

مروری نظام‌مند بر فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیر و سایر فرآورده های لبنی در ایران

فرزاد احمد زاده^۱، مریم میرلوحی^۲، فاطمه محمدحسینی^۳

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه قارچی هستند که توسط بعضی از گونه‌های قارچی مانند آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتیکوس و به ندرت آسپرژیلوس نومیوس تولید می‌شوند. این قارچ‌ها تقریباً در همه جا وجود دارند و در طیف وسیعی از محصولات کشاورزی مانند حبوبات، غلات، میوه خشک یافت می‌شوند. آفلاتوکسین‌ها ترکیبات بسیار سمی هستند که دارای قابلیت سرطان‌زایی، جهش‌زایی، ناقص‌الخلقه‌زایی و هم‌چنین باعث سرکوب سیستم ایمنی می‌شوند و ارگان هدف برای سمیت و سرطان‌زایی، کبد می‌باشد. کمیته اروپا و کدکس حداکثر مقدار مجاز آفلاتوکسین را در شیر و سایر محصولات لبنی ۵۰ نانوگرم در لیتر تعیین کرده‌اند. هدف از انجام این مطالعه مرور نظام‌مند مطالعات انجام گرفته در کشور و بررسی نتایج آن‌ها از حیث ایمنی شیر و فرآورده‌های لبنی از نظر وجود و مقدار آفلاتوکسین M1 می‌باشد.

روش‌ها: جهت دریافت مقالات مرتبط، ذخایر علمی الکترونیک در کشور شامل SID و هم‌چنین دربانک‌های اطلاعاتی Science، Medline، PubMed، Elsevier، Scopus با استفاده از کلمات کلیدی Aflatoxin M1، UHT milk، pasteurized milk، Raw cheese، Yoghurt، milk و معادل فارسی آن‌ها از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ جستجو شد که از ۴۲ مقاله مرتبط با موضوع، ۲۳ مقاله تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: آلودگی شیر و سایر فرآورده‌های لبنی مورد بررسی، در اکثر مطالعات فراتر از استاندارد تعیین شده توسط کمیته غذایی کدکس و سازمان ملی استاندارد ایران (۵۰ نانوگرم در لیتر) بوده است.

نتیجه‌گیری: بررسی مطالعات صورت گرفته در ایران گویای این مطلب است که بیشترین توجه در میان محصولات لبنی بر شیر پاستوریزه و سپس شیر استریلیزه متمرکز بوده و بقیه محصولات سهم کمی را در مطالعات صورت گرفته، برخوردارند. در اکثر مطالعات، آلودگی بالاتر از استاندارد اتحادیه اروپا و سازمان ملی استاندارد ایران بوده است؛ بنابراین سلامت مصرف‌کنندگان خصوصاً "کودکان در معرض خطر است."

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین M1، شیر خام، شیر پاستوریزه، شیر UHT، ماست، پنیر

ارجاع: احمد زاده فرزاد، میرلوحی مریم، محمدحسینی فاطمه. مروری نظام‌مند بر فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیر و سایر فرآورده

های لبنی در ایران. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۴؛ ۱۱(۲): ۲۰-۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۹

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استادیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی، گروه صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: m-mirlohi@hlth.mui.ac.ir

مقدمه

آفاتوکسین‌ها متابولیت‌های سمی قارچی هستند که در شرایط مناسب از نظر دما و رطوبت توسط برخی از گونه‌های قارچی در محصولات کشاورزی و فرآورده‌های غذایی تولید شده و مصرف آن‌ها همراه با مواد غذایی تهدیدی برای سلامت انسان به شمار می‌آید (۱-۳). مهم‌ترین گونه‌های مولد این سموم آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتیکوس و به ندرت آسپرژیلوس نومیوس می‌باشند (۵-۴). از میان ۱۸ نوع آفاتوکسینی که تا کنون شناسایی شده است، چهار نوع متداول آن در غذای انسان و خوراک دام با عناوین B1، B2، G1، G2 شناسایی و طبقه‌بندی شده‌اند (۶-۷)، از گونه آسپرژیلوس فلاووس تنها توانایی تولید آفاتوکسین B مشاهده شده است در حالی که سایر گونه‌های این جنس قارچی توانایی تولید هر دو نوع اصلی سم آفاتوکسین (B و G) را دارا هستند (۸). قارچ‌های تولید کننده سم آفاتوکسین با پراکندگی وسیعی در محصولات کشاورزی مثل غلات (گندم، جو، برنج)، علوفه خشک، انواع آجیل (بادام زمینی، پسته)، میوه‌های خشک و همچنین نان خشک ظاهر می‌شوند (۹). به طور کلی، تولید آفاتوکسین در غذا و خوراک دام وابسته به عوامل محیطی از جمله فصل، منطقه جغرافیایی، شرایط برداشت، ذخیره سازی و فرایند غلات معرفی شده است. در این رابطه از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تولید آفاتوکسین B1 در خوراک دام می‌توان به دما و رطوبت اشاره کرد، به طوری که گونه‌های قارچی مانند آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس به راحتی در حدود رطوبت ۱۸-۱۳ درصد و رطوبت محیطی ۶۰-۵۰٪ قادر به رشد می‌باشند (۹).

