

بررسی آلودگی آفاتوکسین در محصولات لبنی

اسفند 16, 1394

چکیده :

مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه هستند که به وسیله گونه‌های قارچی تولید شده و بر روی انسان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها اثر سمی دارند (4).

از میان مایکوتوکسین‌ها، آفاتوکسین‌ها به خاطر اثرات بالقوه سرطان‌زایی، ناقص‌الخلقه‌زایی و جهش‌زایی اهمیت بیشتری دارند و در ایجاد سرطان کبد هیاتیت مزمن و سیروز کبدی موثرند سه گونه آسپرژیلوس به نام آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتوکوس و آسپرژیلوس نومیوس قادر به تولید آفاتوکسین‌ها می‌باشند. آسپرژیلوس فلاووس آفاتوکسین B را ایجاد می‌کند در حالی که دو گونه دیگر آفاتوکسین‌های B و G را تولید می‌کنند. آفاتوکسین‌های و متابولیت‌های هیدروکسیله آفاتوکسین‌های و هستند و در شیر و محصولات لبنی دام‌هایی که غذای آلوده حاوی آفاتوکسین B را تغذیه کرده‌اند یافت می‌شود گرچه سمیت آفاتوکسین نسبت به کمتر است ولی وجود آن در شیر مخصوصاً برای کودکان که مصرف بالاتری از شیر فرآورده‌های لبنی دارند به عنوان یک خطر بهداشتی محسوب می‌شود معمولاً مقدار آفاتوکسین در شیر بیشتر از می‌باشد و سمیت آن نیز شدیدتر است مقدار سم آفاتوکسین در شیر و لبنیات بستگی به مقدار سم در علوفه دارد.

و از فاکتورهای اصلی موثر بر آن می‌توان به حرارت، رطوبت محیط و سیلوی مورد استفاده اشاره کرد محیط گرم با دمای بالاتر از در رطوبت بالاتر از 90% از شرایط مناسب برای تولید توکسین محسوب می‌شود (8) و (1).

مقدمه :

در سال 1960 بیش از صد هزار بوقلمون در کشور انگلیس در اثر یک بیماری جدید تحت عنوان بیماری Turkey x در عرض چند ماه از بین رفتند محققین پس از مطالعات دقیق دریافتند که این بیماری تنها محدود به بوقلمون نشده و در جوجه اردک‌ها و بلدرچین‌های جوان نیز

این بیماری مشاهده شده است همچنین به این نتیجه رسیدند که عامل بیماری از طریق تغذیه با بادام زمینی برزیلی به طیور مزبور منتقل و باعث مرگ و میر آنها شده است. لذا در سال 1961 قارچ تولید کننده بیماری را *Aspergillus flavus* و سم حاصله را Aflatoxin نامیدند. کشف این سموم موجب شد که مسئولین امر به زیان‌های حاصله از سموم قارچی به عنوان آلوده کننده مواد غذایی و ایجاد بیماری و حتی مرگ در انسان و حیوانات توجه بیشتری نمایند (8)

مواد و روش‌ها :

آفلاتوکسین‌ها به شکل بلورهای کریستالی بی‌رنگی هستند.

آفلاتوکسین در برابر اشعه ماوراء بنفش نور فلورانس سبز نشان می‌دهد که احتمالاً به دلیل ناخالصی زردرنگی است که می‌توان آن را جدا کرد و در واقع آفلاتوکسین خالص آبی رنگ است.

آفلاتوکسین فرم هیدروکسیله آفلاتوکسین می‌باشد و یک اکسیژن بیشتر از دارد.

آفلاتوکس : 4 هیدروکسی آفلاتوکسین می‌باشد و آفلاتوکسین فرم هیدروکسیله آفلاتوکسین می‌باشد.

آفلاتوکسین : 4 هیدروکسی آفلاتوکسین می‌باشد.

