

# Aggiornamento sull'andamento del piano di controllo di aflatossina M1 nel latte in Lombardia



GIUSEPPE BOLZONI<sup>1</sup>, SARA ARMORINI<sup>1</sup>, CRISTINA BAIGUERA<sup>1</sup>, GIORGIO ZANARDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna (IZSLER) - Via Bianchi, 9 25124 Brescia

## RIASSUNTO

La presenza di aflatossina M1 (AFM1) nel latte è dovuta all'ingestione da parte delle bovine di foraggi e mangimi contaminati da aflatossina B1 (AFB1), che viene metabolizzata e trasformata a livello epatico nel suo metabolita meno tossico. La produzione di aflatossine ad opera di funghi del genere *Aspergillus* è condizionata da vari fattori, quali specie fungina, substrato e ambiente. La regione Lombardia, con la sua elevata concentrazione di allevamenti di bovine da latte e una produzione pari al 43,3% di quella nazionale, è particolarmente sensibile e attenta al problema anche perché tra i foraggi che possono risultare contaminati il mais (insilato o in farine) rappresenta la componente maggiore della tipica razione delle bovine da latte. Considerata la disomogenea distribuzione dell'AFB1 negli alimenti zootecnici, il monitoraggio della presenza di AFM1 nel latte di massa aziendale risulta particolarmente importante per il controllo di questo tipo di contaminazione a livello di singolo allevamento. Dopo il periodo critico del biennio 2015-2016, appare interessante fornire un quadro sintetico della situazione osservata nel corso degli anni successivi, in particolare del periodo che va dal 2017 a metà del 2019. A tale scopo, sono stati valutati i dati ottenuti con tecnica ELISA (metodo di screening) su oltre 20.000 dei campioni di latte di massa aziendale, conferiti ai laboratori dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, nel periodo di tempo tra il 2017 fino a tutto il primo semestre del 2019. Dall'osservazione dell'andamento dei dati ottenuti nel periodo in oggetto e dal confronto con quello delle annate precedenti (2012-2016), appare evidente il superamento della situazione di criticità e il mantenimento pressoché costante di bassi livelli medi di contaminazione. I dati ottenuti sono stati suddivisi in base alla tipologia dei campioni: non ufficiali (autocontrolli) ed ufficiali (realizzati dai Servizi Veterinari territoriali) ed anche in funzione dell'entità di contaminazione dei casi di non conformità per superamento del limite normativo (0,050 µg/kg). Dalla valutazione complessiva dei dati è possibile estrapolare informazioni utili alla realizzazione di programmi di monitoraggio continuo e diffuso e calibrare i programmi di controllo in risposta a situazioni, ad esempio, di contaminazioni generalizzate oppure localizzate sia per la prevenzione che, se necessario, per attuare interventi correttivi in caso di emergenze.

## PAROLE CHIAVE

Aflatossina M1, latte di massa, Lombardia, sicurezza alimentare.

## INTRODUZIONE

Le aflatossine sono metaboliti secondari prodotti da funghi del genere *Aspergillus*, soprattutto da *A. flavus* e *A. parasiticus*<sup>1</sup>. I cereali, in particolare il mais, rappresentano un ottimo substrato per la loro crescita e le condizioni climatiche di tipo caldo-umido, caratteristiche della zona della Pianura Padana, favoriscono contaminazione e produzione. La contaminazione del latte da aflatossina M1 (AFM1) deriva direttamente, per metabolizzazione epatica, da quella di aflatossina B1 (AFB1) in foraggi e mangimi. La temperatura, l'umidità e la disponibilità di acqua per l'irrigazione durante le fasi di crescita dei cereali, ma anche le condizioni ambientali durante le successive fasi di raccolta e stoccaggio dei prodotti (ad esempio: insilamento, macinazione, fiocatura), sono i principali punti critici per la produzione di tossine da parte dei funghi responsabili. A seconda delle condizioni climatiche, dei microrganismi coinvolti e del tipo di vegetale, la pro-

duzione delle tossine può avvenire già in campo durante la coltivazione oppure nelle fasi successive di stoccaggio; nei climi temperati, ad esempio, la contaminazione da *A. flavus* è molto spesso associata a danneggiamenti dei semi causati da insetti in condizioni di clima siccitoso, anche se la produzione di tossina avviene soprattutto nelle fasi post-raccolto<sup>2,3</sup>. Le alte temperature giocano un ruolo determinante nella riproduzione dei microrganismi nella fase pre-raccolto<sup>4,5</sup>, ma possono influenzarne l'evoluzione anche in quelle successive: la permanenza a 32-38 °C agevola l'infezione<sup>6</sup> e, nell'arco di 16-24 giorni, la produzione di tossine<sup>7</sup>. È stato osservato anche che i funghi, che persistono nel suolo sotto forma di ascospore e macroconidi, sono favoriti nell'attacco al cereale quando, nel periodo immediatamente precedente la raccolta, si verificano condizioni di elevata umidità e piovosità<sup>8,9</sup>.

