

مروری بر روش‌های کاهش میزان آفلاتوکسین در خوراک دام و غذای انسان

احسان متقیان پور و میرجمال حسینی

دوره ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، صفحات ۴۰۳-۴۱۶

Vol. 2(4), Winter 2017, 403 - 416

**A Review of Reduction Methods of Aflatoxin
in Food and Feed**

Mottaghianpour E. and Hosseini M.J.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: متقیان پور ا. و حسینی م. ج. (۱۳۹۵). مروری بر روش‌های کاهش میزان آفلاتوکسین در خوراک دام و غذای انسان. محیط زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۴، صفحات: ۴۰۳-۴۱۶

How to cite this paper: Mottaghianpour E. and Hosseini M.J. (2016). A review of reduction methods of aflatoxin in food and feed. J. Environ. Water Eng. 2(4), 403 - 416

مروری بر روش‌های کاهش میزان آفلاتوکسین در خوراک دام و غذای انسان

احسان متقیان پور^۱ و میرجمال حسینی^{۲ و ۳*}

^۱ کارشناس ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، ایران

^۲ مرکز تحقیقات فارماکولوژی کاربردی زنجان، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

^۳ استادیار گروه سم شناسی/فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

*نویسنده مسئول: jamal_hossini@yahoo.com

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۰۶/۲۶]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۵/۰۲]

چکیده

آلودگی مواد غذایی به سم آفلاتوکسین که متابولیت ثانویه تولیدشده توسط قارچ‌های رشته‌ای می‌باشد، همواره یک مشکل اساسی در مورد ایمنی مواد غذایی مورد استفاده انسان بوده است. در این میان، آلودگی خوراک مصرفی دام‌ها به دلیل امکان توانایی انتقال متابولیت‌های سمی آفلاتوکسین به سبب غذایی انسان، از طریق مصرف محصولات دامی آلوده، بایستی مورد توجه قرار گیرد. بهترین راه جهت جلوگیری از آلوده شدن مواد غذایی به این سم، جلوگیری از رشد قارچ‌های تولیدکننده آفلاتوکسین می‌باشد که غالباً موفقیت‌آمیز نیست. بنابراین نیاز به استفاده از سایر روش‌ها جهت حذف این سم از محصولات مورد استفاده انسان و دام ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه مروری، تعداد ۸۶ مقاله از طریق جستجو با کلیدواژه‌های آفلاتوکسین، روش‌های کاهش، غذای انسان و خوراک دام در پایگاه‌های اطلاعاتی شامل Elsevier، Scopus، PubMed و Google Scholar جمع‌آوری و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که در نهایت از بین این تعداد، ۵۹ مقاله مرتبط با مطالعات انجام‌شده در خصوص روش‌های کاربردی کاهش میزان آفلاتوکسین در خوراک دام و غذای انسان در بازه زمانی ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۴ انتخاب و مورد استفاده قرار گرفتند. در این مقاله روش‌های متداول کاهش میزان آفلاتوکسین در خوراک دام و غذای انسان که به سه شکل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی توسط محققان مختلف استفاده شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین، کاهش آلودگی، خوراک دام، غذای انسان

۱- مقدمه

مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه ایجادشده توسط قارچ‌های رشته‌ای در مواد غذایی و به خصوص محصولات کشاورزی می‌باشند که باعث ایجاد مشکلاتی برای سلامتی (مایکوتوکسیکوزیس)^۱ در انسان و سایر حیوانات می‌گردند (Burel et al. 2009). از بین انواع مایکوتوکسین‌ها، آفلاتوکسین‌ها سمی‌ترین آن‌ها بوده که توسط گونه‌های قارچ آسپرژیلوس مانند آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس تولیدشده و در بدن انسان باعث ایجاد جهش در ساختار ژنی، ناقص‌الخلقه زایی و ایجاد سرطان به خصوص سرطان کبد می‌شوند (Baydar Tam et al. 2006; Rustom, 1997; et al. 2007). آفلاتوکسین سبب ایجاد مشکلات گوارشی، تنفسی و تولیدمثلی در دام‌ها می‌گردد (Hasheminya و Dehghannya, 2013). چهار نوع اصلی آفلاتوکسین شامل AFB₁^۲، AFB₂، AFG₁ و AFG₂ می‌باشند که از مشتقات دی‌فوروکومارینی بوده و در غلات، دانه‌ها و مغزهای مصرفی توسط انسان و دام‌ها وجود دارند (Nasir Tam et al. 2001; Chiavaro et al. 2001; Jolley, 2002; Burel et al. 2009; Cavaliere et al. 2007; 2006). از جمله غلاتی که توسط آفلاتوکسین‌ها آلوده می‌شوند می‌توان به ذرت، گندم، برنج و جو اشاره کرد. همچنین بادام‌زمینی نیز از منابع عمده مصرفی توسط انسان و دام‌ها می‌باشد که در صورت مناسب بودن شرایط رشد قارچ و تولید سم، می‌تواند توسط قارچ آسپرژیلوس با این مایکوتوکسین آلوده شود (Alvito et al. 2010; Semple et al. 1991; Giray et al. 2007). از بین انواع آفلاتوکسین‌ها، آفلاتوکسین B₁ دارای بیش‌ترین سمیت بوده و توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)^۳ در گروه I سرطان‌زایی قرار داده شده است (Muscarella et al. 2007; Baydar et al. 2007; Cavaliere et al. 2007; Giray et al. 2007; Hasheminya و Dehghannya, 2009; 2013). حد اکثر حد مجاز باقیمانده اعلام‌شده برای آفلاتوکسین‌ها توسط اتحادیه اروپا ۲ppb برای AFB₁ و ۴ppb برای آفلاتوکسین کل (B₁, B₂, G₁, G₂) در مورد مغزها، میوه‌های خشک‌شده و غلات مصرفی برای انسان، ۱ppb/۰۱ AFB₁ برای غذای کودک و ۱ppb AFB₁ برای غلات مصرفی جهت دام‌ها می‌باشد (Devreese et al 2013; Muscarella et al. 2009). آفلاتوکسین‌های M₁ و M₂ به ترتیب مشتقات ۴ هیدروکسی از AFB₁ و AFB₂ می‌باشند که در صورت مصرف خوراک آلوده به آفلاتوکسین، در بدن حیوانات تولید می‌گردند و از طریق شیر به دست آمده از این دام‌ها، امکان انتقال آلودگی به زنجیره غذایی انسان وجود دارد. آفلاتوکسین M₁ توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان در گروه B₂ قرار داده شده است و میزان سرطان‌زایی آن از آفلاتوکسین B₁ کمتر می‌باشد (Uraz, 2011 و Buldu 2013 و Hasheminya و Dehghannya, 2013). حداکثر میزان مجاز آفلاتوکسین M₁ در شیر خام و محصولات لبنی طبق قوانین اتحادیه اروپا، ۰/۰۵ppb و برای شیر خشک نوزادان برابر با ۰/۰۲۵ppb اعلام شده است (Verstraete, 2008; Semple et al. 1991). استفاده از مواد و روش‌های مختلفی جهت کاهش میزان خطر وجود آفلاتوکسین‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که مکانیسم عمل و میزان کارایی آن‌ها باهم متفاوت بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- جلوگیری از تولید آفلاتوکسین از طریق جلوگیری از رشد قارچ

