singole materie prime;
- 4) in un prodotto alimentare pronto al consumo (sia esso mangime composto o cibo per uomini), diverse matrici possono contenere diverse micotossine.

Se da un lato sono noti alcuni fattori favorenti la crescita di questi contaminanti, quali per esempio temperatura e umidità, dall'altro poco ancora si conosce in termini quantitativi della relazione tra fattore di rischio ed effetto. Qual è la temperatura ottimale per lo sviluppo di micotossine? Per quanto tempo deve persistere quel livello di temperatura perché la micotossina venga prodotta? C'è una fase di latenza e se sì quanto dura? Sono stati proposti alcuni modelli predittivi (Rossi V., et al., 2003), ma sono molto specifici e riguardano il rischio di crescita di una singola micotossina su un singolo "cultivar". Il rischio viene espresso in termini di indici di capacità di sporulazione, ma gli autori stessi sottolineano il basso livello di accuratezza del modello soprattutto in caso di alto rischio.

Altra incognita è quella legata all'incremento potenziale dei livelli di micotossine in seguito alla riduzione nell'utilizzo di fungicidi (risk-risk comparison). Per arrivare a definire quale sia il pericolo maggiore, ed eventualmente il rischio, è necessaria non solo una singola valutazione del rischio, ma anche una valutazione comparata delle singole conseguenze e una dettagliata analisi costi-benefici (Muri S.D., et al., 2009). Per effettuare l'analisi comparativa sono stati sviluppati appositi modelli utili alla gestione del rischio (Integrated Probabilistic Risk Assessment, IPRA); (van der Voet and Slob, 2007), utilizzabili sia in casi come quello del confronto rischio micotossine "versus fungicidi" sia come quello dei pesci che contengono importanti componenti nutrizionali come gli acidi grassi poliinsaturi ma che sono anche ad alto rischio di contaminazione da diossine.

Le suddette, e anche altre, cause fisiologiche fanno sì che vi siano ancora pochi studi sulla relazione tossica tra esposizione ed effetto. Vista la carenza di informazioni si rende ancora più necessaria una globale strategia preventiva che includa strategie agronomiche e miglioramento delle tecniche di coltura, di stoccaggio, ma soprattutto un sistematico monitoraggio lungo tutta la catena alimentare. Seppur pochi e non universali, ci sono studi che dimostrano come piccoli accorgimenti, quali per esempio l'avvicendamento delle colture, limitino la diffusione sia dei funghi e/o lieviti sia dei loro prodotti tossici. Anche la modellistica predittiva può essere uno strumento utile alla prevenzione della contaminazione da micotossine, ma bisogna ancora lavorare molto allo sviluppo di variabili con una buona capacità predittiva del rischio per l'uomo.

Vi sono studi che dimostrano come piccoli accorgimenti, ad esempio l'avvicendamento delle colture, limitino la diffusione sia dei funghi e/o lieviti sia dei loro prodotti tossici



CONCLUSIONI



Alimenti destinati al consumo umano

I risultati ottenuti dalle analisi eseguite nel 2009 sono in linea con l'andamento degli ultimi anni e con quelli certificati a livello europeo e nazionale. L'impatto delle micotossine sui consumatori è però ancora sottostimato in quanto l'intossicazione è raramente acuta. È necessario valutare l'esposizione complessiva all'inter-

no della dieta perché è l'effetto cronico, ovvero l'accumulo nel tempo di piccole quantità, il più grave rischio derivante dagli alimenti, come dimostrato dal "carry over" di queste molecole nel latte materno.

La tipologia di indagine eseguita ha interessato quasi esclusivamente prodotti trasformati e pronti al consumo umano diretto. Verosimilmente le materie prime presentano livelli di contaminazione molto più elevati.

Nel caso dei contaminanti naturali quali le micotossine, le uniche possibilità di contenimento dell'esposizione della popolazione entro una dose tollerabile sono:

- l'attuazione delle più corrette pratiche agricole e di stoccaggio;
- un adeguato autocontrollo di tutte le fasi della filiera;
- la selezione rigorosa delle materie prime impiegate.

Tali pratiche assumono un'importanza ancora maggiore nel caso di alimenti destinati a gruppi vulnerabili come lattanti e bambini. Estrapolando i risultati solo per gli alimenti destinati all'infanzia (**baby food**) si rileva una contaminazione decisamente contenuta. Due campioni con concentrazione molto bassa di Aflatossina B₂ e un campione contaminato da Zearalenone. Se però si considerano i prodotti potenzialmente a largo consumo infantile, quali il cacao, i gelati e i derivati dei cereali, l'entità dell'esposizione a tutte le micotossine finora considerate cresce notevolmente. La contaminazione più elevata riguarda senz'altro la frutta secca, in particolare le castagne, la farina di mais e il cacao. Alimento di consumo limitato, le **castagne secche** e i loro derivati provengono da piccole realtà produttive che, verosimilmente, non hanno la possibilità di attuare tutte le pratiche necessarie per scongiurare la contaminazione. In seguito ad una recente valutazione positiva dell'EFSA^[9] sugli effetti sulla salute umana di un innalzamento dei tenori massimi ammissibili di aflatossine da 4µg/kg a 10 µg/kg su certi tipi di frutta a guscio (mandorle, pistacchi, e semi di albicocca, Nocciole e noci del Brasile) l'Unione Europea ha

La contaminazione
più elevata
riguarda
la frutta secca,
in particolare
le castagne,
la farina di mais
e il cacao

effettivamente modificato la normativa[10], lasciando però invariato il limite per prodotti di consumo ancora più ridotto. È necessario promuovere collaborazione fra i vari operatori delle filiere e il settore scientifico-normativo nel tentativo di armonizzare le esigenze di tutela con le reali possibilità di abbattimento dei livelli di contaminazione.

Per quanto riguarda la **farina di mais** si rileva una sensibile diminuzione dei livelli di aflatossine rispetto agli anni precedenti, mentre la contaminazione da Fumonisine è, come sempre, molto estesa.

Da dicembre 2009 è stato abrogato il limite per l'Ocra-tossina A nel **cacao e nei prodotti derivati**^[11] stabilito da normativa nazionale, allo scopo di allinearsi alla posizione della Commissione Europea che ritiene non necessario fissare un livello massimo di OTA per tali prodotti, in quanto non contribuiscono in modo significativo all'esposizione all'OTA.

Sono invece stati definiti a livello europei tenori massimi per l'OTA in spezie e liquirizia^[12].



Mais infestato da muffe/funghi produttori di micotossine

Fonte: University of Nebraska-Lincoln Extension (gennaio 2005)

Alimenti destinati alla zootecnica

La presenza di micotossine negli alimenti destinati ad uso zootecnico è spesso legata ad inadeguate condizioni di raccolta e di stoccaggio delle derrate alimentari.

L'accrescimento delle muffe e la produzione di micotossine sono in relazione a molteplici fattori di natura fisica, chimica e biologica, e i prodotti vegetali sono soggetti a contaminazioni durante tutto il loro ciclo produttivo: dalla coltura in campo, alla raccolta, all'essiccazione e stoc-

L'accrescimento delle muffe e la produzione di micotossine sono in relazione a molteplici fattori di natura fisica, chimica e biologica

I prodotti vegetali
sono soggetti
a contaminazioni
durante tutto
il loro ciclo
produttivo

caggio sino al trasporto in mangimificio, insilaggio e infine anche nella mangiatoia.

Vi sono inoltre aree geografiche più soggette di altre ai rischi di contaminazioni micotossiche, pertanto un parametro da considerare è anche l'area di produzione, nonché le pratiche colturali e agronomiche utilizzate. In qualità di contaminanti pressoché ubiquitari delle materie prime con le quali vengono confezionati i mangimi destinati alle specie da reddito, le micotossine rappresentano un problema sanitario di primaria importanza.

I moderni controlli di qualità e l'applicazione di standard internazionali per la coltivazione delle foraggere e la preparazione dei mangimi hanno in larga misura eliminato la comparsa di episodi intossicazionali a carattere epidemico.

Tuttavia, la presenza di concentrazioni relativamente basse di varie micotossine condiziona in tali specie la comparsa di sindromi tossiche spesso insidiose e di difficile diagnosi, caratterizzate per lo più da un calo della produttività e da immunodepressione.

Di particolare rilievo è la presenza di sinergismi fra diverse micotossine, in particolar modo del Deossivalenolo e Zearalenone nella specie suina più sensibile. L'attenzione è stata focalizzata sui suini, perché è la specie più sensibile agli effetti emetici che il deossivalenolo induce già a basse concentrazioni e, in generale, agli effetti tossici di tutte le micotossine.

Dai dati analitici emerge una sostanziale conformità per quanto riguarda le aflatossine, le fumonisine e l'ocratossina nelle produzioni del Piemonte, verosimilmente grazie ai piani di autocontrollo e controlli ufficiali quantitativamente più sensibili rispetto alle altre micotossine. D'altra parte le numerose positività riscontrate su tutte le micotossine pongono in rilievo il problema della loro presenza negli alimenti ad uso zootecnico e confermano la necessità di continuare, anche per i prossimi anni, un'attività di sorveglianza in modo attivo, continuo e costante.



RIFERIMENTI

- [1] DPR del 14/7/1995, Gazz. Uff. Suppl. Ordin. N°260 del 07/11/1995.
- [2] Regolamento (CE) n°1881 del 2006 versione consolidata con le modifiche e le integrazioni dei successivi aggiornamenti (Reg. (CE) 1126/2007, Reg. (CE) 565/2008, Reg. (CE) 629/2008).
- [3] Raccomandazione 2006/576/CE del 17 agosto 2006, relativa ai valori di riferimento di Deossinivalenolo, Zearalenone, Ocratossina A e Fumonisine nei cereali e nei prodotti a base di cereali destinati all'alimentazione degli animali e nei mangimi composti.
- [4] DM 15 maggio 2006 del Ministero della Salute, relativa ai limiti massimi di accettabilità per l'Ocratossina A in alcune materie prime per mangimi e nei mangimi completi e complementari per suini e pollame.
- [5] DL.vo 149 del 10 maggio 2004 del Ministero della Salute, relativa ai limiti massimi di accettabilità solo per l'Aflatossina B1 nei mangimi.
- [6] Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request related to ochratoxin A in food – Question N° EFSA-Q-2005-154 – 4 Aprile 2006.
- [7] Circolare del ministero della Sanità n°10 del 9/6/1999.
- [8] Circolare del ministero della Sanità n°6 del 28/11/2003.
- [9] Effects on public health of an increase of the levels for aflatoxin total from 4 µg/kg to 10 µg/kg for tree nuts other than almonds, hazelnuts and pistachios1 -

Statement of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2009-00675) Adopted by written procedure on 16 June 2009 – The EFSA Journal (2009) 1168, 1-11.

- [10] Regolamento (UE) n. 165/2010 della Commissione, del 26 febbraio 2010, recante modifica, per quanto riguarda le aflatossine, del regolamento (CE) n. 1881/2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari.
- [11] Circolare Ministeriale 10/12/2009 Abrogazione dei tenori massimi di Ocratossina A nel cacao e nei prodotti a base di cacao. Allineamento con l'Unione europea.
- [12] Regolamento (UE) n. 105/2010 della Commissione, del 5 febbraio 2010, recante modifica del regolamento (CE) n. 1881/2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari, per quanto riguarda l'Ocratossina A.
- [13] Rossi, V., Giosuè, S., Delogu, G., 2003. A model estimating risk for Fusarium mycotoxins in wheat kernels. *Asp. Appl. Biol.* 68, 229–234.
- [14] Muri S.D., van der Voet H., Boon P.E., van Klaveren J. D., Bruschweiler B.J. Comparison of human health risk resulting from exposure to fungicides and mycotoxins via food. *Food Chem. Toxicol.* 47 (2009) 2963-2974.
- [15] Van der Voet, H., Slob, W., 2007. Integration of probabilistic exposure assessment and probabilistic hazard characterization. *Risk Anal.* 27, 351–371.

IL RISCHIO MICOTOSSINE IN PIEMONTE

A cura di
Arpa Piemonte, Polo Alimenti
IZSPLV-C.Re.A.A.

Fotografie
Archivio Arpa Piemonte

Coordinamento editoriale
Arpa Piemonte, Comunicazione istituzionale

Ideazione e progetto grafico
Art Cafè Adv, Torino

ISBN 978-88-7479-126-2
Copyright©2010, Arpa Piemonte
Via Pio VII, 9 – 10135 Torino – Italia

Arpa Piemonte e Istituto Zooprofilattico Sperimentale non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo documento. La riproduzione è autorizzata citando la fonte.



Per saperne di più

Il nostro Ufficio per le Relazioni con il Pubblico è aperto
lunedì, martedì, giovedì, venerdì dalle ore 10.00 alle ore 12.00
mercoledì dalle ore 14.00 alle ore 16.00

urp@arpa.piemonte.it
www.arpa.piemonte.it

Numero Verde

800 518800