آلودگی شیر به آفلاتوکسین M_1

راحله نژاد رزمجوی اخگر بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
رایانامه: razmjooi@yahoo.com

ویراستار ترویجی: عباس نوروزی

چکیده

آفلاتوکسین‌ها ترکیبات سمّی هستند که توسط گونه‌های مختلف قارچ آسپرژیلوس تولید می‌شوند و دارای خاصیت سرطان‌زایی بالایی هستند. در خوراک دام آلوده به قارچ جنس آسپرژیلوس، آفلاتوکسینِ B_1 تولید شده و این سم در بدن حیوان به آفلاتوکسینِ M_1 تبدیل می‌شود و از طریق شیر به مصرف‌کنندگان انتقال می‌یابد. آفلاتوکسین شیر به روش‌های سالم‌سازی معمول مانند فرآیندهای حرارتی مقاومت نشان می‌دهد. از آنجایی که آلودگی شیر با آفلاتوکسین سلامت انسان را تهدید می‌کند، بنابراین بهداشت و سلامت شیر و فرآورده‌های آن اهمیت داشته و این امر با سلامت دام‌ها از طریق تغذیه سالم ارتباط دارد. کاهش میزان آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام گام اساسی در جلوگیری از تولید سم و انتقال آن از طریق شیر به انسان است. در این مقاله به مضرات آفلاتوکسین و برخی از روش‌های کاهش آلودگی خوراک دام و همچنین شیر به آفلاتوکسین پرداخته شده است.

واژگان کلیدی
آفلاتوکسین، شیر، محصولات لبنی، خوراک دام

مقدمه

شیر منبعی غنی از مواد معدنی و ویتامین‌ها بوده و به علت داشتن اسیدهای آمینه ضروری، نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز بدن انسان دارد. مصرف شیر و فرآورده‌های لبنی به دلایلی از جمله کاهش فشارخون، کاهش ابتلا به بیماری‌های عفونی، پیشگیری از پوکی استخوان، افزایش چربی‌های مفید خون و جلوگیری از ابتلا به سرطان روده بزرگ برای سلامتی بدن انسان مفید است (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین بهداشت و سلامت شیر و فرآورده‌های آن از اهمیت خاصی برخوردار است و این امر به سلامت دام‌ها و تأمین شیر سالم و عاری از آلودگی بستگی دارد.

استفاده از خوراک ناسالم و آلوده به قارچ‌ها در تغذیه دام سبب تولید آفلاتوکسین و انتقال آن به شیر و فرآورده‌های آن می‌شود. آفلاتوکسین نوعی سم خطرناک قارچی است که در صورت نگهداری علوفه و خوراک دام در شرایط نامناسب و وجود گرما و رطوبت، توسط قارچ‌های آسپرژیلوس تولید می‌شود. تیپ‌های عمده آفلاتوکسین عبارتند از: B_1، B_2، G_1 و G_2 که از میان آنها انواع B_1 و G_1 بیشترین اهمیت را دارند. آفلاتوکسین B_1 سَمیت بیش‌تری از آفلاتوکسین G_1 دارد (Chiavaro *et al.*, 2001). هنگامی که خوراک گاو شیری توسط آفلاتوکسین B_1 آلوده می‌شود، این سم پس از ۱۲ الی ۲۴ ساعت در اثر سوخت و ساز در کبد گاو به آفلاتوکسین M_1 تبدیل می‌شود. شیر تولیدی توسط این دام آلوده به آفلاتوکسین M_1 است و این سم در آزمایشگاه قابل شناسایی و ردیابی است (Fallah, 2016؛ Bakirci, 2001). آفلاتوکسین‌ها ترکیبات پایداری هستند که با روش‌های حرارتی مانند پاستوریزه کردن و سترون‌سازی (استریلیزه کردن) کاهش قابل‌توجهی نخواهند داشت (Jasutiene *et al.*, 2007).