۲-۱-۱ در مراحل قبل از برداشت

در مرحله کاشت محصولات کشاورزی، بایستی از بذره‌های سالم و بدون آفت‌زدگی استفاده نمود. با انتخاب ارقام مقاوم در برابر رشد قارچ‌ها و آفات نیز می‌توان از رشد قارچ و تولید سم آفلاتوکسین به شکل مؤثری جلوگیری به عمل آورد. همچنین با استفاده از مواد قارچ‌کش در طی مراحل رشد گیاه می‌توان مانع از آلودگی گیاه به مایکوتوکسین‌ها شد. از دیگر مواردی که بایستی در کاشت محصولات کشاورزی جهت جلوگیری از آلوده شدن به مایکوتوکسین‌ها به خصوص آفلاتوکسین‌ها مورد توجه قرار گیرد، توجه به تاریخ کاشت

¹ Mycotoxicosis

² Aflatoxin B1

³ International Agency for Research on Cancer

محصولات می‌باشد به گونه‌ای که محصولات مواجه با آلودگی به اسپور قارچ‌ها در زمان گرده‌افشانی، درجه حرارت‌های بالا و همچنین تنش خشکی نگردند (Burel et al. 2009; Semple et al. 1991). آلوده شدن محصولات کشاورزی به آفلاتوکسین در طی خشک‌سالی و حمله حشرات به محصول افزایش می‌یابد (Zaki et al. 2012; al. 2013). یکی از روش‌های کاهش میزان آفلاتوکسین‌ها در محصولات کشاورزی، استفاده از سویه‌های اسپرژیلوس می‌باشد که توانایی تولید سم را ندارند. با تیمار خاک کشاورزی با این سویه‌ها مشخص شده است که می‌توان میزان آلودگی به سویه‌های تولیدکننده سم را کاهش داد (Probst et al. 2011). نشان داده شده است که با این روش، ۶۵ تا ۸۰٪ از میزان تولید آفلاتوکسین توسط گونه‌های تولیدکننده سم، کاسته می‌شود (Gowda et al. 2013). همچنین مشخص شده است که در شیرهای تولید شده در فصول بهار و تابستان، نسبت به شیرهای تولید شده در فصول پاییز و زمستان، میزان آفلاتوکسین کمتر می‌باشد. علت این کاهش، مصرف بیشتر علوفه تازه و مصرف کمتر علوفه انبارشده (که امکان تولید سم توسط قارچی در طی مراحل نگهداری بر روی آن‌ها وجود دارد) در بهار و تابستان نسبت به پاییز و زمستان می‌باشد (Dehghannya, 2013 و Hasheminya).

۲-۱-۲- در مراحل بعد از برداشت و ذخیره‌سازی و تولید

پس از برداشت محصول می‌بایست شرایط نگهداری به گونه‌ای باشد که از رشد قارچ ممانعت به عمل آید. به این منظور بایستی دما و رطوبت انبارها کاملاً تحت کنترل بوده و از آفت‌زدگی محصولات در طی مدت نگهداری محصولات در انبارها جلوگیری شود. دانه‌های شکسته و صدمه‌دیده بایستی حتی‌المقدور حذف شوند. رطوبت و دمای مناسب جهت رشد قارچ و تولید سم آفلاتوکسین به ترتیب ۳۸-۳۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، لذا استفاده از تهویه مناسب، چیدمان مناسب محصولات در انبارها و در برخی موارد استفاده از روش‌هایی مانند دود دادن و استفاده از مواد آفت‌کش توصیه می‌گردد (Rahmianna et al. 2007; Hell و Mutegi, 2011). برای نمونه در مورد غلات توصیه می‌شود که رطوبت به زیر ۱۵٪ و ترجیحاً ۱۳-۱۰٪ رسانده شود (Zaki ; Hell و Mutegi, 2011). et al. 2012 رعایت اصول بهداشتی و HACCP^۱ و ایزو ۲۲۰۰۰ در مراحل تولید مواد غذایی از دیگر روش‌های ممانعت از تولید آفلاتوکسین می‌باشد (Mutegi, 2011 و Fallah et al. 2013; Hell Olsen, 2004; Magan). همچنین استفاده از مواد و روش‌هایی که کاهش میزان آفلاتوکسین تولیدشده را از طریق جذب، حذف و تبدیل آن میسر می‌سازند نیز می‌توانند در کاهش آلودگی مواد غذایی مصرفی انسان مؤثر واقع شوند. این کار به سه شکل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی صورت می‌پذیرد.

الف- روش‌های فیزیکی

در این روش‌ها با استفاده از جذب سطحی، باند کردن و یا ایجاد تغییر در ساختار آفلاتوکسین، میزان آلودگی ماده غذایی را به مایکوتوکسین کاهش می‌دهند.