Le condizioni di forte siccità e insufficiente irrigazione, inoltre, incrementano replicazione e contaminazione fungina dei cereali nelle fasi di crescita e possono essere ulteriormente peggiorate dalla compresenza della piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*) che veicola le spore fungine e danneggia la pianta in condizioni di stress idrico<sup>10</sup>.

Corresponding Author:

Giuseppe Bolzoni (giuseppe.bolzoni@izsler.it).

ad esempio sulla scelta degli ibridi di coltivazione, ma si concentrano soprattutto sul trattamento dei prodotti nella fase post-raccolta con la rapida essiccazione e la gestione delle condizioni microambientali di stoccaggio dei prodotti nell'industria mangimistica<sup>2,11</sup>. A livello di singolo allevamento particolare attenzione deve essere riservata alla gestione degli insilati ed al monitoraggio della contaminazione del latte nel corso dell'annata o in occasione dell'introduzione di nuove partite di prodotti commerciali.

L'AFB1 è considerata il più potente cancerogeno epatico presente in natura<sup>12</sup>. Secondo la classificazione della International Agency for Research on Cancer (IARC) l'AFB1 appartiene al Gruppo 1 con effetti cancerogeni accertati, mentre AFM1 appartiene al gruppo 2B ed è definita come potenzialmente cancerogena per l'uomo, vale a dire che vi è una evidenza limitata di cancerogenicità nell'uomo e meno che sufficiente evidenza di cancerogenicità negli animali da esperimento, ovvero c'è inadeguata evidenza di cancerogenicità nell'uomo, ma c'è sufficiente evidenza di cancerogenicità negli animali da esperimento<sup>5,13</sup>. Per quanto riguarda la quantificazione del rischio nei prodotti lattiero-caseari è poi importante sottolineare la termoresistenza della AFM1 rispetto ai classici trattamenti di pastorizzazione del latte.

In conseguenza di ciò, e in applicazione del principio di precauzione, il Reg (UE) n. 1881/2006<sup>14</sup> e successive modifiche, stabilisce il limite massimo tollerato di AFM1 negli alimenti, a 0,050 µg/kg per il latte. La Dir. 2002/32/CE<sup>15</sup> fissa i limiti di aflatossine per l'alimentazione animale: 5 µg/kg per i mangimi composti per bovine da latte e 20 µg/kg per le materie prime. Inoltre vieta l'uso di agenti chimici per decontaminare le partite di prodotti contaminati e la possibilità di miscelare partite conformi con quelle non conformi. L'ingestione media di AFB1 dovrebbe essere inferiore a 40 µg/capo/die al fine di produrre latte con AFM1 < 0,050 µg/kg<sup>16</sup>.

La regione Lombardia, con quasi il 30% delle bovine da latte del patrimonio nazionale (29,7% di 1.693.332, fonte Istat 2018) ed il 43,6% della produzione di latte (433.737 su 993.126 tonnellate, fonte Istat 2018) è da decenni particolarmente sensibile al problema, poiché il mais rappresenta il principale costituente della razione alimentare di quasi tutti i circa 4.000 allevamenti di pianura (in montagna prevale invece un'alimentazione tradizionale con periodo di pascolo estivo). Anche sulla base delle esperienze maturate negli ultimi anni, i sistemi di monitoraggio, verifica e intervento correttivo si sono notevolmente evoluti sia in termini di prevenzione (colture, stoccaggio delle materie prime, trattamenti di "ripulitura" in mangimificio) sia in termini di controllo degli alimenti zootecnici e del latte e derivati. La disomogenea distribuzione della aflatossina B1 nelle partite di alimenti zootecnici (materie prime, farine, insilati) determina però che spesso i campionamenti eseguiti sui prodotti foraggeri siano poco rappresentativi ed estremamente variabili nel tempo soprattutto nel caso di grandi partite di prodotto<sup>17,18</sup>.

Proprio per questo l'importanza del controllo di AFM1 nel latte di massa aziendale (e/o di quello delle cisterne di raccolta in arrivo ai caseifici) è stato individuato come il più efficace indicatore sia per i monitoraggi preventivi che per i controlli puntuali e le verifiche successive ai casi di non conformità. Tempi relativamente brevi, generalmente circa 3-5 giorni, trascorrono tra la somministrazione dell'alimento, il rilievo della contaminazione del latte e l'eventuale intervento correttivo sulla razione. In particolare, AFB1 assun-

ta con l'alimento contaminato viene idrossilata a livello epatico e trasformata in AFM1 dopo circa 12 ore<sup>10</sup>. Il *carry over* varia dallo 0,3 al 6,2% a seconda della specie animale e anche dello stadio di lattazione, più intenso nella prima fase<sup>19</sup>. Dopo circa 72 ore di sospensione dell'assunzione il contenuto di aflatossina M1 nel latte diminuisce progressivamente ed in misura consistente<sup>18</sup>.

Dopo un periodo difficile come il biennio 2015-2016, che ha visto, tra l'altro, la realizzazione del Piano Straordinario messo in atto dai Servizi Veterinari regionali<sup>20</sup> e un significativo incremento delle attività di autocontrollo richieste ai produttori di latte ed all'industria di trasformazione, appare particolarmente interessante fornire un quadro sintetico della situazione osservata nel corso degli anni successivi, in particolare del periodo che va dal 2017 a metà del 2019.