بررسی آفلاتوکسین B_1 در خوراک مصرفی دام

قارچها در علوفه، غلاتی مانند ذرت، جو، گندم و برنج، دانه‌های روغنی مانند سویا، بادام‌زمینی، پنبه و آفتابگردان هنگام داشت، برداشت، فرآوری، حمل و انبارداری در صورت فراهم شدن شرایط رشد نموده و در آنها آفلاتوکسین تولید می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهد میزان آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام و به دنبال آن میزان آفلاتوکسین M_1 در شیر در فصول سرد سال (پاییز و زمستان) بیش تر از فصول گرم بوده است (Fallah, 2016). علاوه بر شیر خام میزان آلودگی شیرهای پاستوریزه و استریلیزه به آفلاتوکسین M_1 نیز در فصول پاییز و زمستان بیشتر گزارش شده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱).

در فصول سرد به دلیل کمبود علوفه تازه، اغلب از کنسانتره و غلات ذخیره شده برای تغذیه گاوها استفاده می‌شود. چنین مواد غذایی برای رشد کپک‌ها و در نتیجه آلودگی با آفلاتوکسین‌ها بیش‌تر مستعد هستند. اما علوفه و غلات در تابستان به صورت تازه و غیرانباری به مصرف دام می‌رسد، بنابراین میزان آفلاتوکسین در خوراک دام و شیر در این فصل کمتر است (Fallah, 2016). شکل ۱ نمونه‌ای از مواد غذایی کپک‌زده را نشان می‌دهد.

شکل ۱- مواد غذایی کپک‌زده

مضرات آفلاتوکسین‌ها

از جمله عوارض خطرناک آفلاتوکسین M_1 می‌توان به ایجاد سرطان (Lopez, 2001)، تاثیر نامطلوب بر کبد، روده بزرگ، کلیه، ریه، آسیب مغزی، ناراحتی‌های گوارشی و تضعیف سیستم ایمنی بدن اشاره کرد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). اندام اصلی که توسط آفلاتوکسین‌ها مورد حمله قرار می‌گیرد کبد است که در انسان موجب اختلالات شدید کبدی می‌شود (Wang & Tang, 2005). آفلاتوکسین در حیوانات موجب اختلال در دستگاه گوارش و فعالیت سیستم ایمنی، کاهش تولیدمثل، کاهش تولید شیر و تخم‌مرغ، کم‌خونی، یرقان و کاهش رشد می‌شود (محمودی و همکاران، ۱۳۹۳).

روش‌های کاهش آفلاتوکسین در خوراک دام

از آنجایی که آلودگی شیر و مواد لبنی اکثراً از طریق مصرف خوراک آلوده توسط دام صورت می‌گیرد، بنابراین، کاهش آلودگی به آفلاتوکسین از طریق کنترل خوراک دام امکان‌پذیر است. برای رسیدن به این هدف باید نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

۱. از تغذیه دام با نان خشک و علوفه کپک‌زده باید خودداری کرد.

۲. در انبارهای خوراک دام پس از هر بار برداشت باید سطح رویی خوراک پوشانده شود تا از انتشار قارچ جلوگیری به عمل آید.

۳. علوفه و خوراک دام هنگام نگهداری در انبار باید به دقت و مداوم بازرسی شود. هر چند به دلیل وجود رطوبت و حرارت بالا در مزارع، جلوگیری از تشکیل سم قبل از برداشت محصول مشکل است، ولی می‌توان با ذخیره کردن محصول بر اساس اصول بهداشتی میزان این سم را تا حد زیادی کاهش داد.

۴. دما و رطوبت نسبی مناسب برای رشد قارچ به ترتیب ۲۷ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد و ۸۵ درصد است. حداکثر تولید سم در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد و تولید سم در دماهای پایین‌تر از ۱۸ و یا بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌شدت کاهش می‌یابد (رزاقی ابیانه و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین، استفاده از تهویه مناسب،

چیدمـان مناسـب محصـولات در انبارهـا و در برخـی موارد اسـتفاده از روش‌هایـی ماننـد دود دادن و موادآفت‌کـش توصیه می‌شـود. بررسـی سـالم بودن محصولات کشـاورزی در طول کاشـت، داشـت، برداشت و ذخیره‌سـازی از اهمیت خاصـی برخـوردار اسـت. خشکسـالی، بارندگـی، آلودگـی توسـط حشـرات و رطوبت بالا در زمان خوشه دادن محصول می‌توانـد علت‌هـای اصلـی تولیـد آفلاتوکسـین در مـزارع باشـد (رزاقـی ابیانـه و همـکاران، ۱۳۹۶).