دریافت آفاتوکسین توسط دام از طریق غذا با جذب آن در عضله و سایر ارگان‌ها و متعاقباً با ترشح آن در شیر همراه است (۱۰). آفاتوکسین‌ها ترکیبات بسیار سمی هستند که قابلیت ایجاد جهش ژنتیکی، ناقص‌الخلقه زایی و سرطان‌زایی به این ترکیبات نسبت داده شده است. علاوه بر این، کاهش

سطح ایمنی بدن و سرکوب سیستم ایمنی از دیگر عوارض مواجهه با آفاتوکسین شناخته شده است. این عوامل به عنوان یکی از ریسک فاکتورهای سرطان کبد در انسان و حیوان معرفی شده‌اند. گزارشات نشان می‌دهند که سمیت حاد آفاتوکسین M1 مشابه یا اندکی کمتر از آفاتوکسین B1 می‌باشد ولی قدرت سرطان‌زایی آن ۱۰ برابر کمتر ارزیابی شده است (۱۰). بر اساس مطالعات موجود، رابطه خطی بین مقدار آفاتوکسین B1 موجود در خوراک دام و آفاتوکسین M1 شیر دام‌های تغذیه شده با همان خوراک دام مشاهده شده است، به طوری که حدود ۶/۲-۰/۳٪ از آفاتوکسین B1 مصرف شده توسط دام به آفاتوکسین M1 تبدیل و در شیر ترشح می‌شود (۱۱).

در این رابطه گزارش شده است که بعد از ۱۲ تا ۲۴ ساعت از مصرف خوراک حاوی آفاتوکسین B1 توسط دام، آفاتوکسین M1 در شیر قابل شناسایی و تشخیص خواهد بود. در مقابل؛ با قطع مصرف خوراک حاوی آفاتوکسین B1، محو کامل آفاتوکسین M1 (کاهش میزان آن تا حدود غیر قابل تشخیص) در شیر پس از مدت زمان ۷۲ ساعت حاصل خواهد شد (۱۲). در گذشته آفاتوکسین B1 و آفاتوکسین M1 توسط آژانس تحقیقات بر روی سرطان در سازمان جهانی بهداشت (IARC یا International Agency for Research on Cancer) به ترتیب در گروه یک و دو مواد سرطان‌زا طبقه‌بندی بندی شده بودند. اما، در سال‌های اخیر به دلیل مشاهده آثار خطرناک‌تری از آفاتوکسین M1، این ترکیب نیز توسط این سازمان در گروه ۱ مواد سرطان‌زا قرار گرفته است (۱۳).

در قوانین و استانداردهای تعیین شده برای حدود مجاز باقیمانده آفاتوکسین در شیر تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ایی در بین کشورهای مختلف وجود دارد. بخشی از این تفاوت‌ها ممکن است به علت تفاوت در میزان مصرف سرانه شیر در این نقاط باشد که متوسط دریافت، میزان آلاینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این حال بررسی فراوانی آفاتوکسین در

مایع با عملکرد بالا استفاده شده است. اما پیچیدگی و نیاز به دستگاه‌های پیشرفته باعث شده است تا عمده تحقیقات در این زمینه در کشور با استفاده از کیت‌های آماده تجاری مبتنی بر روش‌های ایمنی صورت گیرد.

فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیر در ایران

در جدول ۱ نتایج مطالعات صورت گرفته از بررسی مقدار آفلاتوکسین M1 در شیر خام، پاستوریزه و UHT در ایران نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول این مطالعات از سال ۲۰۰۵ در ایران آغاز شده است. حضور و شیوع آفلاتوکسین در شیر خام یا انواع گرمادیده آن در ۱۹ مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است، بیشترین توجه در این زمینه بر شیر پاستوریزه متمرکز بوده، به طوری که در ۱۵ مطالعه شیر پاستوریزه از حیث مقادیر آفلاتوکسین بررسی شده است و شیر خام و شیر استریل به ترتیب در ۷ و ۶ مطالعه مورد بررسی قرار گرفته اند.

نتایج مطالعات صورت گرفته بر شیر خام، در جدول ۱ نشان می‌دهد که حداقل در دو مطالعه، کلیه نمونه‌های جمع‌آوری شده در ارومیه و اردبیل حاوی باقیمانده آفلاتوکسین M1 گزارش شدند (۱۵-۱۴). شیوع درصد بالایی از نمونه‌های مثبت و آلوده به آفلاتوکسین در سایر مطالعات نیز بیش از ۵۰٪ و اکثراً در حدود ۸۰ درصد از کل نمونه‌ها بوده است. در این مورد قابل توجه است که در تنها مطالعه صورت گرفته با استفاده از روش کروماتوگرافی با عملکرد بالا توسط تاج کریمی و همکاران است که تعداد ۳۱۹ نمونه شیر خام از نقاط مختلف کشور مورد آزمایش قرار گرفتند، کمترین تعداد نمونه مثبت گزارش شده است. این موضوع شاید به دلیل تنوع بالای نمونه‌های شیر و سطح تشخیص دقیق‌تر روش مورد استفاده و حذف نمونه‌های مثبت کاذب باشد. در این مطالعه، علاوه بر شیوع پایین آلودگی هیچ موردی تجاوز از حدود استاندارد گزارش نشده است (۱۶). فراوانی نمونه‌های آلوده به حدود خارج از استاندارد در بین نمونه‌های شیر خام در دو مطالعه‌ای که ۱۰۰٪ نمونه‌ها را آلوده تشخیص داده‌اند، به ترتیب ۶ و ۳۳٪ گزارش شده است (۱۵-۱۴). با این حال،

شیر و لبنیات در مناطق مختلف جهان، موضوع بسیاری از مطالعات ایمنی غذا را، به خود اختصاص داده است. در این مورد در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته است. هدف از انجام مطالعه حاضر مرور نظام مند مطالعات صورت گرفته بر فراوانی آفلاتوکسین در شیر و سایر فرآورده‌های لبنی در ایران است.