## MATERIALI E METODI

I dati utilizzati per le seguenti valutazioni riguardano campioni di latte analizzati con metodica di screening (ELISA quantitativo) dai laboratori dell'IZSLER (Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna) nel periodo di tempo che va dal 2017 al primo semestre del 2019 (complessivamente oltre 20.000 campioni di latte di massa aziendale provenienti da oltre 3.000 allevamenti). Il Kit in uso presso i nostri Laboratori (I'screen AFLA M1, TECNICA), presenta, secondo la validazione del Metodo di prova interno accreditato: campo di applicazione tra 0,005 e 0,100 µg/kg (gli esiti superiori al limite massimo, seppur quantificabili, vengono espressi come > 0,100), LOD di 0,0025 µg/L e LOQ di 0,005 µg/L, incertezza di misura estesa stimata al 22,6%. L'attività di campionamento comprende sia i campioni ufficiali prelevati dalle autorità sanitarie territoriali che quelli conferiti da singoli allevatori e da strutture casearie in applicazione dei piani di autocontrollo eseguiti nelle due regioni di competenza; quest'ultima componente afferisce in parte anche a vari altri laboratori accreditati nelle due regioni ed è pertanto soltanto parzialmente rappresentata dai dati che seguono. Sono esclusi anche i risultati ottenuti su un numero decisamente più limitato di campioni analizzati con metodiche di riferimento che sono riservate ai soli casi di campionamento ufficiale legale a seguito di positività o su sospetto. A scopo di confronto, nelle illustrazioni seguenti sono stati riportati anche i risultati ottenuti, con il medesimo tipo di attività, negli anni precedenti a partire dal 2012, per un totale di oltre 100.000 campioni analizzati.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Il quadro complessivo dell'attività e dei risultati ottenuti nel corso di questi ultimi anni, suddivisi per mesi, è riassunto in Grafico 1 che mostra l'andamento dei dati ottenuti nel periodo oggetto dello studio (2017-2019) e in quello ad esso antecedente (2012-2016); sono riportati il numero di campioni analizzati (102.314, linea rossa) e la contaminazione media in essi riscontrata (linea blu). La situazione attuale è direttamente confrontabile con quella osservata nei due recenti periodi di maggior criticità del 2012 e della fine 2015-inizio 2016 (con medie complessive rispettiva-

mente di 30 e 25 ppt). L'andamento dell'ultimo biennio appare invece sostanzialmente costante con contaminazioni medie comprese tra 5 e 10 ppt che, anche considerando il limite minimo di sensibilità della metodica analitica (5 ppt), rappresentano un livello di tutta sicurezza. Va sottolineato che il periodo di maggior interesse di ogni anno è quello dell'ultimo quadrimestre, in quanto è in questo periodo che i foraggi provenienti dalle colture estive entrano

progressivamente nel circuito commerciale sotto forma di farine, mangimi, o pastoni, oppure direttamente nella razione del singolo allevamento per l'apertura degli insilati di mais della nuova stagione.

Nel Grafico 2 i campioni analizzati, con riferimento alla sola Regione Lombardia, sono divisi in base alla tipologia di appartenenza in non ufficiali (autocontrolli) ed ufficiali (realizzati dai Servizi Veterinari territoriali), e ne viene mostrata la