۵. اسـتفاده از برنامـه آبیـاری مناسـب، کاشـت گونه‌های مقـاوم در برابر رطوبت و کپک‌زدگـی، کنترل علف‌های هرز، کنترل حشـرات، برداشـت در زمان مناسـب و رعایت تناوب کشت روش‌های مؤثری جهت پیشگیری از تولید آفلاتوکسین قبـل از برداشـت هسـتند (رزاقی ابیانه و همـکاران، ۱۳۹۶). شـکل ۲ نمونـه‌ای از انبارهـای علوفه دام را نشـان می‌دهد.

شکل ۲- انبارهای علوفه دام

روش‌های کاهش آفلاتوکسین در شیر

در صورتـی کـه خوراک دام به آفلاتوکسـین آلوده باشـد سـم در شـیر و فرآورده‌هـای آن ماننـد پنیـر نیـز وجـود خواهد داشـت. پنیر ممکن اسـت از سـه راه به آفلاتوکسین آلوده شـود:

- آلوده بودن شیر پنیرسازی؛
- آلـوده شـدن پنیـر به‌دلیـل رشـد قارچ‌هـای تولیـد کننـده آفلاتوکسـین روی پنیـر در هنـگام پنیرسـازی؛
- افزودن شـیر خشـک آلوده به قارچ به شـیر پنیرسازی جهـت بالا بردن ماده خشـک آن

(Kazemi Darsanaki *et al*., 2013).

در صورتـی کـه شـیر و مـواد لبنـی بـه آفلاتوکسـین آلـوده شـوند، می‌تـوان از روش‌هـای فیزیکـی، شـیمیایی (Samarayeewa *et al*., 1990) و زیسـتی (بیولوژیکـی) (Smith & Bol, 1998) بـرای کاهـش اثر آن‌ها اسـتفاده کرد.

۱- روش‌های فیزیکی:

از جملـه ایـن روش‌هـا میتـوان به حـرارت (کـه چندان مطلـوب نیسـت)، اشـعه‌های یونیـزه کننـده ماننـد مـاورای بنفـش و گامـا، خاک‌هـای جـاذب و صافی‌هـا اشـاره کـرد (Yousef & Marth, 1985).

خاک‌هـای جـاذب ماننـد آلومینوسـیلیکات، بنتونیـت و کربـن فعـال، ترکیباتی قـوی برای اتصال به آفلاتوکسـین‌ها در محیـط مایـع هسـتند که نتیجـه این اتصال، جذب سـم از محیـط اسـت. میـزان اتصال به سـم و پایـداری ترکیبات تشـکیل شده بین ماده جاذب و سم، متفاوت بوده و بستگی زیـادی بـه دمـا و pH محیـط دارد Soha (*et al*., 2006). البتـه بنتونیـت روی محتوای پروتئین شـیر تأثیر می‌گذارد. بـه طـوری کـه مطالعات نشـان داده‌انـد که بـه ازای مصرف هـر ۲ درصـد بنتونیت، ۵ درصـد (یا کمتـر) از کل پروتئین شـیر کاسـته می‌شـود (رزاقی ابیانه و همـکاران، ۱۳۹۶).

در صـورت اسـتفاده از اشـعه مـاورای بنفـش، طعـم شـیر می‌تواند تحت‌تاثیر پمپ مورد استفاده و همچنین مدت زمانی کـه شـیر در معـرض اشـعه مـاوراء بنفش اسـت، قـرار گیرد (Nguyen *et al*., 2020).

۲- روش‌های شیمیایی:

مواد شیمیایی مانند پراکسید هیدروژن نیز می‌تواند آفلاتوکسین را در شیر کاهش دهد. استفاده از پراکسید هیدروژن در ترکیب با مواد افزودنی دیگر مانند ریبوفلاوین و لاکتوپراکسیداز به همراه حرارت در کاهش آفلاتوکسین شیر موفقیت‌آمیز بوده است (Applebaum & Marth, 1980). پراکسید هیدروژن یک ماده اکسید کننده است که در صورت مصرف در مقادیر زیاد می‌تواند باعث مشکلات شدید دستگاه گوارش شود. در نتیجه، شرایط و زمان لازم برای عمل آوری باید بهینه‌سازی شده و همچنین از عدم باقی ماندن آن در شیر اطمینان حاصل شود (Silva *et al.*, 2012). از ترکیبات شیمیایی دیگر می‌توان به بی‌سولفیت سدیم اشاره کرد. بی‌سولفیت سدیم ۰/۴ درصد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۵ ساعت می‌تواند غلظت آفلاتوکسین M_1 را به میزان ۴۵ درصد در شیر کاهش‌دهد (Applebaum & Marth, 1980).