روش‌ها

جهت دریافت مقالات مرتبط، ذخایر علمی الکترونیک در کشور شامل SID و همچنین دربانک‌های اطلاعاتی Elsevier، PubMed، Science Direct، Medline، Scopus، با استفاده از کلمات کلیدی Aflatoxin، Raw، UHT، milk، pasteurized، milk، M1، Ice، butter، Yoghourt، cheese، Yoghurt، milk، cream و معادل فارسی آنها جستجو شد. تعداد ۴۲ خلاصه مقاله از نتایج جستجو حاصل شد. با بررسی اولیه خلاصه مقالات، متن کامل تعداد ۲۳ مقاله تحقیقاتی کاملاً مرتبط با موضوع گردآوری شد. نتایج کلیه مطالعات بر اساس نوع ماده لبنی مورد آزمایش طبقه بندی شد. از آن جایی که اندازه گیری آفلاتوکسین M1 در شیر و لبنیات نیازمند استفاده از روش‌های پیشرفته دستگاهی است، نوع روش تشخیص به کار رفته در هر مطالعه در بررسی نتایج منظور شد تا مقایسه مطالعات با در نظر گرفتن روش مورد استفاده آن‌ها، انجام گیرد.

یافته‌ها

بررسی مطالعات به دست آمده نشان داد که ۱۹ مقاله فراوانی آفلاتوکسین M1 را در شیر و ۸ مقاله در پنیر مورد بررسی قرار داده اند.

بررسی منابع از لحاظ روش مورد استفاده جهت تعیین آفلاتوکسین M1 نشان داد که حجم قابل توجهی از مطالعات با استفاده از کیت‌های تجاری صورت گرفته است به طوری که در مطالعات انجام شده در ایران در ۸۳٪، ۱۲٪ و ۵٪ از آن‌ها به ترتیب از کیت تجاری مبتنی بر روش‌های ایمنی الایزا، روش کروماتوگرافی کاغذی TLC و کروماتوگرافی

از ۹۵٪ از نمونه‌ها را شامل شده است (۱۲) و در این دسته از محصولات نیز، مطالعه‌ی ارومیه هیچ موردی را خارج از استاندارد گزارش نکرده است (۱۷). پس از اصفهان؛ مشهد، تهران، استان‌های مرکزی و شهرکرد به ترتیب موارد خارج از استاندارد را گزارش نموده‌اند که مطالعه‌ی مشهد بیشترین میانگین آلودگی (۱۳۷ نانوگرم در لیتر) را دارا است. در مقایسه با محصولات پاستوریزه سطح آلودگی در این گروه (محصولات استریل) تقریباً یکسان مشاهده می‌شود. اگر چه کمتر بودن تعداد مطالعات به نسبت شیر پاستوریزه مقایسه را در این امر مشکل می‌سازد (جدول ۱).

تأثیر فرایند حرارتی بر میزان آفاتوکسین

در مطالعات مختلفی که تأثیر فرایند حرارتی را روی شیر بررسی کرده‌اند، نتایج متفاوتی به دست آمده است. در اکثر مطالعات فرایند حرارتی تأثیری بر کاهش آفاتوکسین M1 نداشته است (۱۴). در مطالعه‌ای که در شهرکرد و اصفهان در سال ۲۰۰۹ توسط رحیمی و همکاران انجام شده است، نشان داده شد که فرایند حرارتی تأثیری بر کاهش آن نداشته است (۱۲). همچنین (Bakirci, et al) در سال ۲۰۰۱ در ترکیه ثابت کردند که پاستوریزاسیون تأثیری در کاهش آفاتوکسین M1 نداشته است (۱) (Bilandzic N) در سال ۲۰۱۰ در کرواسی نیز نشان داد که فرایند حرارتی باعث کاهش آفاتوکسین M1 نشده است (۲۱). اما تعداد اندکی از مطالعات تأثیر مثبت فرایند حرارتی را در کاهش آفاتوکسین نشان داده‌اند؛ به طور مثال، Purchase در آفریقای جنوبی نشان داد که پاستوریزاسیون باعث کاهش ۳۲-۸۶٪ آفاتوکسین M1 در شیر شده است و همچنین (and Kirmier Butcher) در سال ۱۹۷۷ نشان داد که میزان کاهش در حد ۱۳-۶٪ بوده است (۱). با توجه به مروری بودن این مطالعه و عدم انجام تست آزمایشگاهی، نمی‌توانیم تأثیرگذار بودن یا نبودن حرارت را گزارش نماییم، ولی آن چه آشکار است، آلودگی بالا و گسترده نمونه‌های حرارت دیده است که گویای عدم کفایت این پروسه در مقابله با آفاتوکسین M1 می‌باشد و ذکر این نکته قابل توجه است که تحقیقات نشان داده است، جداسازی خامه از شیر مقدار آفاتوکسین M1 را تا حدودی تحت تأثیر قرار می‌دهد که ۸۰٪ آن در شیری که خامه آن گرفته شده (شیر پس چرخ

گزارش موارد خارج از حدود استاندارد در مورد شیر خام در ۶ مطالعه از ۷ مطالعه صورت گرفته تکرار شده است و حدود ۴ تا ۴۰ درصد از کل نمونه‌ای مورد مطالعه در مطالعات مختلف در کشور را تشکیل می‌دهد (۱۲، ۱۴). حداکثر بازه ذکر شده در مطالعه کامکار و همکاران ۲۸۰-۱۵ نانوگرم در لیتر گزارش شده است. در مطالعه اخیر بالاترین بازه آلودگی از نظر غلظت آفاتوکسین نیز گزارش گردیده است، اما بالاترین میانگین آلودگی در نمونه‌های جمع‌آوری شده در استان اصفهان ۷۲ نانوگرم در لیتر در مطالعه‌ی رحیمی و همکاران گزارش شده است.