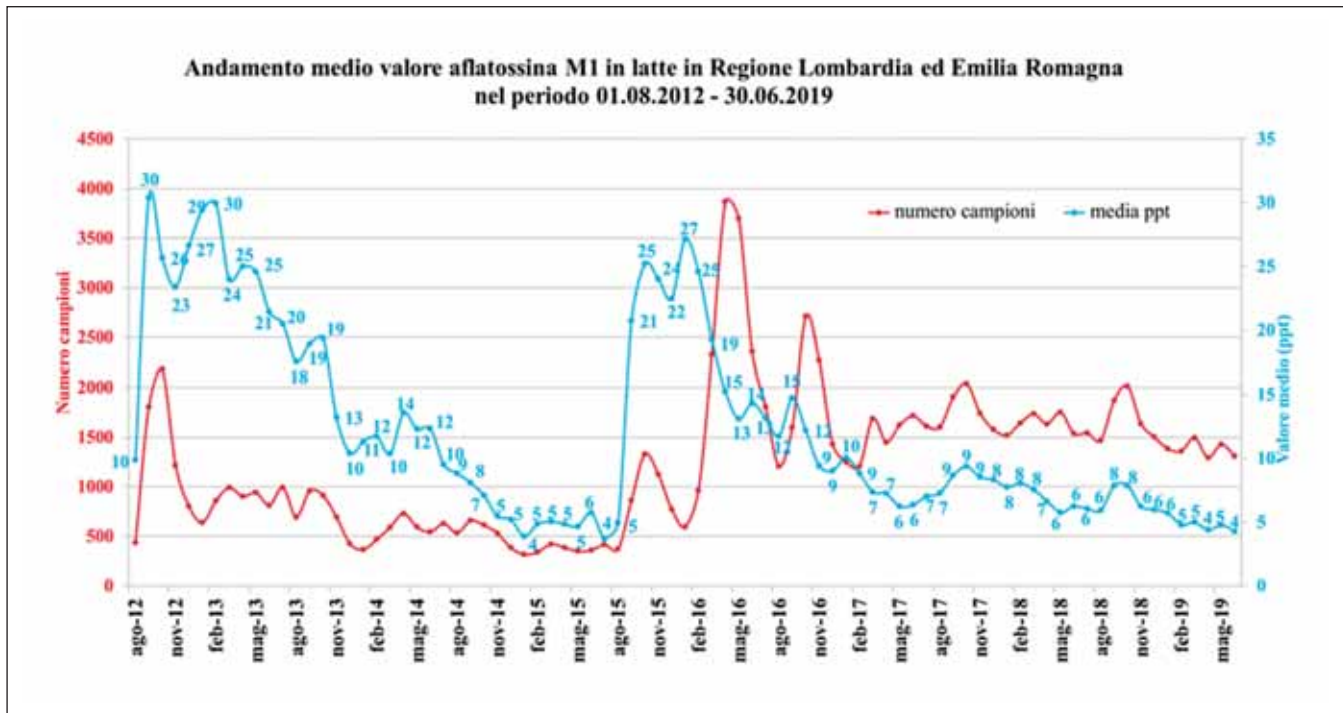


Grafico 1 - Andamento del valore medio di Aflatossina M1 in campioni di latte di massa (102.314 in totale) in regione Lombardia ed Emilia-Romagna.

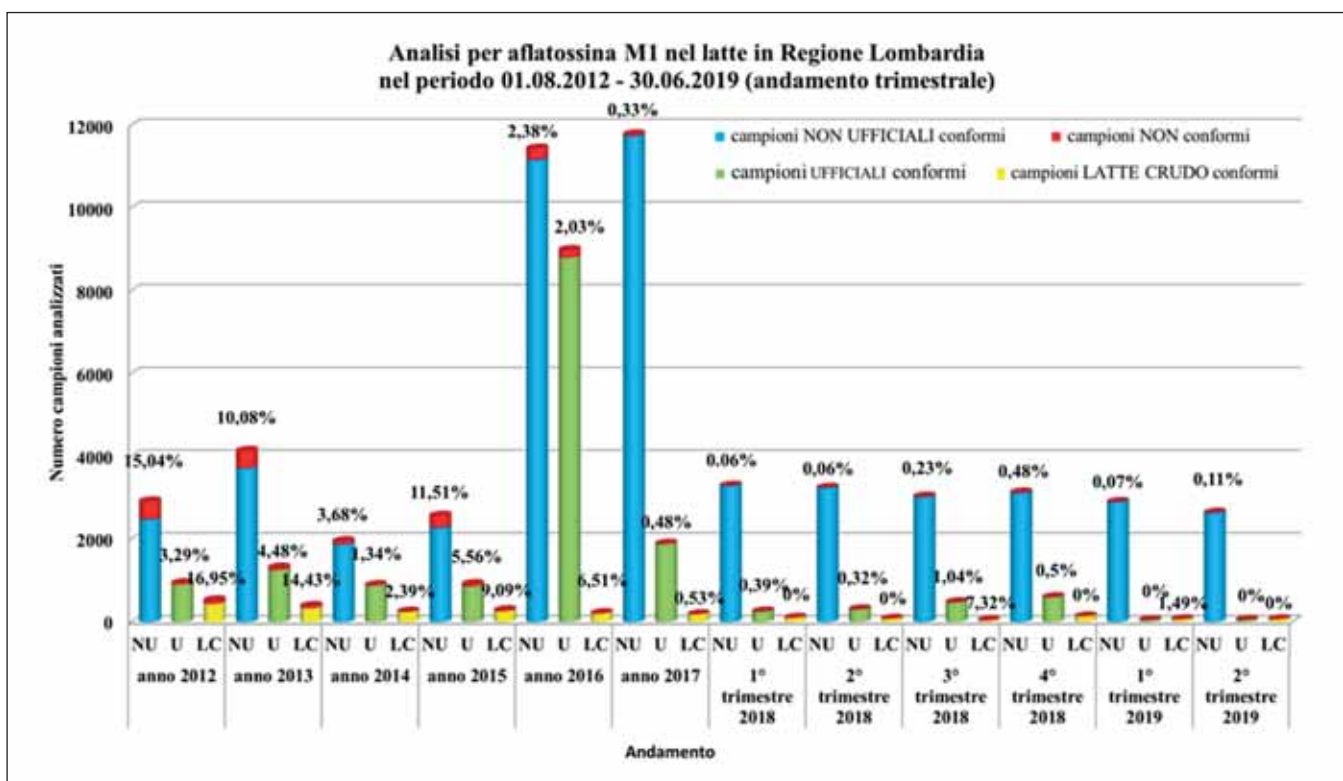
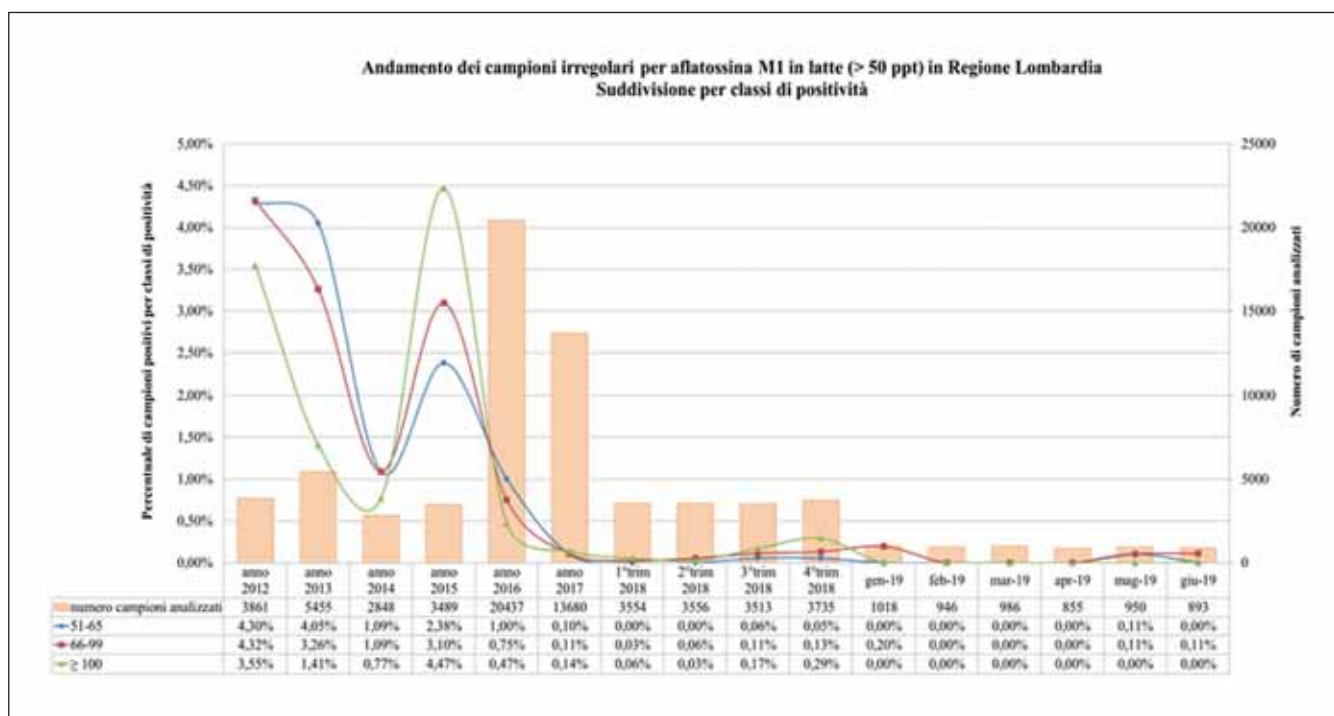