باید خاطر نشان شد که آفلاتوکسین‌های دیگری نیز در راستای این تغییر و تبدیلات آفلاتوکسین‌ها به هم به وجود آمده‌اند مثلاً آفلاتوکسین از احیاء آفلاتوکسین بدست می‌آید و یا آفلاتوکسین از هیدروکسیله شدن آفلاتوکسین بدست می‌آید که شباهت زیادی به آفلاتوکسین دارد. همچنین اگر در حلقه سیکلوپنتان آفلاتوکسین اتانول جایگزین شود آفلاتوکسین بدست می‌آید. (4) و (8)

نحوه اثر سم آفلاتوکسین در بدن

پس از ورود سم آفلاتوکسین به سلول‌های کبدی توسط آنزیم و تحت واکنش پیچیده cytochrom p450 به سرعت تبدیل به اپواکساید «Epoxid» فعال و قوی می‌شود که اپواکساید با توانایی خاص خود در هسته سلول کبد وارد شده و به DNA هسته صدمه می‌زند و سبب ایجاد اشکال تغییر شکل یافته DNA بنام آداکت (Adduct) می‌شود همچنین سم آفلاتوکسین با ایجاد جهش خصوصاً جهش نقطه‌ای پیام DNA را تغییر می‌دهد و این تغییرات ژنتیکی منجر به اختلال و توقف در DNA سازی و

نهایتاً پروتئین سازی می‌شود (1) و (2).

محققین اثبات کردند کلروفیلین مشتق از کلروفیل به عنوان مکمل و رنگدانه غذایی در کاهش ریسک سرطان کبد موثر است کلروفیلین سبب کاهش مقدار (Adduct) می‌شود که با بلوکه کردن آفلاتوکسین، جذب آنها در دستگاه گوارش کاهش می‌دهند.

توکسین‌های موجود در غذای دام و طیور با مکانیزم‌های متعددی باعث ناراحتی مختلفی در بدن آنها می‌شود از جمله با تداخل در چرخه تولی و انرژی در سلول باعث مرگ سلولی می‌شوند همچنین باعث تداخل در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها می‌شوند و یا با تداخل در اسیدهای نوکلئیک سلول باعث عدم تولید پروتئین‌های مورد نیاز سلول می‌شوند و به این ترتیب عوارض مختلفی از جمله سرطان، ایجاد ناقص الخلقه زایی، نکروز بافت کبد، عوارض عصبی، تداخل در پروسه خون سازی و کاهش فعالیت سیستم ایمنی را باعث می‌شوند معمولاً حیوانات جوان بیشتر در معرض آسیب‌های ناشی از این ترکیبات قرار می‌گیرند در حالت مزمن سبب ضایعات کبدی، کاهش رشد، کاهش راندمان تغذیه، ضایعات کلیوی، اختلال در متابولیسم پروتئین و چربی و در حالت حد عارضی مانند درد در ناحیه شکم، اسهال و سرانجام مرگ می‌شود (4) اگر انسان روزانه برای مدت طولانی کمتر از 10 میکروگرم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن آفلاتوکسین دریافت نماید به عوارض زودگذر و موقتی مبتلا می‌شود اما چنانچه این میزان به برسد اثرات بالینی مهمی رخ خواهد داد.

روش‌های تشخیص آفلاتوکسین:

- 1- روش کروماتوگرافی میل ترکیبی
- 2- روش کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)
- 3- روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)
- 4- روش رادیو ایمونواسی
- 5- روش ایمونورادیومتری
- 6- روش آنزیموایمونواسی (ELISA)
- 7- روش بیواسی (8)

تحقیقات انجام گرفته در ایران برای ارزیابی میزان آفاتوکسین در محصولات لبنی:

- در تحقیقی که توسط عبدالعظیم ارسالی و همکاران (1388) صورت گرفت به بررسی نحوه انتقال آفاتوکسین از خوراک دام به شیر دام و شیر پاستوریزه پرداختند که برای این تحقیق 428 نمونه اعم از شیر خام و شیر پاستوریزه و خوراک دام در فصول مختلف سال در شیراز و حومه جمع‌آوری و نمونه برداری شد برای آزمایشات ارزیابی هم آفاتوکسین از روش‌های (ELISA) و (TCL) استفاده گردید نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در 36/43% نمونه‌های خوراک دام میزان آلودگی از حد مجاز آفاتوکسین که 20 ppb می‌باشد بالاتر بوده باید خاطرنشان شد که طبق قوانین وضع شده توسط FDA حداکثر مقدار مجاز برای کل آفاتوکسین‌ها در غذای انسان 20 ppb و آفاتوکسین در شیر 5/0 ppb تعیین شده است. و در 3/38% نمونه‌های شیر خام و 42/14% نمونه‌های شیر پاستوریزه میزان آلودگی از حد مجاز آفاتوکسین یعنی 5/0 ppb بالاتر بوده است این تحقیق نشان می‌دهد که بین آلودگی شیر خام با آلودگی خوراک دام ارتباط وجود دارد با توجه به نتایج نیاز مبرم به کنترل آلودگی در خوراک دام و جلوگیری از مصرف خوراکی‌های دامی آلوده از قبیل خوراک مخلوط، ذرت و نان خشک کپک زده احساس می‌شود و کنترل ادواری آلودگی آفاتوکسین در شیر پاستوریزه ضروری می‌باشد. (6)

باید خاطر نشان شد آفاتوکسین می‌تواند 12 تا 24 ساعت بعد از ورود آفاتوکسین به بدن حیوان در شیر تشخیص داده شود و بعد از چند روز به سطح بالایی خواهد رسید میزان تولید آفاتوکسین در شیر حدود 1 تا 2 درصد میزان آفاتوکسین در خوراک دام است (1).

آلودگی محصولات لبنی مانند پنیر و کره از دو طریق امکان‌پذیر است:

آلودگی - آفاتوکسین از طریق شیر آلوده

2- آلودگی مستقیم پنیر و کره در طول مدت نگهداری در اثر رشد قارچهای مولد آفاتوکسین ،،،

در تحقیقی دیگر که توسط ابراهیم رحیمی و همکاران (1388) صورت گرفت به بررسی آلودگی به آفاتوکسین در پنیر سفید ایرانی در شهرهای اصفهان و شهرکرد پرداختند که برای اینکار 70 نمونه پنیر به طور تصادفی از سوپر مارکت‌ها در این دو شهر جمع‌آوری شد و حضور و سطوح آفاتوکسین را با استفاده از روش (ELISA) مورد

ارزیابی قرار دادند آلودگی به آفلاتوکسین در 45 نمونه از 70 نمونه پنیر یعنی 3/64% نمونه‌های بررسی شده در غلظتی بین 44 تا 719 نانوگرم در کیلوگرم مشاهده شد که مقدار مجاز آفلاتوکسین در پنیر کمتر از تعیین شده است که غلظت آفلاتوکسین در 10 نمونه یعنی 3/14% بیش از حداکثر تعیین شده است.

وقوع بالای آفلاتوکسین در نمونه‌های پنیر سفید ایرانی ممکن است خطر بالقوه‌ای برای سلامت عمومی جامعه خصوصاً کودکان باشد (7).