در مورد نمونه‌های شیر پاستوریزه بررسی کلیه‌ی شاخص‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر گویای گستردگی بیشتر شیوع آلودگی در این نمونه‌ها است، به طوری که ۱۰ مطالعه از ۱۵ مطالعه انجام شده ۱۰۰٪ نمونه‌های مورد آزمایش را آلوده به باقیمانده آفاتوکسین یافتند (جدول ۱). گزارش موارد حدود خارج از استاندارد نیز بیش از اطلاعات ارائه شده از نمونه‌های شیر خام می‌باشد. اگرچه مطالعه‌ای در ارومیه هیچ مورد تجاوز از حدود استاندارد را در میان نمونه‌های شیر پاستوریزه اعلام نکرده است (۱۷). اما در استان‌های مازندران و خراسان حدود بالایی از نمونه‌های خارج از استاندارد از ۶۰ تا ۱۰۰٪ نمونه‌های مورد بررسی گزارش شده است که نشان‌دهنده آلودگی وسیع نمونه‌های فوق در استان‌های شمالی کشور می‌باشد (۱۸-۱۹). بالاترین میانگین آلودگی شیرهای پاستوریزه در مطالعه اخیر در مازندران و بیش از ۴ برابر حد استاندارد گزارش شده است (۱۵). در مطالعات صورت گرفته در استان‌های مرکزی، جنوبی و غربی، اگر چه به نظر می‌رسد شیوع آلودگی به طور کلی کمتر باشد اما بالاترین گزارش آلودگی از نمونه‌ای در استان‌های مرکزی بیش از ۱۰ برابر حد مجاز در مطالعه‌ی فلاح و همکاران ارائه شده است (۲۰).

می‌توان گفت هماهنگی روش‌های مورد استفاده جهت تشخیص در مطالعات صورت گرفته بر شیر پاستوریزه، امکان بیشتری برای مقایسه آن‌ها فراهم می‌سازد. در مورد شیرهای استریلیزه، بررسی مطالعات گویای این مطلب است که آلودگی کلیه نمونه‌ها (۱۰۰٪) به آفاتوکسین، در ۴ مطالعه از ۶ مطالعه صورت گرفته مشاهده می‌شود و بیشترین درصد تجاوز از حدود استاندارد را در مطالعه اصفهان شاهد هستیم که بیش

کمیت‌ه غذایی کدکس بوده است (۱۷) و بالاترین میزان آلودگی را برای این محصول در بین مطالعات گزارش نموده است.

برخی از محققین معتقد هستند که تشکیل ماست تأثیری بر میزان آفاتوکسین M1 نداشته و در مقابل برخی از مطالعات نشان دادند که تشکیل ماست تأثیر قابل توجهی در کاهش آن داشته است. Guariis, et al در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که طی تخمیر ماست، میزان آفاتوکسین M1 کاهش یافته است. از دلایل این کاهش می‌توان به کاهش PH، تولید اسیدهای آلی و حضور اسید لاکتیک باکتری‌ها اشاره کرد. کاهش PH طی تخمیر باعث تغییر ساختار پروتئین‌های شیر از جمله کازئین شده و در نتیجه اتصال آفاتوکسین و کازئین کمتر شده است (۱۸).

آفاتوکسین M1 در پنیر

در میان فراورده‌های لبنی، پنیر تنها فراورده‌ای است که مستعد رشد قارچ و تولید آفاتوکسین می‌باشد که حضور آفاتوکسین می‌تواند به دلایلی مثل وجود آفاتوکسین M1 در شیر مورد استفاده یا رشد قارچ‌هایی مثل آسپرژیلوس در خود پنیر و تولید آفاتوکسین‌های B1، G1، B2، G2 و یا وجود آفاتوکسین در پودر شیر مورد استفاده در تهیه پنیر باشد (۱۳). مطالعات نشان داده است که آفاتوکسین M1 در پنیر نسبت به فرایندهای حرارتی استریلیزاسیون و پاستوریزاسیون و فرایندهای رسیدن و نگهداری مقاوم بوده است (۱۳)، طبق مطالعه‌ای که توسط vilsit, et al در سال ۲۰۰۷ در ترکیه انجام شد، فرایند رسیدن پنیر کاهشی در حدود ۹/۸٪ در میزان آفاتوکسین داشته است. هم‌چنین به خاطر توانایی بالای آفاتوکسین M1 در شکستن کازئین شیر و تبدیل کازئین به قسمت‌های کوچکتر و بیشتر شدن سطح تماس در فرایند تولید پنیر غلظت این سم در قسمت کشک بیشتر بوده است (۱۳).

بر اساس مطالعات موجود میزان سطح آفاتوکسین M1 در پنیر به دلایلی مثل طرز تهیه آن، میزان آلودگی شیر مورد استفاده، نوع پنیر، شرایط رسیدن پنیر، روش اندازه‌گیری و

باقی می‌ماند و تقریباً ۳۰٪ آن با (SNF یا Solids not fat خصوصاً) کازئین در ارتباط است (۲۲).

آفاتوکسین M1 در سایر فراورده‌های لبنی

در مورد وجود آفاتوکسین M1 در سایر فراورده‌های لبنی مثل کره و بستنی و خامه در ایران مطالعات اندکی صورت گرفته است. تحقیقات نشان داده است که در فرایند تهیه کره از آن جا که غشای پروتئینی اطراف گلبول‌های چربی شکسته شده، آفاتوکسین M1 با پروتئین باند شده و از کره جدا می‌شود، در نتیجه آفاتوکسین در کره چندین برابر کمتر از شیر بوده است (۲۰).