> آفلاتوکسین نوعی سم خطرناک قارچی است که در صورت نگهداری علوفه و خوراک دام در شرایط نامناسب و وجود گرما و رطوبت، توسط قارچ‌های آسپرژیلوس تولید می‌شود.

۳- روش‌های زیستی (بیولوژیکی)

میکروارگانیسم‌هایی وجود دارند که با دو روش می‌توانند آفلاتوکسین در شیر و فرآورده‌های آن را کاهش دهند:

۱) اتصال آفلاتوکسین به دیواره سلولی این میکروارگانیسم‌ها؛

۲) تجزیه آفلاتوکسین از طریق مسیرهای متابولیکی؛

برخی از محققان معتقدند حذف آفلاتوکسین توسط این میکروارگانیسم‌ها به علت توانایی آن‌ها در تولید اسید است (El Khoury *et al.*, 2011؛ Montaseri *et al.*, 2014).

روش‌های شیمیایی و فیزیکی کاهش آفلاتوکسین، محدودیت‌هایی مثل از دست رفتن ارزش غذایی و کیفیت، اثرات بهداشتی نامطلوب و هزینه تجهیزات را دارد. ولی کاربرد روش‌های زیستی توسط میکروارگانیسم‌های مفیدی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها، کمک قابل ملاحظه‌ای به کاهش آفلاتوکسین در محیط‌های آلوده می‌کند (فخرالاسلام و همکاران، ۱۳۹۴).

نتیجه‌گیری

فرآیندهای حرارتی سبب از بین رفتن آفلاتوکسین در شیر و فرآورده های آن نمی‌شوند. بنابراین وجود این ماده خطرناک و بسیار سمی در شیر، خطرات غیرقابل جبرانی را بر سلامت انسان وارد می‌کند. جهت تولید شیر سالم باید غذای دام عاری از آفلاتوکسین‌ها به خصوص آفلاتوکسین B_1 باشد. قارچ آسپرژیلوس به دلیل شرایط نامناسب نگهداری خوراک دام، به سرعت بر روی خوراک دام رشد نموده و منتشر می‌شود. برای کاهش قارچ باید از تغذیه دام با نان خشک و علوفه کپک‌زده خودداری کرد. همچنین باید اصول بهداشتی در انبارهای ذخیره‌سازی خوراک دام به دقت رعایت شود و این انبارها به‌طور مرتب مورد بازرسی قرار گیرند. اگر چه به‌دلیل وجود رطوبت و حرارت بالا در مزارع پرورش علوفه، پیشگیری از تشکیل سم آفلاتوکسین قبل از برداشت محصول مشکل است؛ اما می‌توان با ذخیره کردن محصول طبق اصول بهداشتی، میزان این سم را تا حد زیادی کاهش داد و تا جایی که امکان دارد خوراک دام را از این آلودگی‌های قارچی حفظ نموده و یا میزان آن را در شیر دام کاهش داد.

منابع

رزاقی ابیانه، م.، پیله ور سلطان احمدی، ی.، شمس قهفرخی، م.، علی نژاد، س. ۱۳۹۶. آفلاتوکسین‌ها و اهمیت آنها در بهداشت عمومی و کشاورزی ناشر: مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی.

رنجبر، س.، نوری، م.، نظری، ر. ۱۳۸۹. بررسی آفلاتوکسین M_1 شیر و ارتباط آن با فلور قارچی خوراک دام مصرفی در استان مرکزی. مجله علمی پژوهشی سلول و بافت، جلد ۱، شماره ۱، صفحات ۱۸-۹.

صادقی، ا.، محمدی، م.، صادقی، م، محمدی، ر. ۱۳۹۱. مروری بر میزان آفلاتوکسین M1 در شیر خام، پاستوریزه و

استریلیزه در ایران. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال هفتم، شماره۵، صفحات ۶۱۲-۵۹۹.