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که آفلاتوکسین غالباً به پروتئین کازئین متصل می‌شود پس غلظت آن در لخته پنیر است و همچنین نتایج نشان می‌دهد که غلظت آفلاتوکسین در پنیر نرم حدود 3 برابر و در پنیر سخت حدود 5 برابر در مقایسه با غلظت آن در شیر می‌باشد و همچنین مرحله رسیدن در پنیر و پروتئولیز نیز در غلظت آفلاتوکسین اثر دارد. (1) و (3)

- تحقیق دیگر توسط دکتر حمیدرضا و همکاران برای بررسی میزان آلودگی به آفلاتوکسین در ماست مصرفی تهران صورت گرفته که برای اینکار 100 نمونه ماست پاستوریزه تولید شده توسط دو کارخانه مشهور ایران در دو فصل تابستان و زمستان به طور انتخابی و با استفاده از روش (ELISA) از نظر آلودگی به آفلاتوکسین بررسی گردید داده‌ها نشان می‌دهد که آفلاتوکسین در 70% نمونه‌های ماست وجود داشت و حدود 12 نمونه دارای آلودگی بیش از حد استاندارد بودند طبق قوانین وضع شده مقدار مجاز آفلاتوکسین در ماست کمتر از می‌باشد میانگین آلودگی آفلاتوکسین در نمونه‌های ماست جمع‌آوری شده در فصل تابستان به طور معنی‌داری پایین‌تر از نمونه‌های جمع‌آوری شده در فصل زمستان می‌باشد همانطور که در این تحقیق محاسبه شد ماست تولیدی توسط کارخانجات مختلف دارای آلودگی بالا به آفلاتوکسین هستند که می‌تواند سلامت عموم جامعه را تهدید کند همچنین آفلاتوکسین در شیر گاوهایی که از علوفه کپک زده یا غذای کنساره آلوده به آفلاکسیون تغذیه کرده‌اند وجود دارد و در مقابل پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون و اتوکلاو کردن مقاوم است (5).

راهکارها برای کاهش آلودگی محصولات لبنی به سم آفلاکسیون:

1- کنترل جیره دام‌های تولید کننده؛ عدم استفاده از علوفه کپک زده

2- کنترل و نظارت بیشتر بر مراکز دریافت شیر و کارخانه‌های تولید

کننده فرآورده لبنی: تست آفلاتوکسین به عنوان یکی از آزمایشات روتین کنترل کیفیت در شیر انجام گیرد.

3- نمونه‌گیری تصادفی و کنترل محصولات کارخانجات تولید کننده از نظر وجود سم آفلاتوکسین

4- آموزش دامداران

5- خریداری فرآورده‌های لبنی از شرکت‌های معتبر (8) و (4) و (5)

روشهای کاهش یا حذف آفلاتوکسین:

1. A. روشهای فیزیکی:

1- درجه حرارت: حساسیت آفلاتوکسین در برابر حرارت تابع شرایط محیطی است برای مثال وجود رطوبت در مواد غذایی باعث افزایش درصد هیدرولیز حلقه لاکتونی آفلاتوکسین‌ها و از بین رفتن آن‌ها در برابر حرارت می‌باشد.

آفلاتوکسین در برابر فرآیندهای حرارتی که برای تهیه فرآورده‌های لبنی استفاده می‌شود مقاوم است در مطالعات انجام شده روی پایداری آفلاتوکسین موجود در شیر پاستوریزه مشخص گردید که آفلاتوکسین در مقابل پاستوریزاسیون مقاوم است.

2- استفاده از اشعه گاما: این اشعه در مقابل اشعه مرئی یا فرابنفش تأثیر بیشتری دارد چون قابلیت نفوذ آنها بیشتر است در حضور اشعه گاما آب به رادیکال‌های آزاد شکسته می‌شود و در نتیجه شرایط لازم برای تخریب و تجزیه آفلاتوکسین فراهم می‌شود.

3- فرآوری مواد غذایی: مثل آسیاب کردن دانه‌های مرطوب که با تراوش عصاره به بیرون‌بخشی از مواد پیش ساز و تشکیل دهنده آفلاتوکسین نیز خارج می‌شود - عمل آوری و خیساندن دانه‌ها - برشته کردن - پختن در محیط آبکی.

4- استفاده از مواد جاذب مانند خاک بنتونیت و زئولیت (هیدرات سدیم کلسیم آلومینوسیلیکات) که به HSCAS معروف است.