امروزه به علت میزان مصرف بالای بستنی خصوصاً در میان کودکان بررسی میزان آلودگی آن به آفاتوکسین حائز اهمیت می‌باشد. در این زمینه ۳ مطالعه در ایران انجام شده است که بازه آلودگی آن‌ها ۱۹۷/۴-۲/۱ نانوگرم در کیلوگرم بوده است. بیشترین میانگین آلودگی مربوط به شهرکرد با ۶۵/۱ نانوگرم در کیلوگرم است، در مطالعه عزیز ا.، فلاح و همکاران در ۴ استان مرکزی ۲۷/۷٪ از نمونه‌های مورد آزمایش، آلودگی بیشتر از استاندارد را داشته‌اند که بیشترین درصد تجاوز از حد مجاز بوده است. نزدیکی تعداد نمونه‌ها و هم‌چنین بازه‌ی زمانی انجام مطالعات، امکان بیشتری را جهت مقایسه میان آن‌ها فراهم می‌سازد.

نتایج بررسی مطالعات صورت گرفته بر فراوانی

آفاتوکسین M1 در ماست در ایران

مطالعات زیادی در زمینه تأثیر فرایند تولید ماست بر روی کاهش آفاتوکسین M1 در جهان انجام شده است که ایران سهم اندکی را در این زمینه دارا است، ۲ مطالعه صورت گرفته بر ماست گویای آلودگی این محصول در ایران به آفاتوکسین است، هر چند که تعداد کم این مطالعات قضاوت در مورد وضعیت این محصول را دشوار می‌سازد. در این میان مطالعه عزیزا... فلاح در سال ۲۰۱۰، ۶۶٪ نمونه‌های ماست را آلوده به آفاتوکسین M1 با آلودگی در حدود ۱۱۹-۱۵ نانوگرم بر کیلوگرم گزارش نمود که ۲۰/۶٪ از آن‌ها دارای آلودگی بالاتر از حد تعیین شده توسط اتحادیه اروپا (EC) و

روش آنالیز آن می‌توانند متفاوت باشد (۱۹). تحقیقات نشان داده است که میزان آفلاتوکسین M1 موجود در پنیر تهیه شده از شیر ۳ تا ۸ برابر بیشتر از خود شیر بوده است (۲۰). قابل ذکر است که بیشتر بودن آفلاتوکسین در پنیر به نسبت شیر می‌تواند به علت بالاتر بودن غلظت کازئین در آن باشد (۱۳).

نتایج مطالعات صورت گرفته بر پنیر، در جدول ۲ نشان می‌دهد در ۸ مطالعه صورت گرفته، آلودگی ۱۰۰٪ در هیچ یک گزارش نشده است. بازه آلودگی ۷/۲-۱۲۰۰ نانوگرم در کیلوگرم بوده است و گسترش کمتر آلودگی را در این محصول نسبت به شیر پاستوریزه و استریلیزه شاهد هستیم. بیشترین مطالعات بر روی پنیر سفید انجام شده است و تنها یک مطالعه پنیر خامه‌ای را مورد مطالعه قرار داده است.

کمترین مقدار آلودگی ۷/۲ نانوگرم در کیلوگرم در استان گیلان و بیشترین مقدار آلودگی، ۱۲۰۰ نانوگرم در کیلوگرم مربوط به مطالعه‌ی عزیزا... فلاح بوده، که در ۴ استان مرکزی ایران انجام شده است (جدول ۲). میانگین آلودگی در پنیر خامه‌ای در مقایسه با پنیر سفید و فتا کمتر مشاهده شده است به صورتی که میانگین آلودگی در مطالعه‌ای که توسط عزیزا... فلاح در اصفهان و یزد انجام شده است در پنیر سفید، ۲۴۷/۷ نانوگرم در کیلوگرم ولی در پنیر خامه‌ای، ۲۳۰ نانوگرم در کیلوگرم بوده است (۱۷). در آخرین مطالعه صورت گرفته در استان اصفهان حدود ۲۰٪ از نمونه‌های مورد آزمایش آلودگی فراتر از حد مجاز را دارا بودند (۲۳).