فخرالاسلام، م.، جعفری، پ.، حسینی، س.د.، مهاجرانی، ح. بناساز ، ع.، تاج آبادی ابراهیمی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی اتصال و سم‌زدایی آفلاتوکسین M_1 موجود در شیر توسط لاکتوباسیلوس کازئی سویه DT_2 پروبیوتیک بومی ایران در شرایط فیزیکوشیمیایی مختلف. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی -مولکولی، شماره هجدهم، صفحات ۲۸-۲۲.

محمودی، ر. گلچین، ع.، حسین زاده، ن.، قجربیگی، پ. ۱۳۹۳. آلودگی مواد غذایی با منشأ دامی به آفلاتوکسین M_1 و B_1 در ایران. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین، سال هجدهم، شماره ۴ (پی در پی ۷۵). صفحات ۵۹- ۴۹.

Applebaum, R.S., and E.H. Marth. 1980. Inactivation of aflatoxin M1 by hydrogen peroxide. Journal of Food Protection, 43: 820 (Abstr).

Bakirci, I. 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M1 in milk and milk products produced in Van province of Turkey, Food Control, 12: 47-51.

El Khoury, A., Atoui, A. and Yaghi, J. 2011. Analysis of aflatoxin M1 in milk and yogurt and AFM1 reduction by lactic acid bacteria used in Lebanese industry. Food Control, 22: 1695-1699.

Chiavaro, E., Asta, C.D., Galaverna, G., biancardi, A., Gambarelli, E., Dossena, A. 2001. New reversed-phase liquid chromatographic method to detect aflatoxin in food and feed with cyclodextrins as fluorencence enhancer added to the eluent. Journal of Chromatography, 937: 31-40.

Fallah, A., Fazlollahi, R., Emami, A. 2016. Seasonal study of aflatoxin M1 contamination in milk of four dairy species in Yazd, Iran. Food Control, 68: 77-82.

Hell, K. and Mutegi, C. 2011. Aflatoxin control and prevention strategies in key crops of Sub-Saharan Africa. African Journal of Microbiology. Research, 5 (5): 459-466.

Jasutiene, I., Kulikauskiene, M. and Garmiene, G., 2007. Stability of aflatoxin M1 during production of fermented dairy products.Veterinary Medicine and Zootechnics, 37: 20-23.

Kazemi Darsanaki, R., Mohammad Doost Chakoosari, M., Azizollahi Aliabadi, M. 2013. Aflatoxin M1 Contamination in milk and Milk Products in Iran: A Review. Journal of Chemical Health Risks, 3 (3): 13-20.

Lopez, C., Ramos, L., Ramadan, S., Bulacio, L., Perez, J. 2001. Distribution of aflatoxin M1 in cheese obtained from milk artificially contaminated. International Journal of food Microbiology, 64: 211- 215.

Montaseri, H., Arjmandtalab, S., Dehghanzadeh, G., Karami, S., Razmjoo, M.M., Sayadi, M. and Oryan, A. 2014. Effect of production and storage of probiotic yogurt on aflatoxin M1 residue. Journal of Food Quality and Hazards Control, 1: 7-14.

Nguyen, T., Flint, S., Palmer, J. 2020. Control of aflatoxin M1 in milk by novel methods: A review. Food Chemistry, 311: 125984.

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.

Samarayeewa, U., Sen, A.C. Cohen, M.D., and Wel, C.I. 1990. Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. Journal of food Protection, 53: 489-501.

Smith, J.E., and Bol, J. 1998. Biological detoxification of aflatoxin. Food Biotechnology, 3: 127.

Soha, S., Mazloumi, M.T. and Borji, M. 2006. Reduction of aflatoxin M1 residue in milk utilizing chemisorption compounds and its effect on quality of milk. Journal of Arab Neonatal Forum, 3: 53-58.

Veldman, A., Meijs, J.A.C, Borggreve, G.J., and Heeres-van der Tol, J.J. 1992. Carry over of aflatoxin from cows' food to milk. Animal Production, 55 (2): 163-168.

Wang, J.S. and Tang, L. 2005. Epidemiology of aflatoxin exposure and human liver cancers. In *Aflatoxin* and *Food Safety* (H.K. Abbas, ed.) pp. 195–211, CRC Press, Boca Raton, FL.

Yousef, A. E., and Marth, E.H. 1985. Degradation of Aflatoxin M1 in Milk by Ultraviolet Energy. Journal of Food Protection, 48 (8): 697-698.