



اثر فرایند کشک سازی صنعتی بر روی باقیمانده آفلاتوکسین M_1

نویسندگان: بهادر حاجی محمدی^۱، اسداله خسروی^۲، غلامرضا جاهد^۳، علی دهقانی^۴، سید علی یاسینی اردکانی^۵، مهدی بهبود^۶

۱. استادیار گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد
 ۲. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد

Email: asad.khosravi@Gmail.com

تلفن تماس: ۰۹۱۷۳۰۲۹۲۴۸

۳. دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی تهران
 ۴. استادیار گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی شهید صدوقی یزد
 ۵. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات یزد
 ۶. کارشناس و مسئول فنی کارخانه رامک شیراز

طوع بهداشت

چکیده

مقدمه: آفلاتوکسین M_1 ترکیبی بسیار سمی بوده که طی فرایند و نگهداری شیر پایدار است. از این رو در زمره یک آلاینده شیر و فراورده های لبنی است که می تواند عوارض خطرناک برای انسان را به دنبال داشته باشد. در این زمینه مطالعات متعددی کارایی اثر فرایند در فراورده های لبنیاتی بر روی حذف آفلاتوکسین M_1 را نشان داده اند. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، مطالعه اثر فرایند تهیه کشک صنعتی بر روی کاهش آفلاتوکسین M_1 اضافه شده بطور مصنوعی در فرایند طبیعی کشک سازی می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه کشک صنعتی از شیر گاو (شیر بدون چربی) که در یک سطح به مقدار ۰/۲۵ میکروگرم در لیتر آفلاتوکسین M_1 به صورت مصنوعی آلوده شده بود در ۳ تکرار، تهیه شد و تاثیر فرایند کشک سازی صنعتی بر روی آفلاتوکسین M_1 مورد مطالعه قرار گرفت. برای اندازه گیری مقدار آفلاتوکسین M_1 از روش کراماتوگرافی مایع با فشار بالا استفاده شد.

یافته ها: در تولید کشک صنعتی در غلظت های مساوی بین شیر اولیه و کشک صنعتی مقدار کاهش آفلاتوکسین M_1 به میزان ۹۱ درصد بود. و این مقدار کاهش آفلاتوکسین M_1 بین شیر اولیه و کشک صنعتی از لحاظ آماری در سطح ($P < 0.052$) معنی دار بود.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان میدهد که فرایند کشک سازی صنعتی میتواند خطرات سم آفلاتوکسین M_1 که انسان به وسیله مصرف لبنیات یا شیر با آن مواجه است را کاهش بدهد.

واژه های کلیدی: شیر، آفلاتوکسین M_1 ، کشک صنعتی، کراماتوگرافی مایع با فشار بالا

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال چهاردهم

شماره: ششم

ویژه نامه ۱۳۹۴

شماره مسلسل: ۵۴

تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴



مقدمه

آفلاتوکسین ها متابولیت های شدیداً سمی بوده که در بسیاری محصولات گیاهی و نیز خوراک های دامی و کنستانتره های مورد مصرف دام های شیرده یافت می شوند و عمدتاً توسط قارچ های آسپرژیلوس پارازیتیکوس *Aspergillus parasiticus*، آسپرژیلوس فلاووس *Aspergillus flavus* و آسپرژیلوس نومیوس *Aspergillus nomius* تولید می شوند. آفلاتوکسین های M_1 و M_2 ترکیباتی سرطان زای کبدی هستند و مشتق مونوهیدروکسید آفلاتوکسین B_1 و B_2 بوده که توسط آنزیم سیتوکروم P450 در کبد دام های شیرده نظیر گاو تولید می شود. آفلاتوکسین M_1 تا ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از تغذیه با اولین خوراک آلوده به آفلاتوکسین B_1 در شیر قابل شناسایی است و بعد ۴۸ ساعت به بالاترین سطح خود در شیر می رسد. آفلاتوکسین M_1 در شیر و فراورده های لبنی به عنوان یکی از ریسک فاکتورهای بهداشتی مهم برای سلامتی انسان در نظر گرفته شده است. تا به حال در مطالعات مختلف خطرات آفلاتوکسین M_1 بر روی انسان در اثر مواجهه انسان با شیر و محصولات لبنی مورد مطالعه قرار گرفته است (۱-۴). آفلاتوکسین M_1 قدرت جهش زایی در ژنوم انسان را دارد و مصرف شیر و فراورده های لبنی آلوده به آفلاتوکسین M_1 زمینه ساز سرطان زایی به ویژه سرطان کبد در انسان می شود. در سلول پستانداران، حشرات و یوکاریوت ها باعث تخریب DNA، جهش ژن، آنومالی های کروموزومی و تغییر شکل سلولی می شود. با این حال آفلاتوکسین M_1 نسبت به آفلاتوکسین B_1 دارای اثرات موتاژنی و ژنو توکسیک کمتری است همچنین آژانس بین المللی

سرطان آفلاتوکسین B_1 و M_1 را به ترتیب در گروه ۱ (سرطانزا برای انسان) و گروه 2B (احتمالاً سرطانزا برای انسان) تقسیم بندی کرده است (۵). با توجه به امکان وجود سم آفلاتوکسین M_1 در شیر و فراورده های لبنی، جهت کاهش ریسک آفلاتوکسین ها و کنترل این سم کشورهای مختلف حد مجاز تعیین نموده اند. حد مجاز این سم در شیر در اتحادیه اروپا، آمریکا و ایران به ترتیب ۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰ نانوگرم در لیتر و در کشک طبق استاندارد ملی ایران ۱۰۰ نانوگرم در لیتر تعیین شده است (۶-۹). مطالعات مختلف حاکی از آلودگی نسبتاً بالای شیر و محصولات لبنی ایران به آفلاتوکسین M_1 دارد. تحقیقات انجام شده توسط فلاح و همکاران (۲۰۱۱) رحیمی و همکاران (۲۰۱۱)، نعمتی و همکاران (۲۰۱۰) و سفید گر و همکاران (۲۰۱۱) مؤید این موضوع است (۱۰-۱۲، ۸۰). لذا محققین در کشورهای مختلف تلاش گسترده ای را در جهت کاهش یا حذف آفلاتوکسین M_1 در شیر و فراورده های آن مبذول نموده اند. تاکنون مطالعات اولیه ای در مورد راه های حذف و خنثی سازی این سم در مواد غذایی به روش های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی انجام گرفته است (۱۵-۱۳). ترکیبات شیمیایی قادرند به میزان زیادی آفلاتوکسین ها را از محصولات غذایی حذف نمایند ولی به دلیل جنبه های ایمنی و نیز هزینه های اقتصادی قابل کاربرد در صنایع غذایی نیستند. همچنین اگرچه برخی روش های مورد استفاده تا حدودی موفقیت آمیز بوده اند لکن مضرات زیادی مانند کارایی محدود، امکان کاهش ارزش تغذیه ای و هزینه زیاد برای استفاده از این روش ها متصور است. به همین علت تا به حال محققان مختلف اثر



از شیری که به طور مصنوعی به آفلاتوکسین M_1 آلوده شده بود با حمام آب در شرایط کنترل شده تا دمای ۴۲ درجه گرم شد، استارتر با نسبت ۱ به ۱ (لاکتو باسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس) (VI- Hansen, Denmark)، به ۲۵۰ میلی لیتر شیر پس چرخ استریلیزه شده در دمای ۴۲ درجه سانتی گراد اضافه شد سپس ۸ میلی لیتر مایه کشته ۲ لیتر شیر حاوی آفلاتوکسین M_1 اضافه و تخمیر تا رسیدن به $pH=3/8$ ادامه یافت. بعد از تخمیر، ماست در دمای ۲ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت سرد شد و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد (۵).

ماست مخصوص کشکک سازی صنعتی در شرایط کنترل شده در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در حمام آب داغ به مدت ۴ ساعت حرارت داده شد سپس کشکک مایع تا دمای ۴ درجه سانتی گراد سرد شد (۱۵).

از انتهای مراحل ذکر شده نمونه برداری شد و تا انجام آزمایش های تعیین مقدار آفلاتوکسین M_1 در جای تاریک و در دمای منفی ۱۸ درجه سانتی گراد نگهداری شد. تهیه کشکک صنعتی در ۳ تکرار انجام شد.

۲- تعیین مقدار آفلاتوکسین M_1 :

۱۰ گرم نمونه (کشکک مایع و ماست) ۱۰ گرم سلیت (Sigma (St. Louis, MO, USA) و ۸۰ میلی لیتر دی کلرو متان (HPLC grade, Merck) را درون یک ظرف در پیچ دار ریخته، توسط دستگاه اولتراتوراکس (Junke and Kunkel, GmbH, Germany) به مدت ۲۰ دقیقه در ۹۰۰۰ دور در دقیقه به خوبی مخلوط گردید. مخلوط از کاغذ صافی Whatman شماره ۱ عبور

فرآوری مواد لبنی باهدف کاهش آفلاتوکسین M_1 را مورد بررسی قرار داده اند که در این زمینه مطالعاتی در مدل های مواد غذایی شامل ماست، پنیر و شیر پاستوریزه توسط استولوف و همکاران (۱۹۷۵)، بکیرسی و همکاران (۲۰۰۱)، کامکارو همکاران (۲۰۰۸)، ایهاو همکاران (۲۰۱۳) و نیز گواریس و همکاران (۲۰۰۲) انجام شده است (۵، ۱۳-۱۵). لذا با توجه به اینکه کشکک یکی از محصولات لبنی پر مصرف در کشور ما است در این مطالعه برای اولین بار اثر فرایند کشکک سازی صنعتی بر روی باقیمانده آفلاتوکسین M_1 مورد مطالعه قرار گرفت.

روش بررسی

این مطالعه از انواع مطالعات نیمه تجربی semi experimental study است.

۱- ساختن کشکک:

۱-۱- تهیه شیر و افزودن آفلاتوکسین M_1 به طور مصنوعی:

شیر گاو از دامداری های اطراف شیراز تهیه شد. شیر مصرفی دارای حداقل یا غیر قابل اندازه گیری میزان آفلاتوکسین M_1 بودند. سپس چربی گیری و شیر پس چرخ با ۹ درصد ماده خشک بدون چربی جهت انجام آزمایش های مورد استفاده قرار گرفت. آفلاتوکسین M_1 (Sigma (St. Louis, MO, USA) در غلظت ۱۰۰ میکروگرم در میلی لیتر حلال در است و نیتریل به ۳ ظرف حاوی ۲ لیتر شیر اضافه شد و میزان غلظت آفلاتوکسین M_1 در شیر به غلظت ۲۵۰ نانوگرم در لیتر تنظیم شد. شیر تلقیح مصنوعی شده آفلاتوکسین M_1 تا موقع مصرف در محل تاریک و دمای ۷ درجه نگهداری شد (۱۶).



عصاره حل شده در فاز متحرک به دستگاه HPLC با سرنگ مخصوص تزریق گردید. (۱۶) ۲۰۰ میکرو لیتر از نمونه و استاندارد آفلاتوکسین M₁ با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۲، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میکروگرم به دستگاه HPLC تزریق شد و پیک‌های مربوطه گرفته شد و غلظت نمونه‌های مجهول با استفاده از منحنی کالیبراسیون در برنامه اکسل محاسبه شد. (۲۶)

۳- آنالیز آماری: فرایند کشک سازی صنعتی در ۳ تکرار انجام گرفت و برای اندازه‌گیری میانگین و انحراف معیار هر مرحله و مقایسه هر مرحله، از آزمون Student's t-test استفاده شد.

یافته‌ها

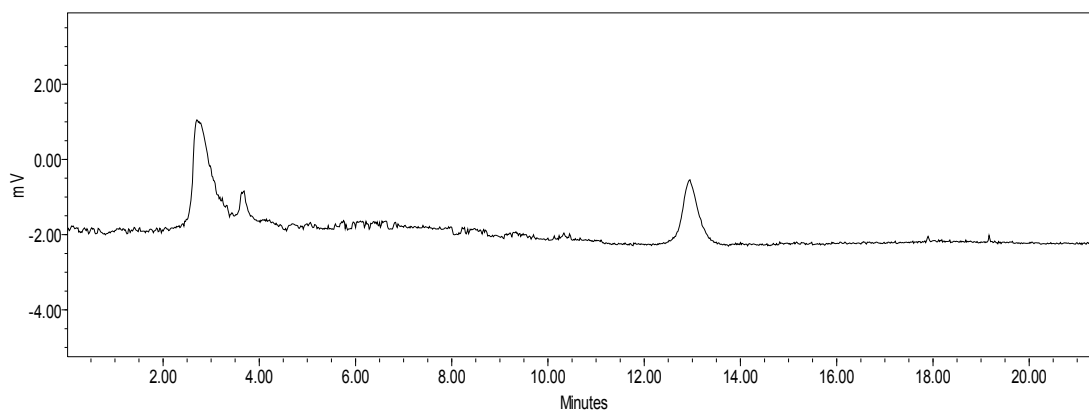
در فرایند ماست سازی از شیر اولیه (که در سطح ۰/۲۵ میکروگرم به آفلاتوکسین M₁ آلوده شده بود) در pH = ۳/۸ مقدار کاهش آفلاتوکسین ۴۷ درصد بود که در سطح (P < ۰/۰۰۶) معنی‌دار بود. همچنین در فرایند کشک سازی صنعتی که از ماست مرحله قبل تهیه شده بود، مقدار کاهش آفلاتوکسین ۵۵ درصد بود که در سطح (P < ۰/۰۵۲) معنی‌دار بود (جدول ۱). از طرف دیگر میانگین ماده خشک بدون چربی در شیر اولیه و کشک صنعتی به ترتیب ۹ و ۲۴ درصد بوده است که با توجه به فاکتور غلظت مقدار کاهش آفلاتوکسین در کشک صنعتی ۹۱ درصد بود.

داده شد. ۴۵ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده در تبخیرکننده دوار تحت خلأ (Heidolph Rotary Evaporator VV – 2000 Germany) در دمای ۳۵-۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. عصاره خشک شده در مخلوط متانول (HPLC grade, Merck) ان هگزانو آب (extra pure, Merck) به نسبت (30:50:20 v/v/v) دوباره حل گردید. فاز آبی عصاره از فاز آلی توسط دکانتور از یکدیگر جهت خالص سازی جدا گردید. ۳۵ میلی‌لیتر از فاز آبی حاصل از مرحله قبل (استخراج) از ستون ایمونوآفینیتی (Puri-Fast AFLA M1 IAC Libios Ltd, France) که حاوی آنتی‌بادی آفلاتوکسین M₁ بود عبور داده شد تا ترکیب آنتی‌ژن و آنتی‌بادی تشکیل بشود. برای جدا کردن ترکیبات باقی مانده، ستون ۲ بار با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شد. ۲/۵ میلی‌لیتر استونیتریل (HPLC grade, Merck) را در دو مرحله از ستون ایمونوآفینیتی عبور داده شد تا آنتی‌ژن متصل به آنتی‌بادی از ستون جدا شود. محلول حاصل درون یکویال جمع‌آوری شد. محتویات ویال توسط گاز نیتروژن که گازی خنثی است خشک شد و پس از آن ۱ میلی‌لیتر فاز متحرک HPLC به ویال اضافه گردید سپس با استفاده از ورتکس محتوی خیال باهم به خوبی در فاز متحرک HPLC حل شد و سپس ۲۰۰ میکرو لیتر از



جدول ۱: مقایسه مقدار کاهش آفلاتوکسین در فرایند کشک سازی صنعتی

| نمونه | میانگین \pm انحراف | میانگین درصد کاهش | مقدار کاهش نانوگرم در لیتر | P |
|-----------|----------------------|-------------------|----------------------------|-------|
| شیر اولیه | ۰/۲۵۰ \pm ۰/۰۰۰ | - | - | - |
| ماست | ۰/۱۳۲ \pm ۰/۰۱۷ | %۴۷ | ۱۱۸ | ۰/۰۰۶ |
| کشک صنعتی | ۰/۰۵۹ \pm ۰/۰۲۴ | %۵۵ | ۷۳ | ۰/۰۵۲ |



تصویر ۱: کروماتوگرام شیر اولیه جهت تهیه کشک (بدون آفلاتوکسین M1) ریتنشین تایم ۱۹ دقیقه (مقدار آفلاتوکسین = 0)

بحث و نتیجه گیری

کاهش آفلاتوکسین M_1 در $pH=4/4$ و $pH=4$ در ساخت ماست به ترتیب برابر با ۱۳ و ۲۲ درصد بود و همچنین در انتهای نگهداری به مدت ۴ هفته کاهش آفلاتوکسین M_1 به ترتیب برابر با ۱۶ و ۳۴ درصد بوده است که مقدار کاهش آفلاتوکسین M_1 در $pH=4$ در سطح $(P < 0/01)$ معنی دار بوده است و در $pH=4/4$ در سطح $(P < 0/01)$ معنی دار نبوده است. مطالعه حاضر در $pH=4$ با مطالعه Govaris و همکاران همخوانی دارد و در $pH=4/4$ همخوانی ندارد (۵). El Khoury و همکاران در سال ۲۰۱۱ در لبنان کاهش

۱- تغییر غلظت آفلاتوکسین در فرایند تخمیر ماست: در تحقیق انجام شده مشخص گردید که کاهش آفلاتوکسین M_1 در فرایند تخمیر ماست از لحاظ آماری در سطح $(P < 0/006)$ تفاوت معنی داری داشته و میانگین کاهش آفلاتوکسین M_1 برابر با ۴۷ درصد بوده است. در مطالعه‌ای مشابه با تحقیق حاضر که توسط Govaris و همکاران در سال ۲۰۰۲ در یونان بر روی اثر فرایند ماست سازی بر کاهش آفلاتوکسین M_1 انجام گرفت مقدار



کردند. میزان آفلاتوکسین M_1 در نمونه‌های ماست پس از ۱۲ ساعت گرمخانه گذاری فقط ۶/۴ درصد کاهش پیدا کرد که بامطالعه حاضر همخوانی نداشت. همچنین در این مطالعه میزان باقی مانده آفلاتوکسین در فرایند پنیر سازی در ۳ تیمار مختلف آفلاتوکسین M_1 بررسی شده است و غلظت آفلاتوکسین M_1 در لخته ۱/۸۶، ۲/۳ و ۱/۴۴ مرتبه افزایش یافته است. با توجه به افزایش غلظت در پنیر، میزان آفلاتوکسین M_1 در لخته ۲۸/۹ و ۱۳/۵ و ۳۴/۲ درصد کاهش یافته است. همچنین این محققان عنوان کردند به میزان ۳۹ درصد از آفلاتوکسین M_1 در فرایند پنیر سازی، همراه با آب پنیر خارج می‌شود (۲۰). مکانیزم کاهش آفلاتوکسین M_1 در تخمیر ماست به عوامل مختلفی بستگی دارد. میزان کاهش در آفلاتوکسین M_1 در فرایند ماست سازی ممکن است در اثر فاکتورهایی مانند pH کم، تشکیل اسیدهای آلی یا تولید محصولات دیگر حاصل از تخمیر یا حتی حضور باکتری‌های اسیدلاکتیک باشد. pH کم در تخمیر ماست باعث تغییر پروتئین‌های ماست به خصوص کافئین‌ها می‌شود و باعث تشکیل لخته ماست می‌شود. تغییر ساختار کافئین در طول تولید ماست سازی بر روی آفلاتوکسین M_1 تأثیر دارد و ممکن است باعث جذب سم یا رسوب سم بر روی کازئین‌ها شود (۵، ۲۱). اسیدیته تولید شده در فرایند ماست سازی به علت تولید مقدار زیادی اسیدلاکتیک در تخمیر ماست استواسید لاکتیک بر روی کاهش آفلاتوکسین M_1 مؤثر است. Rasic و همکاران (۱۹۹۱) بیان کردند که اسیدلاکتیک، اسیداستیک، اسیدسیتریک در شیر اسیدی بر روی کاهش آفلاتوکسین B_1 مؤثر است. چندین

آفلاتوکسین M_1 توسط باکتری‌های لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در فرایند ساخت ماست و محیط کشت را مورد بررسی قرار دادند نتایج آن‌ها نشان داد که در فرایند ساخت ماست، آفلاتوکسین M_1 ۴۶/۱ درصد کاهش می‌یابد. همچنین نتایج آن‌ها در کاهش آفلاتوکسین M_1 توسط باکتری‌های لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در محیط کشت به ترتیب برابر با ۸۷/۶ و ۷۰ درصد بود که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (۱۷).

El-Nezami و همکاران در سال ۱۹۹۸ کاهش آفلاتوکسین B_1 را توسط باکتری‌های لاکتوباسیلوس گونه *Lb. rhamnosus* strains GG and Lc 705 را مورد بررسی قرار دادند که در این مطالعه گونه *Lb. rhamnosus* strains GG and Lc 705 ۸۰ درصد آفلاتوکسین B_1 را در صفر ساعت کاهش داد (۱۸). Bakirci (۲۰۰۱) در مطالعه خود اعلام نمود میزان آفلاتوکسین M_1 موجود در شیر پس از انجام فرایند و تبدیل شدن به ماست، به میزان ۱۳ درصد افزایش می‌یابد. این محقق این گونه نتیجه‌گیری کرد که هر چند این میزان افزایش، معنی‌دار نبوده ولی از مهم‌ترین دلایل احتمالی آن تغلیظ شیر خام در جریان تبدیل شدن به ماست بوده است (۱۹).

در حالی که در مطالعه حاضر میزان آفلاتوکسین در شیر اولیه به میزان ۰/۲۵۰ میکروگرم بوده است که پس از تبدیل به ماست ۰/۱۳۲ میکروگرم تغییر و ۴۷ درصد کاهش پیدا کرد. Iha و همکاران (۲۰۱۳) میزان باقیمانده آفلاتوکسین در فرایند ماست سازی را در ۳ تیمار مختلف آفلاتوکسین M_1 بررسی



آفلاتوکسین B_1 در این غذاهای بخارپز شده، به میزان بسیار زیادی بیشتر از غذاهای پخته شده با حرارت خشک بود. دلیل کاهش آفلاتوکسین در حرارت مرطوب می تواند باز شدن حلقه لاکتون در آفلاتوکسین باشد (۲۵).

در استاندارد ایران به شماره ۶۱۲۷ (کشک مایع صنعتی - ویژگی ها) حداقل ماده خشک در کشک مایع، ۱۸ درصد است در مطالعه حاضر مقدار ماده خشک بدون چربی در شیر اولیه ۹ و در کشک مایع ۲۴ درصد بود که نشان دهنده افزایش غلظت ۲/۶ برابری است و با توجه به فاکتور غلظت میزان کاهش آفلاتوکسین M_1 در کشک صنعتی برابر با ۹۱ درصد است. که در مقایسه با مطالعات مشابه میزان کاهش آفلاتوکسین M_1 در کشک سازی صنعتی بیشتر از فرایند پنیر سازی، ماست سازی است (۲۷). بررسی تأثیر سطوح مختلف آفلاتوکسین M_1 در شیر اولیه، pH، های مختلف و دماهای متفاوت گرمخانه گذاری در ماست تهیه شده و دما و زمان های مختلف در فرایند ساخت کشک صنعتی می توانست بر غنای این مطالعه بیفزاید که به دلیل محدودیت های موجود مطالعه نگردید، همچنین سایر جنبه های تولید کشک، مثل کشک سنتی و پروبیوتیک و زمان نگهداری می تواند زمینه های مناسب جهت تحقیقات آینده در این مبحث باشد. این مطالعه نشان داد که استفاده از فرایند کشک سازی صنعتی یک روش ایمن، سالم و مؤثر در کاهش آفلاتوکسین M_1 است که صنعت غذا برای کاهش آفلاتوکسین M_1 می تواند از آن استفاده کند تا گامی مؤثر در ارتقا ایمنی و سلامت عمومی جامعه باشد، چراکه در اکثر مناطق کشور ما، بیش از ۳۰٪ شیرهای خام تولیدی آلوده به مقادیر

محصول جانبی دیگر در حین تخمیر ماست که به مقدار کم تولید می شود، مانند اسیدهای چرب فرار، آمینو اسید، پپتید و آل دهید، آفلاتوکسین M_1 را کاهش می دهند (۲۲، ۵).

تاکنون مکانیزم کاهش آفلاتوکسین توسط لاکتو باسیلوسها به روشنی مشخص نشده است. در مطالعاتی که El-Nezami و همکاران (۱۹۹۸)، Lahtinen و همکاران (۲۰۰۴)، Haskard و همکاران (۲۰۰۱) انجام شده است منتج شد که ملکول آفلاتوکسین در دیواره سلولی باکتری ها جذب می شوند. آفلاتوکسین M_1 با پیوندهای ضعیف غیر کووالانی در دیواره سلولی جذب شده که این پیوندها می تواند از نوع پیوندهای هیدروژنی در سطح سلول باشد. تفاوت در مقدار جذب شدن آفلاتوکسین M_1 در دیواره سلولی می تواند به علت تفاوت در دیواره سلولی باکتری ها و ساختار پوشش سلولی باشد (۲۴، ۲۳، ۱۸، ۱۷).

۲- تغییر غلظت آفلاتوکسین در فرایند حرارت دهی:

در تحقیق حاضر مشخص گردید که کاهش آفلاتوکسین M_1 در فرایند کشک سازی صنعتی از لحاظ آماری در سطح ($P < 0/052$) تفاوت معنی داری داشته و میانگین کاهش آفلاتوکسین M_1 در غلظت های مساوی بین شیر اولیه و کشک صنعتی برابر با ۹۱ درصد بوده است. همچنین در کره جنوبی مطالعه ای مشابه با تحقیق حاضر توسط Hwang و همکاران (۲۰۰۶) بر روی اثر فرایند حرارت دادن و پختن در کاهش آفلاتوکسین B_1 در نان و سوجیبی (یک نوع سوپ کره ای) انجام گرفت. در این مطالعه میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 در دمای ۱۰۰ درجه در سوجیبی و نان که بخارپز شده بودند به ترتیب ۷۱ و ۴۳ درصد بود که میزان کاهش



پزشکی شهید صدوقی یزد است. پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند صمیمانه از همکاری مسئولین محترم دانشگاه و خصوصاً جناب آقای دکتر احرام پوش ریاست دانشکده بهداشت به دلیل مساعدت در حمایت مالی از این پایان‌نامه کمال تشکر و قدردانی به عمل آورند.

بالتر از حد مجاز آفلاتوکسین M_1 هستند و می‌توان مقادیر زیادی از شیرهای آلوده را جهت تولید کشک صنعتی مورد استفاده قرارداد و بدین‌وسیله از زیان‌های بهداشتی و اقتصادی ناشی از سم آفلاتوکسین M_1 تا حدودی کاسته شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم

References

- 1-Scott P, Egmond Hv. Mycotoxigenic fungal contaminants of cheese and other dairy products. *Mycotoxins in dairy products*. 1989:193-259.
- 2-Galvano F, Galofaro V, De Angelis A, Galvano M, Bognanno M, Galvano G. Survey of the occurrence of aflatoxin M_1 in dairy products marketed in Italy. *Journal of Food Protection*®. 1998;61(6):738-41.
- 3-Gürbay A, Sabuncuoğlu SA, Girgin G, Şahin G, Yiğit Ş, Yurdakök M, et al. Exposure of newborns to aflatoxin M_1 and B_1 from mothers' breast milk in Ankara, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(1):314-9.
- 4-James MJ. *Modern food microbiology*. An Aspen Publication. 2000.
- 5-Govaris A, Roussi V, Koidis P, Botsoglou N. Distribution and stability of aflatoxin M_1 during production and storage of yoghurt. *Food Additives & Contaminants*. 2002;19(11):1043-50.
- 6-Alla AE-SA, Neamat-Allah A, Aly SE. Situation of mycotoxins in milk, dairy products and human milk in Egypt. *Mycotoxin research*. 2000;16(2):91-100.
- 7-Ghiasian SA, Maghsood AH, Neyestani TR, Mirhendi SH. Occurrence of aflatoxin M_1 in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. *Journal of food safety*. 2007;27(2):188-98.
- 8-Fallah AA, Rahnama M, Jafari T, Saei-Dehkordi SS. Seasonal variation of aflatoxin M_1 contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. *Food Control*. 2011;22(10):1653-6.
- 9-Hussein HS, Brasel JM. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*. 2001;167(2):101-34.
- 10-Rahimi E, Nilchian Z, Behzadnia A. Presence of Aflatoxin M_1 in Pasteurized and UHT Milk Commercialized in Shiraz, Khuzestan and Yazd, Iran. *JCHR*. 2012;1(1).



- 11-Nemati 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.
- 12-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).
- 13-Stoloff L, Trucksess M, Hardin N, Francis OJ, Hayes J, Polan C, et al. Stability of aflatoxin M in milk. *Journal of dairy science*. 1975;58(12):1789-93.
- 14-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.
- 15-Kamkar A, Karim G, Aliabadi FS, Khaksar R. Fate of aflatoxin M1 in Iranian white cheese processing. *Food and Chemical Toxicology*. 2008;46(6):2236-8.
- 16-Kamkar A, Karim G, Aliabadi FS, Khaksar R. Fate of aflatoxin M₁ in Iranian white cheese processing. *Food and Chemical Toxicology*. 2008;46(6):2236-8.
- 17-El Khoury A, Atoui A, Yaghi J. Analysis of aflatoxin M1 in milk and yogurt and AFM1 reduction by lactic acid bacteria used in Lebanese industry. *Food Control*. 2011;22(10):1695-9.
- 18-El-Nezami H, Kankaanpaa P, Salminen S, Ahokas J. Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind a common food carcinogen, aflatoxin B1. *Food and Chemical Toxicology*. 1998;36(4):321-6.
- 19-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.
- 20-Iha MH, Barbosa CB, Okada IA, Trucksess MW. Aflatoxin M1 in milk and distribution and stability of aflatoxin M1 during production and storage of yoghurt and cheese. *Food Control*. 2013;29(1):1-6.
- 21-Brackett RE, Marth EH. Association of aflatoxin M1 with casein. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*. 1982;174(6):439-41.
- 22-Rašić JL, Škrinjar M, Markov S. Decrease of aflatoxin B1 in yoghurt and acidified milks. *Mycopathologia*. 1991;113(2):117-9.
- 23-Lahtinen S, Haskard C, Ouwehand A, Salminen S, Ahokas J. Binding of aflatoxin B1 to cell wall components of *Lactobacillus rhamnosus* strain GG. *Food additives and contaminants*. 2004;21(2):158-64.



- 24-Haskard CA, El-Nezami HS ,Kankaanpää PE, Salminen S, Ahokas JT. Surface binding of aflatoxin B1 by lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 2001;67(7):3086-91.
- 25-Hwang J-H, Lee K-G. Reduction of aflatoxin B1 contamination in wheat by various cooking treatments. *Food Chemistry*. 2006;98(1):71-5.
- 26-ISIRI, Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food & Feed - Mycotoxins- Maximum Tolerated level (2002), Available from: <http://www.isiri.org/std/ a-5925.pdf>. [Persian]
- 27-ISIRI, Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Industrial liquid kashk specification(2002). Available from: <http://www.isiri.org/portal/files/std/6127.PDF> [Persian]



Study the Effect of Processing of Commercial Kashk Making on Aflatoxin M₁ Residue

Hajimohammadi B (PhD)¹, Khosravi Arsenjani A (MSc)², Jahed GR(PhD)³, Dehghani A (PhD)⁴,
Yasini Ardakani A (PhD)⁵, Behbod M(BSc)⁶

1. Assistant Professor, Department of Food Hygiene and Safety, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.
2. Corresponding Author : MSc student in food Hygiene and Safety, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3. Associate Professor , Department of Environmental Health Engineering Medical Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Assistant Professor , Department of Epidemiology and Biostatistics, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences Yazd, Iran
5. Assistant Professor, Department of Food Science and Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
6. BSc, Plant Technical Officer Ramak, Shiraz , Iran

Abstract

Introduction: Aflatoxin M₁ (AFM₁) is a highly toxic compound which is stable during milk processing, and Storage. Hence, it may be found as contaminant in milk and dairy products with hazardous effects for human beings. In this regard, several studies have demonstrated the potential of process to remove Aflatoxin M₁ from dairy product. Therefore, the aims of this study were to assess the ability commercial kashk making to reduce Aflatoxin M₁ artificially contaminated milk using a natural process of kashk making.

Methods: In this study the commercial cheese from cow's milk (skim milk) which was contaminated artificially at a level of 0.25 micrograms per liter of aflatoxin M₁ was produced at three replications, and the effects of kashk making process on the AFM₁ contents were investigated. The HPLC method was used to determine the presence and levels of AFM₁.

Results: In the commercial kashk production in same concentration between initial milk and commercial kashk caused losses of AFM₁ about 91%. These losses were found to be statistically significant ($P < 0.052$) in same concentration between initial milk and commercial kashk.

Conclusion: The results of this work demonstrate that the processing of commercial kashk could help to reduce harmful effects of AFM₁ humans through consumption of contaminated milk or dairy products.

Key words: Milk, aflatoxinM₁, commercial Kashk, Residue