جدول ۱. فراوانی آفلاتوکسین M1 در شیرهای خام، پاستوریزه و UHT در ایران

شهر	نوع شیر	تعداد نمونه	نمونه مثبت	بازه آلودگی (نانوگرم در لیتر)	میانگین (نانوگرم در لیتر)	تجاوز از حد مجاز EC/Codex	منبع	روش تشخیص
مشهد	UHT	۶۲	٪۱۰۰	۲۲-۳۸۹	۱۳۷	٪۸۰/۶	مختاریان و همکاران ۲۰۰۵	ELISA
سراب	خام	۱۱۱	٪۷۶/۶	۱۵-۲۸۰		٪۴۰	کامکار ۲۰۰۵	TLC
شیراز	پاستوریزه	۶۲۴	٪۱۰۰			٪۱۶/۱۹	البرزی و همکاران ۲۰۰۶	ELISA
ارومیه	خام	۷۲	٪۱۰۰	۴/۳-۹۸/۱	۲۱/۲۴	٪۶/۲۵	تاجیک و همکاران ۲۰۰۷	ELISA
	پاستوریزه	۷۲	٪۱۰۰	۵/۱-۲۸/۵	۸/۷۳			ELISA
مشهد	پاستوریزه	۱۱۰	٪۱۰۰			٪۵/۴	کریمی و همکاران ۲۰۰۷	ELISA
۱۴ استان ایران	خام	۳۱۹	٪۵۴		۵۷	-	تاج کریمی و همکاران ۲۰۰۸	HPLC
اصفهان	پاستوریزه	۲۴	٪۱۰۰		۷۲	٪۶۶/۶	رحیمی و همکاران ۲۰۰۹	ELISA
	UHT	۲۴	٪۱۰۰		۷۵	٪۹۵/۸		
	خام	۸۰	٪۸۲/۵		۷۲	٪۴۷/۵		
شهرکرد	پاستوریزه	۲۴	٪۱۰۰		۴۹	٪۴۱/۶۶	رحیمی و همکاران ۲۰۰۹	ELISA
	UHT	۲۴	٪۱۰۰		۵۶	٪۵۰		
	خام	۶۰	٪۸۵		۶۲	٪۳۳/۳۳		
تبریز	پاستوریزه	۵۰	٪۱۰۰	۳/۷۵-۵۰/۵۵		٪۶۲	موشق ۲۰۰۹	ELISA
تهران	UHT	۲۱۰	٪۵۵/۲	۲۱-۸۷		٪۳۳/۳	حشمتی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
اهواز	پاستوریزه	۳۱۱	٪۴۲/۱		۴۳/۳	٪۱۲/۵۵	رحیمی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA

TLC	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰	%۲۶/۷	۷۳/۸	۵/۸-۵۲۸/۵	%۷۱/۵	۱۱۶	پاستوریزه	استانهای مرکز ایران
ELISA		%۱۷/۴	۷۴/۳	۵/۶-۵۱۵/۵	%۶۲/۳	۱۰۹	UHT	
ELISA	محمدیان و همکاران ۲۰۱۰	%۴/۴	۱۲/۶۵		%۹۴/۱۶	۲۴۰	خام	سندج
ELISA	محمدیسانی و همکاران ۲۰۱۰	%۴/۴	۱۲/۴۳		%۳۱	۳۲	پاستوریزه	
ELISA	محمدیسانی و همکاران ۲۰۱۰	%۸۰/۶	۷۴/۳۱	۱۹-۱۲۶	%۱۰۰	۱۹۶	پاستوریزه	خراسان
ELISA	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰	%۳۶/۲	۵۲	۱۳-۲۵۰	%۷۲/۵	۹۱	پاستوریزه	استانهای مرکز ایران
ELISA	نعمتی و همکاران ۲۰۱۰				%۱۰۰	۱۰	خام	اردبیل
		%۳۳		۲/۹-۸۵	%۱۰۰	۶۴	پاستوریزه	
ELISA	محمدی و همکاران ۲۰۱۰		۲۲/۲۳		%۱۰۰	۴۰	پاستوریزه	ارومیه
ELISA			۱۹/۵۳		%۱۰۰	۴۰	UHT	
ELISA	سفیدگر و همکاران ۲۰۱۱	%۱۰۰	۲۳۰/۲	۱۷۸/۸-۲۵۳/۵	%۱۰۰	۷۲	پاستوریزه	مازندران
ELISA	قلی پور و همکاران ۲۰۱۲	%۶۲/۶۷		۲۲/۱-۹۷/۵۵	%۹۶	۷۵	پاستوریزه	مازندران

جدول ۲: فراوانی آفاتوکسین M1 در پنیر در ایران

شهر	نوع پنیر	تعداد نمونه	نمونه مثبت	بازه آلودگی (نانو گرم در کیلو گرم)	میانگین (نانو گرم در کیلو گرم)	تعداد تجاوز از EC/Codex	منبع	روش تشخیص
تهران	پنیر فتا	۸۰	%۸۲/۵	-	-	%۶۰/۶	کامکار ۲۰۰۶	TLC
اصفهان و یزد	پنیر سفید	۱۱۶	%۸۰/۱	۲۷۵/۷-۷۴۴/۵	۲۴۷/۷	%۲۸/۴	عزیزالله فلاح و همکاران ۲۰۰۹	ELISA
	پنیر خامه ای	۹۴	%۷۲/۳	۵۸/۳-۷۵۸/۵	۲۳۰/۱	%۱۹/۱		ELISA
ارومیه	پنیر خامه ای	۴۰	-	-	۲۱/۹۶	-	محمدی و همکاران ۲۰۱۰	ELISA
	پنیر فتا	۴۰	-	-	۴۳/۳	-		ELISA
استانهای مرکزی ایران	پنیر سفید	۷۲	%۸۱/۹	۳۰-۱۲۰۰	۲۹۷	%۳۰/۵	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰	ELISA
گیلان	پنیر سفید	۹۰	%۸۸/۶۶	۷/۲-۴۱۳	۱۵۱/۹۷	%۲۳/۳۳	مرتضی عزیزاده و همکاران ۲۰۱۲	ELISA
تهران	پنیر سفید	۵۰	%۶۰	۴۰/۹-۳۷۴	۵۳/۳۹	%۶	حمیدرضا توکلی ۲۰۱۲	ELISA

ELISA	نیلچیان و همکاران ۲۰۱۲	-	۱۳۳/۲	۳۱/۹-۵۰۵/۷	٪۴۰	۴۰	پنیر سفید	شهر کرد
ELISA	اصفهانی و همکاران ۲۰۱۳	٪۱۸/۱۸	۱۶۲/۷	۷۲-۲۹۷	٪۶۶	۵۰	پنیر سفید	اصفهان