Grafico 2 - Andamento trimestrale dei risultati delle analisi per ricerca di Aflatossina M1 nel latte di massa, suddivisi in campioni ufficiali e in autocontrollo.



**Grafico 3** - Andamento dei dati ottenuti da campioni di latte di massa non conformi per Aflatossina M1 in regione Lombardia analizzati fino a giugno del 2019 (totale campioni 69.776).

relativa quota di non conformità. Viene inoltre differenziata la categoria relativa ai campioni di “latte crudo destinato alla vendita diretta” che, seppur numericamente ridottissima, si contraddistingue per la definizione di un limite di conformità più restrittivo (0,03 µg/kg). Tale limite è stato definito in Regione Lombardia in relazione al fatto che questo prodotto giunge direttamente dal singolo allevamento al consumatore finale (senza la caratteristica miscelazione con quello di altri allevamenti tipica della normale filiera di trasformazione degli altri prodotti). Per quanto riguarda, in generale, le percentuali di non conformità è importante sottolineare che fanno riferimento ai campioni analizzati; il numero di allevamenti coinvolti è pertanto inferiore. Ciò deriva in particolare dal fatto che, a seguito di esiti non conformi o comunque elevati, negli stessi allevamenti si ripetono più volte i campionamenti nei giorni successivi come verifica delle azioni correttive applicate alla composizione della razione alimentare quotidiana.

Dal medesimo grafico si può inoltre osservare come, tenuto conto della differente scansione temporale (anni/trimestri), il numero di campioni analizzati in regime di autocontrollo si sia mantenuto pressoché costante mentre ci sia stata una riduzione delle analisi relative ai campioni ufficiali, che deriva sostanzialmente dalla rimodulazione del Piano Straordinario conseguente al progressivo miglioramento della situazione generale nel corso del tempo.