5- استفاده از صافی‌ها و فیلتراسیون

1. B. روشهای شیمیایی: این روش‌ها باید به گونه‌ای باشد که فقط آفلاتوکسین را به طور کامل به یک فراورده غیر رسمی

تبدیل کند بدون اینکه در کیفیت و ماهیت مواد اولیه تغییر ایجاد نماید حلقه لاکتونی در ساختمان آفلاتوکسین بیشترین حساسیت را در برابر عوامل شیمیایی دارد.

1- عوامل کلرینه کننده: مانند هیپوکلریت سدیم: اولین و اصلی‌ترین ماده شیمیایی برای حذف انواع آفلاتوکسین از سطوح آلوده می‌باشد.

2- عوامل اکسید کننده: مانند پراکسید هیدروژن - ازن - بی سولفیت سدیم

3- عوامل هیدرولیز کننده: مانند آمونیاک: موثرترین و اقتصادی‌ترین ترکیب برای کاهش آفلاتوکسین می‌باشد و مواد غذایی فرآیند شده با آمونیاک هیچ گونه اثر سمی ندارند آمونیاک قادر است 95% سم موجود را با هیدرولیز حلقه لاکتونی و دکربوکسیله کردن آفلاتوکسین کاهش دهد و آفلاتوکسین را به ترکیب غیر رسمی آفلاتوکسین تبدیل کند.

4- انواع اسیدها: اسیداستیک - بنزوئیک - سیتریک - لاکتیک - پروپیونیک - سوربیک و سوربات پتاسیم

5- ترکیبات فنلی: مانند ارتووانیلین

6- آنتی بیوتیک‌ها: مانند پیماریسین

7- آفت‌کش‌ها: سدیم آزاید، مشتقات اپوکسی و پروکسی، پتاسیم کلراید، سدیم نیترات و...

1. C. روشهای بیولوژیکی: در سال 1966 دانشمندان توانستند از میکروارگانیسم‌هایی مانند مخمر، کپک‌ها، اکتینوئیست‌ها، باکتری‌ها جهت از بین بردن آفلاتوکسین استفاده کنند. در طی تحقیقی مخمر گلوکامانان سبب کاهش اثر سمیت آفلاتوکسین شده است همچنین نوعی باکتری به نام فلا و باکتریوم اورانتیکوم سبب تخریب آفلاتوکسین در محیط کشت می‌شود مصرف باکتری‌های پروبیوتیک نیز را در برابر عوامل جهش‌زا از جمله آفلاتوکسین‌ها محافظت می‌کند پس می‌توان با کمک باکتری‌های پروبیوتیک مناسب از شیر آلوده به آفلاتوکسین شیر و ماست سالم تهیه کرد. (4) و (8)

سمیت زدایی آفلاتوکسین از شیر:

روش‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی گفته شده جهت غیرفعال‌سازی آفاتوککسین‌های و و و می‌باشد و اغلب این روش‌ها قابلیت کاربرد در حذف آفاتوککسین از شیر را ندارند بهترین راه حذف مستقیم شیر از آلودگی به آفاتوککسین از جلوگیری از آلودگی اولیه خوراک گاوهای شیری می‌باشد استفاده از آب اکسیژنه به علاوه ریوفلاوین یا لاکتوپراکسیداز می‌تواند برای غیرفعال سازی آفاتوککسین در شیر کامل و خام به کار می‌رود. می‌توان آب اکسیژنه را به همراه ریوفلاوین تا دمای حرارت داد که منجر به تخریب 98% آفاتوککسین در شیر می‌شود.

دو روش دیگر برای حذف آفاتوککسین از شیر یکی روش شیمیایی استفاده از سولفیت پتاسیم است که برای خنثی سازی آفاتوککسین استفاده می‌شود و دیگری روش فیزیکی بر اساس جذب سطحی توکسین توسط بنتونیت می‌باشد میزان 2% از بنتونیت باعث حذف 89% از آفاتوککسین می‌شود بنتونیت روی محتوای شیر اثر گذاشته و ثابت شده است که به ازاء مصرف 2% بنتونیت 5% از کل پروتئین‌های شیر کاهش می‌دهد.

غلظت‌های بالای آمونیاک نیز در زمان‌های طولانی قادر است این سم را از سطوح خارجی‌تر پنیر آلوده تخریب کند که لازم است آمونیاک با غلظت بالا این محصول در مدت طولانی اینکوباسیون شود (8) و (4).

نتیجه‌گیری :

با توجه به سمیت بالا و خصوصیات سرطان‌زایی آفاتوککسین‌ها مخصوصاً آفاتوککسین در شیر و فرآورده‌های لبنی که بحث شد لازم است به منظور تولید شیر با کیفیت بالا خوراک دام از لحاظ آلودگی به آفاتوککسین مصون بماند مهم‌ترین راه حذف این سم از فرآورده‌های دامی مورد مصرف انسان جلوگیری از آلودگی اولیه خوراک دام می‌باشد پس باید نظارت کامل و دقیق روی این خوراک‌ها صورت گیرد و از لحاظ رشد کپک و تولید آفاتوککسین کنترل گردند اقدام مناسب دیگر این است که خوراک دام در شرایطی از نظر دما و رطوبت نگهداری شوند که این شرایط برای رشد کپک‌های مولد آفاتوککسین نامساعد باشد و با آموزش دامداران و آشنا کردن آن‌ها با پیامدهایی که در طی تغذیه دام با علوفه کپک زده گریبان گیر افراد جامعه و بالاخص کودکان خواهد شد بتوانیم این نوع روش تغذیه ناصحیح را از چرخه تولید محصولات لبنی حذف کنیم زیرا که پیامدهای بعدی به جا مانده از آن خیلی گرانتر از اصلاح اولیه تغذیه دام‌ها می‌باشد.

منابع :

1) ارسالی، ع.، دکتر بهاء‌الدین بیگی، ف.، دکتر قاسمی، ر. (1388). انتقال آفلاتوکسین از خوراک دام به شیر دام و شیر پاستوریزه در شهر شیراز و حومه. مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی شهید صدوقی یزد. شماره 3. صفحات 175-183.

2) رحیمی، ا.، جعفریان دهکردی، م.، ایران‌پور، ع. (1390). بررسی آلودگی به آفلاتوکسین در پنیر سفید ایرانی. مجله علوم غذایی و تغذیه. شماره 4.

3) مهندسی تجلی، ف.، سرابی جماب، م.، کاراثریان، ر.، محسن‌زاده، م.، مهربان سنگ آتش، م. (1390). آلاینده‌های شیمیایی در شیر و فرآورده‌های لبنی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M., Piva, G. (2009). On the occurrence of aflatoxin in milk and dairy products. Food and chemical Toxicology: Review. 47. 984-991.

Soni, K.B., Lahiri, M., Chack radeo, P., Bhide, S.V., Kuttan, R. (1997). Protective effect of food additives on aflatoxin-induced mutagenicity and hepatocarcinogenicity. cancer letters. 115. 129-133.

Iqbal, sh. Z., Asi, (2013). M.R. Assessment of aflatoxin M₁ in milk and milk products from Punjab, Pakistan. Food control. 30. 235-239.

Watson, D. Food Chemical safety Wood head publishing in Food science and Technology. Volume 1: contaminants. Chapper 11

Tava koli, H.R., Riazipour, M., Rafati shaldehi, H., Shahriari, M., Naghavi, S., Rahmati Najari Kolaei, F. (2013). AFM₁ Contamination in used yogurt one the of universities of medical sciences in Tehran by ELISA

.Quarterly of the Horizon of medical Sciences. 5. 261-268

نویسنده: فاطمه صمدزاده