جدول ۳. میزان آفلاتوکسین M1 در سایر فراورده‌های لبنی

شهر	نوع فراورده لبنی	تعداد نمونه	تعداد مثبت	بازه آلودگی (نانوگرم در کیلوگرم)	میانگین (نانوگرم در کیلوگرم)	تعداد تجاوز از EC/Codex	منبع
استان های مرکزی ایران	بستی	۳۶	٪۶۹/۴	۱۵-۱۳۲	۴۱	٪۲۷/۷	عزیزالله فلاح ۲۰۱۰
بابل	کره	۳۱	٪۲۵/۸	۱۳-۲۶	۵	٪۹/۶	
شهر کرد	بستی	۴۵	٪۲۲/۲	۱/۲-۱۰۳	۳۳/۹۸	٪۲۲/۲	خوشنویس و همکاران ۲۰۱۲
	بستی	۴۰	٪۲۹	۲۰/۱-۱۹۷/۴	۶۵/۱	-	نیلچیان و همکاران ۲۰۱۲

نتیجه گیری

مطالعه حاضر گویای این مطلب است که روش غالب در اندازه گیری آفلاتوکسین در ایران، استفاده از کیت های تجاری الایزا بوده است و بیشترین توجه در میان محصولات لبنی بر شیر پاستوریزه و سپس استریلیزه متمرکز بوده و بقیه محصولات سهم کمی را در مطالعات صورت گرفته، برخوردارند. در اکثر مطالعات، آلودگی بالاتر از استاندارد اتحادیه اروپا و سازمان ملی استاندارد ایران بوده است؛ بنابراین سلامت مصرف کنندگان خصوصا کودکان به علت مصرف بالا و توانایی پایین آنها برای تغییر زیستی سرطان زاهای، در معرض خطر است. وجود مطالعاتی که تمامی نمونه های شیر خام،

پاستوریزه و استریلیزه را آلوده به آفلاتوکسین M₁ نشان داده اند و همچنین بازه ی بالای آلودگی، گویای وضعیت نامطلوب این دسته از محصولات پرمصرف در کشورمان است و با توجه به ادامه روند حضور این سم قارچی در محصولات مشتق شده از شیرهای آلوده، تاثیر کم و ناکافی فرآیندهای حرارتی و تبدیلی را بر این نوع آلودگی خاطر نشان می شود. از راه های مهم کنترل سم، جلوگیری از آلودگی خوراک دام به آفلاتوکسین B₁ بوده و در صورت آلودگی بالا، عدم استفاده از آن توصیه می گردد.

References

1. Bakirci I. A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and milk products produced in Van province of Turkey. Food Control 2001;12(1):47-51.
2. Mohammadi H. A review of Aflatoxin M₁, Milk, and Milk products. Aflatoxins-Biochemistry and Molecular Biology Croatia: Intech 2011.

3. Anfossi L, Baggiani C, Giovannoli C, D'Arco G, Passini C, Giraudi G. Occurrence of aflatoxin M in Italian cheese: Results of a survey conducted in 2010 and correlation with manufacturing, production season, milking animals, and maturation of cheese. *Food Control* 2012;25(1):125-30.
4. Ghazani MHM. Aflatoxin M1 contamination in pasteurized milk in Tabriz (northwest of Iran *Food and Chemical Toxicology* 2009; 47: 1624-5.
5. Khezri M, Ghasemipour N, Mafakheri S, Poorghafour Langroudi P. Aflatoxin M1 contamination of raw and pasteurized milk produced in Sanandaj, Iran. *Archives of Razi Institute* 2010;65.
6. Heshmati A, Milani JM. Contamination of UHT milk by aflatoxin M in Iran. *Food Control* 2010;21(1):19-22.
7. Kamkar A. A study on the occurrence of aflatoxin M1 in raw milk produced in Sarab city of Iran. *Food Control* 2005;16(7):593-9.
8. Kocarsari FS, Tasci F, Mor F. Survey of aflatoxin M1 in milk and dairy products consumed in Burdur, Turkey. *International Journal of Dairy Technology*. 2012;65(3):365-71.
9. Zinedine A, Gonzalez-Osnaya L, Soriano J, Molto J, Idrissi L, Manes J. Presence of aflatoxin M1 in pasteurized milk from Morocco. *International journal of food microbiology* 2007;114(1):25-9.
10. Dashti B, Al-Hamli S, Alomirah H, Al-Zenki S, Abbas AB, Sawaya W. Levels of aflatoxin M1 in milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control* 2009; 20(7): 686-90.
11. Unusan N. Occurrence of aflatoxin M1 in UHT milk in Turkey. *Food and Chemical Toxicology* 2006;44:1897-900.
12. Rahimi E, Shakerian A, Jafariyan M, Ebrahimi M, Riahi M. Occurrence of aflatoxin M1 in raw, pasteurized and UHT milk commercialized in Esfahan and Shahr-e Kord, Iran. *Food Security* 2009;1(3):317-20.
13. Fallah AA, Jafari T, Fallah A, Rahnama M. Determination of aflatoxin M1 levels in Iranian white and cream cheese. *Food and Chemical Toxicology* 2009;47(8):1872-5.
14. Tajik H, Rohani SM. Detection of aflatoxin M1 in Raw and commercial pasteurized milk in Urmia, Iran. *Pakistan journal of biological sciences* 2007; 10(22):4103-7.
15. Nemat M, Mehran MA, Hamed PK, Masoud A. A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in milk samples in Ardabil, Iran. *Food control* 2010;21(7):1022-4.
16. Tajkarimi M, Aliabadi-Sh F, Salah Nejad A, Poursoltani H, Motallebi A, Mahdavi H. Aflatoxin M. Contamination in winter and summer milk in 14 states in Iran. *Food Control* 2008;19(11):1033-6.
17. Mohamadian H, Alizadeh M. A Study of the Occurrence of Aflatoxin M1 in Dairy Products Marketed in Urmia, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 2010;12(Supplementary Issue):579-83.
18. Mohamadi Sani A, Nikpooyan H, Moshiri R. Aflatoxin M. Contamination and antibiotic residue in milk in Khorasan province, Iran. *Food and Chemical Toxicology* 2010;48(8):21-30.
19. Sefidgar S, Mirzae M, Assmar M, Naddaf S. Aflatoxin M1 in pasteurized milk in Babol city, Mazandaran Province, Iran. *Iranian journal of public health*. 2011; 40(1): 115-8.
20. Fallah AA. Aflatoxin M. Contamination in dairy products marketed in Iran during winter and summer. *Food Control* 2010;21(11):1478-81.
21. Bilandzic N, Varenina I, Solomun B. Aflatoxin M in raw milk in Croatia. *Food Control* 2010;21(9):1279-81.
22. Kaniou-Grigoriadou I, Eleftheriadou A, Mouratidou T, Katikou P. Determination of aflatoxin M in ewe's milk samples and the produced curd and Feta cheese. *Food Control* 2005; 16(3):257-61.
23. Esfahani M, Madani G, Hosseini P. Study of Aflatoxin M1 Contamination in Iranian White Cheese Produced by Isfahan Dairy Factories using ELISA Technique. *Health System Research* 2013; 1614-20.
24. Fallah AA, Rahnama M, Jafari T, Saei-Dehkordi S. Seasonal variation of aflatoxin M1 contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. *Food Control* 2011; 22: 1653-56.
25. Mokhtarian H, Mohsenzade M. Evaluation of Aflatoxin M1 in pasteurized milk in Gonabad city. *Journal of Gonabad university of medical sciences* 2005; 11(3): 5-9.
26. Movassagh M.H, Adinehvand S. Study of aflatoxin M1 level in the collected raw cow milk from milk collection centers in Tabriz. *Journal of Food Hygiene* 2009; 3(10): 63-84.
27. Rahimi E, Bonyadian M, Rafei M, Kazemeini H.R. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk of five dairy species in Ahvaz, Iran. *Food and Chemical Toxicology* 2010; 48(1): 129-131.
28. Karimi G, Hassanzadeh M, Teimuri M, Nazari F, Nili A. Aflatoxin M1 Contamination in Pasteurized Milk in Mashhad, Iran. *Iranian journal of pharmaceutical sciences* 2007; 3(3): 153-6.