L'indicatore relativo alla percentuale di non conformità è quello previsto dal limite normativo di 0,050 µg/kg<sup>14</sup> ovvero 50 ppt. Il Piano Regionale<sup>20</sup>, relativo sia ai controlli ufficiali che a quelli in regime di autocontrollo per mangimifici, industria casearia e allevamenti, ha però previsto alcuni specifici indicatori aggiuntivi che, per quanto riguarda la produzione primaria, possono essere così sintetizzati:

- limite di 0,030 µg/kg (30 ppt) per il latte crudo destinato a vendita diretta in considerazione del rapporto diretto tra produttore e consumatore finale;

- limite di 40 ppt come livello di guardia (soglia di attenzione) che richiede interventi rapidi di controllo e correzione al fine di prevenire ulteriori incrementi della contaminazione<sup>3,4</sup>;
- per il solo limite di non conformità è stata presa in considerazione l'incertezza di misura analitica, al fine di differenziare i casi di “contaminazione certa” (con blocco immediato della commercializzazione del latte e distruzione del prodotto come da Reg (CE) n. 1069/2009)<sup>21</sup> da quelli di “contaminazione probabile” con necessità immediata di intervento correttivo della razione e verifica del rientro nei giorni a seguire (si veda in merito anche il parere n° 0019699 del 11/07/2016 emesso dal Laboratorio Nazionale di Riferimento dell'Istituto Superiore Sanità).

Il Grafico 3 offre un ulteriore approfondimento in quanto rappresenta l'entità delle contaminazioni osservate nei campioni risultati non conformi nel corso del tempo. In base al contenuto di AFM1 osservato in tali campioni si sono voluti distinguere:

- i casi *border-line* (valori compresi tra 51 e 65 ppt; linea azzurra) che, tenuto conto dell'incertezza di misura degli esiti, potrebbero ricadere probabilisticamente anche al di sotto del limite legale;
- i casi di non conformità certa ma di entità modesta (valori compresi tra 65 e 99 ppt; linea rossa) che sono in genere rapidamente risolvibili con parziali modifiche della razione in azienda;
- i casi di non conformità più consistente, che potrebbero rappresentare un problema reale anche per gli effetti sanitari per i consumatori (valori superiori a 100 ppt; linea verde).

Ciò può offrire, in specifici momenti di attuazione del Piano, importanti indicazioni sull'entità del problema che, insieme alle valutazioni sulla diffusione geografica dei casi, permettono di modulare gli interventi di controllo e quelli di correzione nelle singole aziende (anche se ovviamente, dal punto di vista grafico, ciò è apprezzabile soltanto nei periodi di significativa presenza di campioni non conformi).

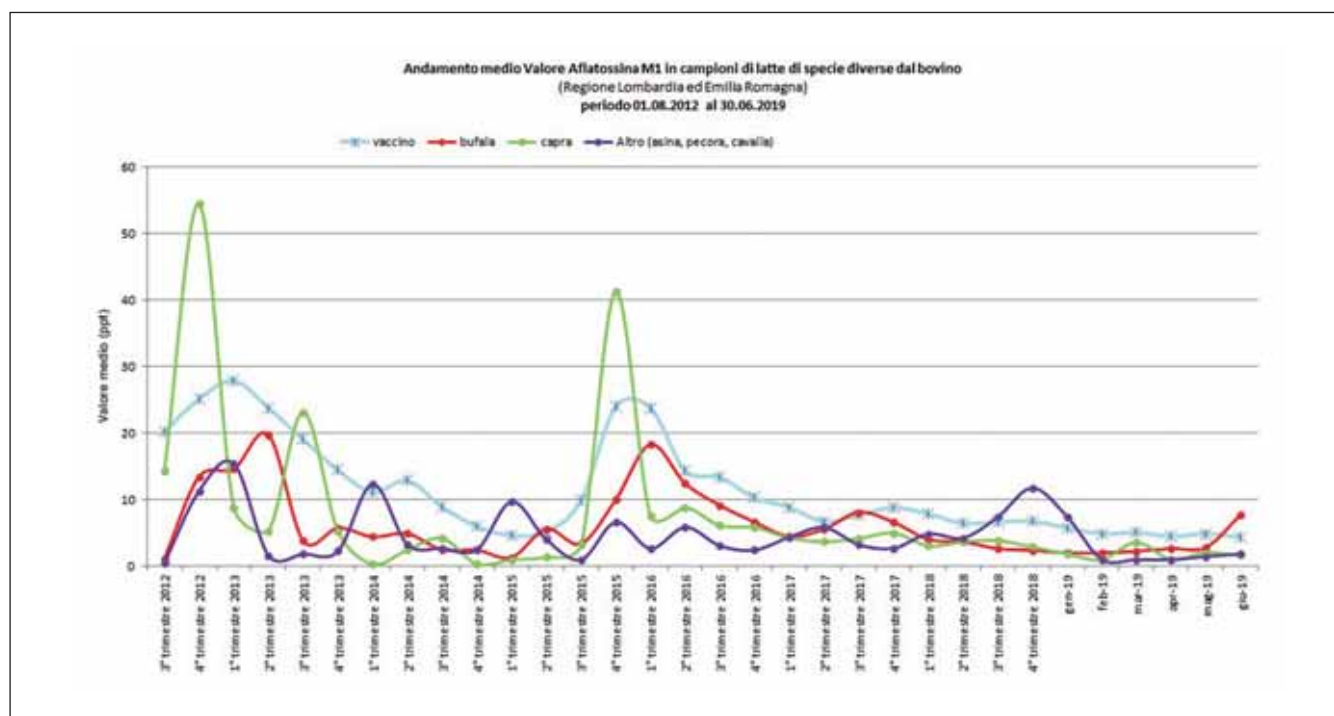


Grafico 4 - Andamento dei valori medi di concentrazione di aflatossina M1 in campioni di latte bovino e di specie diversa dal bovino.

Un'ultima rappresentazione che vogliamo fornire, quasi soltanto come curiosità considerato il numero limitato di campioni (1.847 in totale), riguarda gli esiti ottenuti su campioni di latte di altre specie animali nel medesimo intervallo temporale (2012-2019) (Grafico 4). Se in passato questo tipo di controlli era effettuato raramente, negli ultimi anni, anche in relazione alle situazioni di crisi del settore bovino, le richieste al laboratorio sono cresciute. Va ovviamente ricordato che, seppure il latte di capra, bufala e pecora sia normalmente destinato all'alimentazione umana (in stragrande maggioranza dopo trasformazione in formaggi), in Regione Lombardia la produzione risulta decisamente limitata rispetto ad altre aree geografiche. Tenuto conto del numero decisamente limitato di campioni (che può fortemente condizionare il valore medio osservato in un singolo periodo) ed estendendo il limite di conformità di 50 ppt anche alle altre specie, potremmo concludere che, anche nei periodi di emergenza, il coinvolgimento di questi settori produttivi sembra essere decisamente episodico:

- 1 campione di latte di bufala non conforme su 441 controllati (0,23%);
- 17 campioni di latte di capra non conformi su 976 controllati (1,71%);
- 2 campioni di latte non conformi tra pecora, asino e cavallo su 430 controllati (0,46%).

Oltre alle differenze di razione alimentare rispetto ai bovini (meno significative nel caso del bufalo rispetto alle altre specie), anche le differenze metaboliche possono infatti avere un ruolo determinante nella trasformazione in AFM1 delle eventuali AFB1 dei foraggi (in particolare nel caso degli equidi monogastrici).

## CONCLUSIONI

L'insieme dei risultati ottenuti conferma l'importanza di realizzare sistemi di monitoraggio e controllo, estesi e ripetuti

nel corso dell'anno, al fine di valutare questo tipo di contaminazione del latte.

Sia la dinamica nel tempo che le possibili differenze in diverse aree territoriali geografiche possono infatti presentare fortissime variazioni: nel primo caso in relazione alle condizioni climatiche e nel secondo anche per l'immissione in bacini commerciali di singoli impianti di produzione di foraggi o mangimi contaminati.

Soltanto con programmi di monitoraggio continuo e diffuso è quindi possibile percepire situazioni di incremento generalizzato o, in alternativa, focalizzato in alcune aree del valore medio di contaminazione. Da queste informazioni è poi possibile calibrare i programmi di controllo ufficiale sia in termini preventivi che di intervento in emergenza, in funzione del rischio reale che si profila.

È proprio da questo tipo di informazioni che è stato deciso di incrementare i controlli del 2016 e di ridurli nel primo semestre del 2017.

L'esperienza maturata in quasi un ventennio ci ha del resto insegnato che l'ottimizzazione dei costi e dell'efficienza di un sistema di controllo dipendono molto più dall'organizzazione del sistema durante le situazioni di "normalità" piuttosto che dall'intensità degli interventi nelle fasi di emergenza.

Anche per questo possiamo definire gli anni presi in considerazione (2017-2019) come "non problematici" senza ovviamente illuderci per questo di poter prevedere l'andamento dei prossimi anni (a cominciare ovviamente dal secondo semestre dell'anno in corso), ma anzi confermando l'assoluta necessità di proseguire con il sistema di monitoraggio attuale.

## ■ Update on the aflatoxin M1 contamination trend in Lombardy Region

## SUMMARY

The contamination of milk by aflatoxin M1 (AFM1) depends on the presence of aflatoxin B1 (AFB1) in animal feed, especially corn. The surveillance of AFM1 levels in bulk milk is an indirect but rapid and efficient indicator of the possible contamination of feed. The 2016 was a critical year for that concern the contamination of cereals by AFB1 leading to the implementation of a special control plan and an increase of own checks plans. In this contest, a summary overview of the situation of the years following 2016, in particular the period from 2017 to first six months of 2019, seems to be required. Approximately 20,000 milk samples (official samples taken in the scope of the extraordinary regional control plan and samples conferred to our laboratories by farmers and milk enterprises in self-control plans applications) were analyzed by an ELISA quantitative method. Comparing the data obtained in different years, the trend obtained shows that, after the critical years 2012 and 2015, during the evaluated period (2017-2019) the levels of AFM1 in milk remained almost unchanged and well below the legal limit of 0.050 µg/kg. Furthermore, the samples analyzed were split into two categories according to type (official samples and samples collected from the own checks plans) and for each group the corresponding non-compliance was assessed. The results obtained confirmed the importance to carry out monitoring and control systems, continuous and repeated during the time, with the aim to assess the contamination of milk by aflatoxins. Only in this way is it possible to detect a general or limited to some areas increase of the cereal contamination. Working on this base, it is possible to coordinate official control programs, as preventive as emergency action plans, in relation to the risk assessed.

## KEY WORDS

Aflatoxin M1, bulk tank milk, Lombardy Region, food safety.

## Bibliografia

- Nidhina N., Bhavya M.L., Bhaskar N., Muthukumar S.P., Murthy S. (2017). Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in rumen liquor and its implications. *Food Control* 71: 26-31.
- Miller D.J. (1995). Fungi and mycotoxins in grain: Implications for stored product research. *Journal of Stored Products Research* 31(1): 1-16.
- Lee U.S., Jang H.S., Tanaka T., Oh Y.J., Cho C.M., Ueno Y. (1987). Effect of milling on decontamination of *Fusarium* mycotoxins nivalenol, deoxynivalenol, and zearalenone in Korean wheat. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 35: 126-129.
- Marsh P.B., Simpson M.E., Craig G.O., Donoso J., Ramey H., Jr. (1973). Occurrence of aflatoxin in cotton seeds at harvest in relation to location of growth and field temperatures. *Journal of Environmental Quality* 2: 276-281.
- Simpson M.E., Batra L.R. (1984). Ecological relations in respect to a boll rot of cotton caused by *Aspergillus flavus*. In *Toxicogenic Fungi: Their Toxins and Health Hazard*, Eds. Kurceta H. and Uneo Y., 24-32, Elsevier, Amsterdam.
- Jones R.K., Duncan H.E., Payne G.A., Leonard K.J. (1980). Factors influencing infection by *Aspergillus flavus* in silk inoculated corn. *Plant Disease* 64: 859-863.
- Payne G.A. (1983). Nature of field infection of corn by *Aspergillus flavus*. In: *Aflatoxin and Aspergillus flavus* in corn. Ed. Diener U.L., Asquith R.L., Dickens J.W., 16-19, Department of Research Information, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn.
- Haouet M.N., Altissimi M.S. (2003). Micotossine negli alimenti e micotossicosi animale e umana. *Webzine Sanità Pubblica Veterinaria* n. 18.
- Jard G., Liboz T., Mathieu F., Guyonvarc'h A., Lebrhi A. (2011). Review of mycotoxin reduction in food and feed: from prevention in the field to detoxification by adsorption or transformation. *Food Additives & Contaminants: Part A* 28(11): 1590-1609.
- Brera C. Cinque domande sulle aflatossine. [http://old.iss.it/binary/efsa/cont/Aflatossine\\_Brera.pdf](http://old.iss.it/binary/efsa/cont/Aflatossine_Brera.pdf)
- Chatterjee D., Chattopadhyay B.K., Mukherje S.K. (2008). Storage deterioration of maize having pre harvest infection with *Aspergillus flavus*. *Letters in Applied Microbiology*. 11(1): 11-14, June 2008.
- Mc Kean C., Tang L., Billam M., Tang M., Theodorakis C.W., Kendall R.J., Wang J. (2005). Comparative acute and combinative toxicity of aflatoxin B1 and T-2 toxin in animals and immortalized human cell lines. *Journal of Applied Toxicology* 26(2): 139-47.
- International Agency of Research on Cancer (IARC) (2012). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. In: *IARC Monographs* 100: 225-248.
- Regolamento (CE) n. 1881/2006 della Commissione, del 19 dicembre 2006, che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari (Testo rilevante ai fini del SEE).
- Direttiva (CE) n. 32/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 7 maggio 2002, relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali.
- Xiong J.L., Wang Y.M., Nennich T.D., Li Y., Liu J.X. (2015). Transfer of dietary aflatoxin B1 to milk aflatoxin M1 and effect of inclusion of adsorbent in the diet of dairy cows (2015). *J. Dairy Sci.* 98: 2545-2554.
- Bertocchi L., Scalvenzi A., Santini S., Fusi F. (2012). Aflatossine dal mais al latte? La siccità alimenta i timori. *Informatore zootecnico* 15: 6-18.
- Fusi F., Scalvenzi A., Angelucci A., Bolzoni G., Bertocchi L. (2013). Aflatossine: La fase di allerta non può dirsi conclusa. *Informatore Zootecnico* 9: 54-60.
- Veldman, A., Meijs, J., Borggreve, G., Heeres-van der Tol, J. Carry-over of aflatoxin from cows' food to milk. *Anim. Sci.* 1992, 55, 163-168.
- D.g.r. 30 marzo 2016 - n. X/4984. Approvazione del «Piano regionale straordinario di sorveglianza del rischio aflatossine nella catena alimentare di produzione del latte e dei prodotti a base di latte. BURL Serie Ordinaria n. 14 - Lunedì 04 aprile 2016.
- Regolamento (CE) n. 1069/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano e che abroga il regolamento (CE) n. 1774/2002 (regolamento sui sottoprodotti di origine animale).
- EFSA (European Food Safety Authority) (2018). Effect on public health of a possible increase of the maximum level for 'aflatoxin total' from 4 to 10 µg/kg in peanuts and processed products thereof, intended for direct human consumption or use as an ingredient in foodstuffs. *EFSA Journal* 16(2):51-75 doi: 10.2903/j.efsa.2018.5175