استفاده از حرارت

استفاده از حرارت برای غیرفعال آفلاتوکسین شامل فرایندهایی مانند پختن، سرخ کردن، برشته کردن و خشک کردن می‌باشد (Choudhary و Kumari, 2010). فرآیند خشک کردن در دمای بالا می‌تواند میزان آفلاتوکسین را به میزان ۴۸ تا ۸۳٪ کاهش دهد (Burel et al. 2009). حرارت دادن و پختن تحت فشار می‌تواند حدوداً ۷۰٪، برشته کردن ۷۰-۵۰٪ خشک کردن در برابر نور خورشید نیز می‌تواند بیش از ۷۰٪ از میزان آفلاتوکسین را کاهش دهد (Gowda et al. 2013). در برخی از مطالعات انجام‌شده نشان داده شده است که آفلاتوکسین M₁ در طی فرآیند پاستوریزاسیون پایدار می‌باشد (Sanli et al. 2012; Burel et al; 2009).

¹ Hazard Analysis Critical Control Point

در حالی است که در برخی دیگر از مطالعات گزارش شده است که حرارت پاستوریزاسیون تا حدودی می‌تواند باعث کاهش میزان آفلاتوکسین در شیر گردد. بکار بردن درجه حرارت ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه باعث کاهش ۱۸-۱۶ درصدی آفلاتوکسین M₁ در شیر می‌گردد که این کاهش احتمالاً در اثر از بین رفتن اثر محافظتی پیوند بین کازئین و سم در اثر ایجاد پیوند بین کازئین و پروتئین‌های آب پنیر می‌باشد. پاستوریزاسیون شیر در دمای ۶۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه ۹/۵٪ و استریلیزاسیون شیر در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه تا ۲۶٪ میزان آفلاتوکسین M₁ را کاهش می‌دهد (Sanli et al. 2012).

استفاده از پرتو

پرتو دهی باعث رادیولیز آب و ایجاد رادیکال‌های آزاد می‌گردد. آفلاتوکسین B₁ در برابر اشعه گاما، ایکس و فرابنفش حساس می‌باشد و با اشعه دادن به محصولات می‌توان میزان این سم را در آن‌ها کاهش داد. همچنین با استفاده از نور خورشید و ماکروویو نیز می‌توان تا حدود زیادی میزان آفلاتوکسین را کاهش داد (Kumari و Choudhary, 2010; Herzallah et al. 2008). میزان کاهش آفلاتوکسین B₁ و آفلاتوکسین کل بستگی به مدت زمان قرار گرفتن در برابر اشعه و دور مصرفی اشعه دارد. همچنین مشخص شده است که تأثیر تابش خورشید در کاهش میزان آفلاتوکسین بیشتر از تأثیر اشعه گاما و ماکروویو می‌باشد (Herzallah et al. 2008). تأثیر پرتوهای یونیزه مانند گاما در محیط مرطوب به علت آزادی عمل بیشتر رادیکال‌های آزاد بیشتر از محیط خشک می‌باشد (2013 Hashemninya و Dehghannya).

استفاده از زغال فعال

این ماده به شکل پودری غیر محلول و حاصل پیرولیز مواد آلی می‌باشد، دارای سطح مقطع زیاد (۵۰۰ تا ۳۵۰۰ m²/g) بوده و به همین علت توانایی جذب ترکیبات زیادی را دارد و از قرن ۱۹ میلادی جهت حذف ترکیبات سمی مورد استفاده قرار می‌گرفته است (Huwig et al. 2001; Devreese et al. 2013). از جمله ترکیباتی که توسط این ماده جذب و از محیط خارج می‌گردند، میکوتوکسین‌ها می‌باشند. مطالعات زیادی بر روی میزان کاهش آفلاتوکسین‌ها با استفاده از کربن فعال صورت پذیرفته است که همگی آن‌ها نشان‌دهنده کاهش میزان آفلاتوکسین‌ها با استفاده از این ماده بوده‌اند (2012; Sief et al. 1996; Galvano et al. 2013; Devreese et al. 2013). جذب آفلاتوکسین‌ها در غلظت‌های زیاد باعث جلوگیری از مسمومیت حاد در دام‌ها می‌شود (Hatch et al. 1982). برخی از انواع کربن فعال میزان آفلاتوکسین را تا بیش از ۹۰ درصد کاهش می‌دهند (Galvano et al. 1996). این در حالیست که در مطالعه‌ای دیگر میزان کاهش آفلاتوکسین توسط کربن فعال، کمتر از کاهش آن توسط باندکننده‌های با پایه خاک‌رس و یا هیدروژن، سدیم، کلسیم، آلومینیوم (HSCAS)^۱ بود (Burel et al. 2009).

استفاده از جاذب‌های سیلیکاتی

از پرکاربردترین ترکیبات سیلیکاتی جهت حذف آفلاتوکسین‌ها، خاک‌رس و ترکیبات وابسته به آن بوده و به دو دسته کلی شامل دسته اول فیلوسیلیکات‌ها مانند سیلیکات آب دار آلومینیوم، سدیم و کلسیم (HSCAs) و بنتونیت‌ها، نانوکامپوزیت مونت موریلونیت اصلاح‌شده ((MMN)^۲ و دسته دوم تکتوسیلیکات‌ها مانند زئولیت‌ها تقسیم می‌شوند. این ترکیبات به صورت مخلوط با غذای دام مورد استفاده قرار گرفته و با باند شدن با آفلاتوکسین از جذب آن توسط دستگاه گوارش حیوان جلوگیری و مانع از انتقال این سم به

¹ Hydrated sodium calcium aluminosilicate

² Montmorillonite

مواد احیاکننده

سدیم بی‌سولفیت (NaHSO_3) و سدیم دی‌سولفید ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) از جمله ترکیبات احیاکننده‌ای می‌باشند که جهت کاهش میزان آفاتوکسین مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zaki et al. 2012; Burel et al. 2009). از سولفیت پتاسیم جهت کاهش آفاتوکسین M_1 در شیر استفاده می‌گردد. افزودن ۰/۰۴ گرم سولفیت پتاسیم به ازای هر میلی‌لیتر شیر، باعث کاهش آفاتوکسین M_1 به میزان ۴۵٪ می‌گردد (Kumari, 2010) (Choudhary و Hasheminya, 2013). همچنین بی‌سولفیت سدیم در محیط آبی با آفاتوکسین‌های M_1 ، G_1 و B_1 واکنش می‌دهد (Choudhary و Kumari, 2010).

استفاده از اسید

با استفاده از اسیدهای قوی از طریق هیدراتاسیون باند غیراشباع در حلقه فورانی آفاتوکسین‌های G_1 و B_1 و تبدیل آن‌ها به فرم‌های همی‌استال AFG_2a و AFB_2a ، می‌توان فعالیت بیولوژیکی آن‌ها از بین برد و به ترکیبات غیر سمی تبدیل نمود. به عنوان مثال با استفاده از اسید هیدروکلریک و رساندن pH به ۲، آفاتوکسین را می‌توان به میزان ۱۹/۳٪ طی ۲۴ ساعت کاهش داد (Doyle et al. 1982; Zaki et al. 2012).

استفاده از قلیا

استفاده از محلول‌های قلیایی تولیدشده با هیدروکسید پتاسیوم، هیدروکسید کلسیم و کربنات سدیم همراه با حرارت دادن جهت فراوری دانه‌های غلات، به خصوص ذرت به علت جدا کردن پوسته دانه باعث کاهش مایکوتوکسین‌ها از جمله آفاتوکسین در محصول می‌گردد (Guzmán-de-Pena, 2009; Choudhary و Kumari, 2010).

استفاده از آمونیاک

با استفاده از آمونیاک مایع یا گازی می‌توان تا ۹۵٪ از آفاتوکسین موجود در خوراک دام را کاهش داد (Dehghannya و Hasheminya, 2013). برای بهبود میزان کاهش آفاتوکسین توسط آمونیاک از اتوکلاو با دما و فشار بالا استفاده می‌گردد (Kumari و Choudhary, 2010) (Fremy et al. 1988).

ج- روش‌های بیولوژیکی

روش‌های بیولوژیکی کاهش آفاتوکسین به علت ارزان، ساده و اختصاصی بودن جهت کاهش میزان آفاتوکسین‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند (Burel et al. 2009) (Dehghannya و Hasheminya, 2013). بنابراین مطالعات زیادی در این زمینه صورت پذیرفته است.

باکتری‌های اسیدلاکتیک

باکتری‌های اسیدلاکتیک توانایی کاهش آفاتوکسین‌ها را دارا می‌باشند. مکانیسم حذف آفاتوکسین توسط این باکتری‌ها بر اساس تجزیه متابولیکی نیست بلکه از طریق باند شدن سم به دیواره سلولی این عمل انجام می‌گیرد (Dehghannya و Burel et al. 2009) (Hasheminya, 2013). جذب سم توسط دیواره سلولی به وسیله هر دو نوع سلول زنده و کشته‌شده با تیمار حرارتی یا اسیدی صورت می‌پذیرد. جذب در سلول‌های کشته‌شده بیشتر از سلول‌های زنده می‌باشد (Burel et al. 2009). در خصوص سلول‌های زنده،

برخی از محققان توانایی تولید اسید توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک و کاهش pH محیط را در کاهش میزان آفلاتوکسین مؤثر می‌دانند (Dehghannya و Hasheminya, 2013).

پروبیوتیک‌ها

این میکروارگانیسم‌ها در صنعت، به خصوص در صنایع لبنی، به عنوان آغازگر کاربرد گسترده‌ای دارند. اثر باکتری‌های پروبیوتیک در کاهش میزان آفلاتوکسین در مواد غذایی به خصوص شیر و فراورده‌های آن مورد مطالعه بسیاری از محققان قرار گرفته است. از بین باکتری‌های پروبیوتیک، لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدو باکترها توانایی کاهش آفلاتوکسین‌ها را از خود نشان داده‌اند (Peltonen et al.; 2009; Wu et al. 2013; Gowda et al. 2001). از لاکتوباسیلوس‌ها، لاکتوز رامنوسوس، لاکتوز اسیدوفیلوس و لاکتوز کارژی در حضور آفلاتوکسین، از ایجاد آسیب به بافت کبدی جلوگیری می‌کنند (Gowda et al. 2013). این باکتری‌ها با اتصال به آفلاتوکسین‌ها باعث محافظت DNA و غشای سلول‌ها در برابر آسیب‌های ایجاد شده از این سم می‌شوند (Salim et al. 2011). به عنوان مثال ترکیبات دیواره سلولی لاکتوز رامنوسوس نژاد GG که با باند شدن به آفلاتوکسین B₁ باعث کاهش میزان آن می‌گردند مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و عامل اصلی باند شدن را پتیدوگلیکان موجود در دیواره سلولی دانسته‌اند (Lahtinen et al. 2001; Peltonen et al. 2004). علاوه بر باکتری‌های لاکتیکی و پروبیوتیک‌ها، مطالعاتی بر روی سایر باکتری‌ها در خصوص کاهش میزان آفلاتوکسین صورت پذیرفته است. به عنوان مثال Line و همکارانش با استفاده از باکتری فلاووباکتریوم آئورانتیاکوم که در خاک وجود دارد و یک باکتری گرم منفی غیر اسپورزا می‌باشد، مشاهده کردند که این باکتری با مصرف و تبدیل آفلاتوکسین در شیر، باعث کاهش آن می‌گردد (Bata و Lásztity, 1999; Line, 1994). همچنین در مطالعه دیگری که توسط Gao و همکارانش انجام شد، اثر باکتری باسیلوس سوبتیلیس بر روی کاهش آفلاتوکسین‌های B₁، G₁ و M₁ مورد مطالعه قرار گرفت و نشان داده شد که سویه ANSB060 این باکتری، بیشترین تأثیر در کاهش میزان این آفلاتوکسین‌ها را دارا می‌باشد (Gao et al. 2011). با استفاده از لاکتوز برویس میزان آلودگی را در غذای دام می‌توان کاهش داد (Dehghannya و Hasheminya, 2013).

مخمرها

از بین مخمرها، مخمر ساکارومایسس سرویسیه، بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است (Kusumaningtyas, et al. 2006; 2006). Shetty et al. 2007; Shetty و Jespersen. نژادهای A18 و 26.1.11 در بین نژادهای مورد مطالعه از این مخمر، بیشترین میزان کاهش آفلاتوکسین را در فاز اولیه رشدشان در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند (Shetty et al. 2007). این کاهش در اثر باند شدن آفلاتوکسین به دیواره سلولی مخمر می‌باشد و یک پدیده فیزیکی تلقی می‌گردد. باند شدن آفلاتوکسین به دیواره سلولی در مخمرهای تیمار شده و غیرفعال شده در شرایط اسیدی و حرارت نسبت به سلول‌های زنده بیشتر می‌باشد (Shetty et al. 2007; Shetty et al. 2006). Shetty et al. 2006 دیواره سلولی در مخمر ساکارومایسس سرویسه ۳۰٪ وزنی سلول را تشکیل می‌دهد و در ساختار آن گلوکان‌هایی مانند بتا ۱ و ۳ گلوکان و بتا ۱ و ۶ گلوکان وجود دارند که با پروتئین‌های دیواره سلولی ایجاد گلیکوپروتئین نموده که این ترکیبات توانایی باند شدن به آفلاتوکسین را دارند (Jespersen و Shetty, 2006) (Jouany et al. 2005). و همکارانش نشان دادند که سویه‌های پروبیوتیک مخمر ساکارومایسس توانایی کاهش میزان آفلاتوکسین در غذای طیور را دارند (Pizzolitto et al. 2012).

قارچ‌ها

برخی از قارچ‌ها با احیای گروه کربونیل موجود در حلقه سیکلوپنتونی آفلاتوکسین B₁، توانایی تبدیل این سم را به آفلاتوکسیکول A (AFL-A) که سمیت آن ۱۸ بار کمتر از B₁ است را دارند. از جمله این قارچ‌ها می‌توان به اسپرژیلوس نیجر، یوروتیوم هرباریوم،

برخی از گونه‌های رایزوپوس و گونه‌هایی از اسپرژیلوس فلاووس که تولید سم نمی‌کنند اشاره نمود (Wu et al. 2013). Devreese et al. (2009) از گونه‌های رایزوپوس که توانایی کاهش میزان آفلاتوکسین B₁ را در همراهی با اسپرژیلوس فلاووس تولیدکننده سم از خود نشان داده‌اند، رایزوپوس اولیگوسپوروس می‌باشد که بیش‌ترین میزان کاهش را در روز پنجم کشت از خود نشان می‌دهد (Kusumaningtyas et al. 2006). برخی دیگر از قارچ‌ها مانند پنی سیلیوم رایستریکی آفلاتوکسین B₁ را متابولیزه کرده و تولید محصولات سمی مانند آفلاتوکسین B₂ و برخی ترکیبات ناشناخته می‌نمایند (Devreese et al. 2013).

آنزیم‌ها

با استفاده از آنزیم‌های به دست آمده از میکرو اورگانیزم‌ها می‌توان مایکوتوکسین‌ها را سم‌زدایی نمود (Wu et al. 2009; Burel et al. 2012). در این خصوص آنزیم جدا و خالص‌سازی شده از قارچ پلئوروتوس استراتوس توانایی تجزیه آفلاتوکسین را دارا می‌باشد و این عمل را با باز کردن حلقه لاکتونی انجام می‌دهد (Burel et al. 2009). همچنین در مطالعه‌ای که توسط Liu و همکارانش انجام پذیرفت، آنزیمی تحت عنوان^۱ (ADTZ) از قارچ آرمیلاریلا تابسنس به دست آمد که با باز نمودن حلقه دی‌فورانی آفلاتوکسین، سمیت آن را کاهش می‌دهد (Liu et al. 1998). باکتری رودوکوکوس اریتروپولیس که از ذرات هیدروکربن‌های پلی آروماتیک جداسازی شده است به شکل چشم‌گیری آفلاتوکسین B₁ را کاهش می‌دهد و به نظر می‌رسد با استفاده از آنزیم پراکسیداز تولیدی خود آفلاتوکسین را تجزیه می‌نماید (Burel et al. 2009; Wu et al. 2009).

۳- یافته‌ها و بحث

در بکار بردن ترکیبات مختلف جهت کاهش میزان آفلاتوکسین‌ها در غذای دام بایستی مواردی مانند میزان کاهش سم، میزان ترکیب مورد استفاده، مدت زمان لازم جهت کاهش سم، هزینه مورد نیاز، نوع دام، میزان کاهش ترکیبات ریزمغذی و آلودگی‌های ایجادشده احتمالی مانند دیوکسین‌ها را مد نظر قرار داد (Oguz, 2011). استفاده از مواد شیمیایی و روش‌های فیزیکی جهت کاهش میزان آفلاتوکسین‌ها اگرچه به شکل مؤثری توانایی حذف و کاهش آفلاتوکسین را از خوراک دام و شیر را نشان داده‌اند، عمدتاً به علت بالا بودن هزینه، کاهش ارزش تغذیه‌ای، پایین بودن بازدهی و ضعف در اختصاصی عمل کردن دارای محدودیت‌هایی می‌باشند. برای مثال استفاده از آمونیاک و اکسیدکننده‌های قوی می‌تواند ارزش تغذیه‌ای مواد را کاهش دهد. همچنین چون زغال فعال یک جاذب غیراختصاصی می‌باشد، امکان حذف ترکیبات دیگر از جمله ترکیبات مفید و ضروری نیز از مواد غذایی تیمار شده با این روش وجود دارد (Burel et al. 2009; Huwig et al. 2001). اگرچه ترکیبات با پایه رسی به طور مؤثری میزان آفلاتوکسین‌ها را کاهش می‌دهند ولی مقدار لازم جهت تأثیر و جذب آفلاتوکسین در دستگاه گوارش دام‌ها زیاد می‌باشد که این مسئله باعث باند شدن آنتی‌بیوتیک‌ها، املاح و ویتامین‌ها به این جذب‌کننده‌ها و دفع این مواد ضروری از بدن دام می‌شود لذا استفاده از سایر جذب‌کننده‌ها همراه با این ترکیبات از جمله کمک گرفتن از مخمرها و دیواره سلولی آن‌ها جهت کاهش میزان مصرف ترکیبات رسی مورد مطالعه قرار گرفته است (Gowda et al. 2013; Zhao et al. 2010). با اصلاح ساختار ترکیبات جاذب آفلاتوکسین می‌توان میزان کارایی این ترکیبات را در باند شدن به آفلاتوکسین افزایش داد. به عنوان مثال نانوکامپوزیت مونت موریلونیت اصلاح‌شده (MMN) به دلیل دارا بودن اندازه سطح، تخلخل و همچنین تبادل کاتیونی بالا توانایی بسیار بیشتری نسبت به ترکیبات مشابه در باند شدن با آفلاتوکسین را دارا می‌باشد (Burel et al. 2009). در اتحادیه اروپا، سم‌زدایی با استفاده از ترکیبات شیمیایی به علت امکان ایجاد مشتقات سمی، ممنوع می‌باشد و در ایالات متحده آمریکا از بین مواد شیمیایی، تنها استفاده از آمونیاک برای سم‌زدایی آفلاتوکسین مجاز می‌باشد (Dehghannya, 2013; Devreese et al. 2013; Burel et al. 2009). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که

^۱ Aflatoxin-detoxizyme

جاذبه‌هایی مانند خاک رس و ترکیبات وابسته به آن از طریق باند شدن به آفلاتوکسین‌ها در دستگاه گوارش باعث دفع این سموم از بدن می‌گردند ولی بر میزان سمیت آن‌ها از لحاظ بیوشیمیایی و هیستوپاتولوژیکی تأثیر چندانی ندارند و نمی‌توانند از ایجاد عوارض ناشی از آفلاتوکسیکوزیس جلوگیری به عمل آورند (Burel et al. 2009; al. 2009; Phillips et al. 2008; Neeff et al. 2013). با این حال در مطالعه انجام‌شده توسط Zhao و همکارانش، نشان داده شد که HSCAs در غلظت‌های بالاتر نسبت به دیواره سلولی مخمرها تأثیر بهتری در کاهش اثرات مخرب آفلاتوکسین بر روی کبد و همچنین میزان رشد در جوجه پرندگان دارند (Zhao et al. 2010). برخی از مطالعات انجام‌شده بیان‌کننده این مطلب هستند که مناسب‌ترین و کم‌خطرترین روش جهت آلودگی‌زدایی آفلاتوکسین، استفاده از روش‌های بیولوژیکی مانند استفاده از مخمر و ترکیبات به دست آمده از آن می‌باشد زیرا میزان آلودگی را با این روش بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک برای انسان و دام و یا کاهش میزان ترکیبات ریزمغذی می‌توان کاهش داد (Oguz, 2011). البته استفاده از میکرواورگانسیم‌های زنده به دلیل تخمیر ایجادشده در اثر فعالیت آنزیم‌های آن‌ها ممکن است بر روی طعم و عطر ماده غذایی تأثیر نامطلوبی ایجاد نمایند (Dehghannya و Hasheminya, 2013) (Line et al. 1994). یک روش نوین و جالب جهت از بین بردن و یا اصلاح مایکوتوکسین‌ها استفاده از آنزیم‌های به دست آمده از میکرواورگانسیم‌ها می‌باشد. زیرا با وجود کاهش در مقدار و یا اثرات بیولوژیکی سم‌ها، تغییری در خصوصیات ارگانولپتیکی و کیفی محصولات ایجاد نمی‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعات گوناگون، بهترین روش جهت کاهش میزان آلودگی غذای دام و شیر، استفاده از روش‌های بیولوژیکی می‌باشد و از این رو می‌بایست مطالعات بیشتری در این رابطه انجام پذیرد.

References

- Alvito, P. C., Sizoo, E. A., Almeida, C. M. and van Egmond, H. P. (2010). Occurrence of aflatoxins and ochratoxin A in baby foods in Portugal. *Food Anal. Methods*, 3(1), 22-30.
- Bata, A. and Lásztity, R. (1999). Detoxification of mycotoxin-contaminated food and feed by microorganisms. *Trends Food Sci. Technol.*, 10(6), 223-228.
- Baydar, T., Erkekoglu, P., Sipahi, H., and Sahin, G. (2007). Aflatoxin B₁, M₁ and Ochratoxin A Levels in Infant Formulae and Baby Foods Marketed in Ankara, Turkey. *J. Food Drug Anal.*, 15(1), 89.
- Buldu, H. M., Koc, A. N. and Uraz, G. (2011). Aflatoxin M₁ contamination in cow's milk in Kayseri (central Turkey). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 35(2), 87-91.
- Burel, S. D., Favrot, M.-C., Fremy, J.-M., Massimi, C., Prigent, P., Debongnie, L. P., & Morgavi, D. (2009). Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: mode of action, efficacy and feed/food safety: EFSA-Q-2009-00839, EFSA J. 8-Dec.-2009.
- Cavaliere, C., Foglia, P., Guarino, C., Nazzari, M., Samperi, R. and Laganà, A. (2007). A sensitive confirmatory method for aflatoxins in maize based on liquid chromatography/electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 21(4), 550-556.
- Chiavaro, E., Dall'Asta, C., Galaverna, G., Biancardi, A., Gambarelli, E., Dossena, A. and Marchelli, R. (2001). New reversed-phase liquid chromatographic method to detect aflatoxins in food and feed with cyclodextrins as fluorescence enhancers added to the eluent. *J. Chromatogr. A*, 937(1), 31-40.
- Choudhary, A. K. and Kumari, P. (2010). Management of mycotoxin contamination in preharvest and post harvest crops: present status and future prospects. *J. phytol.*, 2(7), 37-52.

- Devreese, M., De Backer, P. and Croubels, S. (2013). Different methods to counteract mycotoxin production and its impact on animal health. *Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr.*, 82(4), 181-190.
- Dixon, J., Kannevischer, I., Arvide, M. T. and Velazquez, A. B. (2008). Aflatoxin sequestration in animal feeds by quality-labeled smectite clays: An introductory plan. *Appl. Clay Sci.*, 40(1), 201-208.
- Doyle, M., Applebaum, R., Brackett, R. and Marth, E. (1982). Physical, chemical and biological degradation of mycotoxins in foods and agricultural commodities. *J. Food Prot.*, 45(10), 964-971.
- Edrington, T., Sarr, A., Kubena, L., Harvey, R. and Phillips, T. (1996). Hydrated sodium calcium aluminosilicate (HSCAS), acidic HSCAS, and activated charcoal reduce urinary excretion of aflatoxin M 1 in turkey poults. Lack of effect by activated charcoal on aflatoxicosis. *Toxicol. Lett.*, 89(2), 115-122.
- Fallah, A., Farhoodi, M. and Moradi, V. (2013). An Assessment on Aflatoxin Control in Pistachio-Processing Units from Raw Material Reception to Packaging Based on ISO22000: 2005 Model. *J. Food Saf.*, 33(4), 379-386.
- Fremy, J., Gautier, J., Herry, M., Terrier, C. and Calett, C. (1988). Effects of ammoniation on the 'carry-over' of aflatoxins into bovine milk. *Food Addit. Contam.*, 5(1), 39-44.
- Galvano, F., Pietri, A., Fallico, B., Bertuzzi, T., Scirè, S., Galvano, M. and Maggiore, R. (1996). Activated carbons: in vitro affinity for aflatoxin B1 and relation of adsorption ability to physicochemical parameters. *J. Food Prot.*, 59(5), 545-550.
- Gao, X., Ma, Q., Zhao, L., Lei, Y., Shan, Y. and Ji, C. (2011). Isolation of *Bacillus subtilis*: screening for aflatoxins B1, M1, and G1 detoxification. *Eur Food Res Technol.*, 232(6), 957-962.
- Giray, B., Girgin, G., Engin, A. B., Aydın, S. and Sahin, G. (2007). Aflatoxin levels in wheat samples consumed in some regions of Turkey. *Food Control*, 18(1), 23-29.
- Gowda, N., Swamy, H., and Mahajan, P. (2013). Recent advances for control, counteraction and amelioration of potential aflatoxins in animal feeds. INTECH Open Access Publisher.
- Guzmán-de-Peña, D. (2009). The destruction of aflatoxins in corn by "nixtamalización" Mycotoxins in food, feed and bioweapons (pp. 39-49): Springer.
- Hasheminya, S.-M. and Dehghannya, J. (2013). Strategies for decreasing aflatoxin in livestock feed and milk. *Intl. Res. J. Appl. Basic Sci.*, 4(6), 1506-1510.
- Hatch, R., Clark, J., Jain, A. and Weiss, R. (1982). Induced acute aflatoxicosis in goats: treatment with activated charcoal or dual combinations of oxytetracycline, stanozol, and activated charcoal [Aflatoxins, *Aspergillus flavus*]. *Am. J. Vet. Res.*, 43(4), 644-648.
- Hell, K. and Mutegi, C. (2011). Aflatoxin control and prevention strategies in key crops of Sub-Saharan Africa. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 5(5), 459-466.
- Herzallah, S., Alshawabkeh, K. and Fataftah, A. A. (2008). Aflatoxin decontamination of artificially contaminated feeds by sunlight, γ -radiation, and microwave heating. *J. Appl. Poult. Res.*, 17(4), 515-521.
- Huwig, A., Freimund, S., Käppeli, O. and Dutler, H. (2001). Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. *Toxicol. Lett.*, 122(2), 179-188.

- Jaynes, W. F. and Zartman, R. E. (2011). Aflatoxin toxicity reduction in feed by enhanced binding to surface-modified clay additives. *Toxins*, 3(6), 551-565.
- Jouany, J., Yiannikouris, A. and Bertin, G. (2005). The chemical bonds between mycotoxins and cell wall components of *Saccharomyces cerevisiae* have been identified. *Archiva Zootechnica*, 8, 26-50.
- Kimatu, J. N., McConchie, R., Xie, X. and Nguluu, S. N. (2012). The significant role of post-harvest management in farm management, aflatoxin mitigation and food security in Sub-Saharan Africa. *Greener J. Agri. Sci.*, 2(6), 279-288.
- Kusumaningtyas, E., Widiastuti, R. and Maryam, R. (2006). Reduction of aflatoxin B1 in chicken feed by using *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oligosporus* and their combination. *Mycopathologia*, 162(4), 307-311.
- Lahtinen, S.J., Haskard, C.A., Ouwehand, A.C., Salminen, S.J. and Ahokas, J.T. (2004). Binding of aflatoxin B1 to cell wall components of *Lactobacillus rhamnosus* strain GG. *Food Addit. Contam.*, 21(2), 158-164.
- Line, J., Brackett, R. and Wilkinson, R. (1994). Evidence for degradation of aflatoxin B1 by *Flavobacterium aurantiacum*. *J. Food Prot.*, 57(9), 788-791.
- Liu, D.-L., Yao, D.-S., Liang, R., Ma, L., Cheng, W.-Q. and Gu, L.-Q. (1998). Detoxification of aflatoxin B 1 by enzymes isolated from *Armillariella tabescens*. *Food Chem. Toxicol.*, 36(7), 563-574.
- Magan, N. and Olsen, M. (2004). *Mycotoxins in food: detection and control*: Woodhead Publishing.
- Muscarella, M., Iammarino, M., Nardiello, D., Lo Magro, S., Palermo, C., Centonze, D. and Palermo, D. (2009). Validation of a confirmatory analytical method for the determination of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in foods and feed materials by HPLC with on-line photochemical derivatization and fluorescence detection. *Food Addit. Contam.*, 26(10), 1402-1410.
- Nasir, M. S. and Jolley, M. E. (2002). Development of a fluorescence polarization assay for the determination of aflatoxins in grains. *J. Agric. Food Chem.*, 50(11), 3116-3121.
- Neeff, D., Ledoux, D., Rottinghaus, G., Bermudez, A., Dakovic, A., Murarolli, R. and Oliveira, C. (2013). In vitro and in vivo efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to bind and reduce aflatoxin residues in tissues of broiler chicks fed aflatoxin B1. *Poult. Sci.*, 92(1), 131-137.
- Oguz, H. (2011). A review from experimental trials on detoxification of aflatoxin in poultry feed. *Eurasian J. Vet. Sci.*, 27(1), 1-12.
- Peltonen, K., El-Nezami, H., Haskard, C., Ahokas, J. and Salminen, S. (2001). Aflatoxin B 1 binding by dairy strains of lactic acid bacteria and bifidobacteria. *J. Dairy Sci.*, 84(10), 2152-2156.
- Phillips, T.D., Afriyie-Gyawu, E., Williams, J., Huebner, H., Ankrah, N.-A., Ofori-Adjei, D., Jolly, P., Jhonson, N., Taylor J., Marroquin-Cardona, A., Xu, L., Tariq, L. and Wang, J.S. (2008). Reducing human exposure to aflatoxin through the use of clay: a review. *Food Addit. Contam.*, 25(2), 134-145.
- Phillips, T.D., Kubena, L.F., Harvey, R.B., Taylor, D.R. and Heidelbaugh, N.D. (1988). Hydrated sodium calcium aluminosilicate: a high affinity sorbent for aflatoxin. *Poult. Sci.*, 67(2), 243-247.
- Phillips, T. D., Sarr, A. B. and Grant, P. G. (1995). Selective chemisorption and detoxification of aflatoxins by phyllosilicate clay. *Nat. Toxins*, 3(4), 204-213.

- Pizzolitto, R. P., Armando, M. R., Combina, M., Cavaglieri, L. R., Dalcerro, A. M. and Salvano, M. A. (2012). Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* strains as probiotic agent with aflatoxin B1 adsorption ability for use in poultry feedstuffs. *J. Environ. Sci. Health. B*, 47(10), 933-941.
- Probst, C., Bandyopadhyay, R., Price, L. and Cotty, P. (2011). Identification of atoxigenic *Aspergillus flavus* isolates to reduce aflatoxin contamination of maize in Kenya. *Plant Dis.*, 95(2), 212-218.
- Rahmianna, A., Taufiq, A. and Yusnawan, E. (2007). Effect of harvest timing and postharvest storage conditions on aflatoxin contamination in groundnuts harvested from the Wonogiri regency in Indonesia. *SAT ejournal*, 5, 1-3.
- Romoser, A. A., Marroquin-Cardona, A., Phillips, T. D., and Eastridge, M. (2013). Managing Risks Associated With Feeding Aflatoxin Contaminated Feed. Paper presented at the Proceedings of the 22nd Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA, 23-24 April 2013.
- Rustom, I. Y. (1997). Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chem.*, 59(1), 57-67.
- Salim, A.-B., Zohair, A., Hegazy, A. E.-S. and Said, A. (2011). Effect of some strains of probiotic bacteria against toxicity induced by aflatoxins in vivo. *J. Am. Sci.*, 7(1), 1-12.
- Şanlı, T., Deveci, O. and Sezgin, E. (2012). Effects of Pasteurization and Storage on Stability of Aflatoxin M1 in Yogurt. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 18, 987-990.
- Semple, R., Frio, A., Hicks, P. and Lozare, J. (1991). Mycotoxin prevention and control in foodgrains. FAO.
- Shetty, P. H., Hald, B. and Jespersen, L. (2007). Surface binding of aflatoxin B 1 by *Saccharomyces cerevisiae* strains with potential decontaminating abilities in indigenous fermented foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 113(1), 41-46.
- Shetty, P. H., and Jespersen, L. (2006). *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria as potential mycotoxin decontaminating agents. *Trends Food Sci Technol*, 17(2), 48-55.
- Sief, M. M., Abdel-Galil, M. M., Khalil, F. A., and Hussein, A.-H. F. (2012). Biochemical studies on the protective effects of Egyptian montmorillonite clay and activated carbon against health hazards resulting from the exposure to deoxynivalenol mycotoxin in food. *J. Agroal. Proces. Technol.*, 18(4), 283-295.
- Soha, A., and Borji, M. (2007). Reductions of aflatoxin M1 in milk utilizing some chemisorption compounds and study their effects on milk composition. *Pajouhesh and Sazandegi*, 19, 19-26 [In Persian].
- Tam, J., Mankotia, M., Mably, M., Pantazopoulos, P., Neil, R., Calway, P. and Scott, P. (2006). Survey of breakfast and infant cereals for aflatoxins B1, B2, G1 and G2. *Food Addit. Contam.*, 23(7), 693-699.
- Verstraete, F. (2008). European Union legislation on mycotoxins in food and feed. Overview of the decision-making process and recent and future developments. In: *Mycotoxins: Detection methods, management, public health and agricultural trade*, 77-99, CAB Int.
- Wu, Q., Jezkova, A., Yuan, Z., Pavlikova, L., Dohnal, V. and Kuca, K. (2009). Biological degradation of aflatoxins. *Drug Metab. Rev.*, 41(1), 1-7.

- Zaki, M. M., El-Midany, S., Shaheen, H. and Rizzi, L. (2012). Mycotoxins in animals: Occurrence, effects, prevention and management. *J. Toxicol. Environ. Health Sci.*, 4(1), 13-28.
- Zhao, J., Shirley, R.B., Dibner, J.D., Uraizee, F., Officer, M., Kitchell, M., Vazquez-Anon M. and Knight, C. (2010). Comparison of hydrated sodium calcium aluminosilicate and yeast cell wall on counteracting aflatoxicosis in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 89(10), 2147-2156.

A review of reduction methods of aflatoxin in food and feed

Ehsan Mottaghianpour¹ and Mir-Jamal Hosseini^{2,3*}

¹ M.Sc., Department of Food Health and Safety, School of public health, Zanjan University of Medical sciences, Zanjan, Iran

² Assistant Prof., Department of Pharmacology and Toxicology, School of Pharmacy, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

³ Zanjan Applied Pharmacology Research Center, Zanjan University of Medical sciences, Zanjan, Iran

***Corresponding Author:** jamal_hossini@yahoo.com

Received: July 23, 2016

Accepted: September 16, 2016

Abstract

Food contamination with aflatoxins, a secondary metabolite produced by filamentous fungi, is a fundamental subject in food safety for human. Therefore, especial attention should be dedicated about contamination of animal feed and transfer to human food chain by contaminated livestock products. The promising approach for controlling aflatoxins in food is prevention of fungi growth. However, practically this method is not successful; therefore, alternative techniques are needed to eliminate these toxins from consumed products in human and animals. In present study, four phrases used as key words were “aflatoxin, reducing methods, food and feed “by databases including Elsevier, Scopus, PubMed, and Google Scholar. After reviewing 83 articles, 59 studies were selected; these papers were published between 1960 -2014 for recent review. Therefore, it was decided to collect and review the common and usual methods for decreasing or deletion of deterioration of Aflatoxin in livestock feed and human food including physical, chemical and biological methods.

Keywords: Aflatoxin; Contamination; Animal feed; Human food.