29. Tavakoli H.R, Riazipour M, Kamkar A, Rafati Shaldehi H, Mozaffari Nejad A.S. Occurrence of aflatoxin M1 in white cheese samples from Tehran, Iran. Food Control 2012; 23(1): 293-5.
30. Nilchian Z, Rahimi E. Aflatoxin M1 in Yoghurts, Cheese and Ice-Cream in Shahrekord-Iran. World Applied Sciences Journal 2012;19 (5): 621-4.
31. Khoshnevis S.H, Gholampour Azizi I, Shateri S, Mousavizadeh M. Determination of the Aflatoxin M in Ice Cream in Babol City (Northern, Iran). Global Veterinaria 2012; 8 (2): 205-8.
32. Kamkar A. A study on the occurrence of aflatoxin M1 in Iranian Feta cheese. Food Control 2006; 17(10) : 768-75.

Systematic review study of Aflatoxin M1 level in milk and it's dairy products in Iran

Farzad Ahmadzadeh ¹, Maryam Mirlohi ², Fateme Mohammad Hasani ³

Review Article

Abstract

Background: Aflatoxins are secondary metabolites, produced by certain strains of *Aspergillus* genus such as *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* and, *Aspergillus nominus*. These fungi occur in a broad variety of agricultural products, such as cereals, nuts, spices and dried fruit. Aflatoxins are very toxic, mutagenic, immunosuppressive, teratogenic and carcinogenic compounds. The key target organ for aflatoxins' toxicity and carcinogenicity is liver. European Union and Codex alimentarius commities established the maximum limit of aflatoxin M1 (50 ng/kg) in raw milk.

Methods: The purpose of this study was to systematically review of the studies carried out in Iran in terms of presence and the level of AFM1 contamination in milk and dairy products. National and international databases such as SID, IRANDOC, Web of Science, PubMed, Medline, Scopus and Google scholar were searched for relevant subjects from 2005 to 2013, using AflatoxinM1, milk, Dairy products, Iran, as keywords.

Finding: Fourty two relative articles were obtained. From which, 23 original papers were included in the study. In 89% of the studies exceeding levels (4-100%) of contamination from the standard limit were repted.

Conclusion: According to the results obtained in this study, pasteurized milk is the most examined dairy product for the presence of Aflatoxin M1 in Iran, followed by sterilized milk. For both cases, the study results reflect a critical AFM1 health risk, particulary (for infants and children with lower weight and higher milk intake than adults) if infants and children come in to consideration

Citation: Ahmadzadeh F, Mirlohi M, Mohammad Hasani F. **Systematic review study of Aflatoxin M1 level in milk and it's dairy products in Iran.** J Health Syst Res 2015; 11(2):10-20

Received date: 10.09.2014

Accept date: 25.02.2015

1. MSc Student, Food Security Research Center, School of nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran
2. Associate Professor, Food Security Research Center, Department of Community Nutrition School of nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran (Corresponding Author): Email: . m-mirlohi@hlth.mui.ac.ir
3. MSc Student, Food Security Research Center, School of nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran