بررسی آلودگی به آفلاتوکسین M_1 در پنیر سفید ایرانی

ابراهیم رحیمی[a]*، محسن جعفریان دهکردی[b]، علی ایران پور[c]

[a] دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد

[b] استادیار گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد

[c] دانش آموخته رشته دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد

Archive of SID

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۷/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۲۳

چکیده

مقدمه: آفلاتوکسین M_1 یک عامل سرطانزای کبدی است که در شیر دام های تغذیه شده با خوراک آلوده به آفلاتوکسین B1 یافت می شود. این مطالعه با هدف تعیین حضور و میزان آفلاتوکسین M_1 در پنیر سفید ایرانی مصرف شده در شهرهای اصفهان و شهرکرد در ایران انجام شد.

مواد و روش ها: در مجموع ۷۰ نمونه پنیر به طور تصادفی ساده از خرده فروشی‌ها و سوپرمارکت های این دو شهر جمع‌آوری شد و حضور و سطوح آفلاتوکسین M_1 در آنها با استفاده از روش الایزا مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: آلودگی به آفلاتوکسین M_1 در ۴۵ نمونه از ۷۰ نمونه پنیر (۶۴/۳ درصد) بررسی شده در غلظتی ما بین ۴۴ تا ۷۱۹ نانوگرم در کیلوگرم مشاهده شد. میانگین سطح آفلاتوکسین در نمونه‌های آلوده ۲۱۸/۸ نانوگرم در کیلوگرم بود. غلظت آفلاتوکسین M_1 در ۱۰ نمونه (۱۴/۳ درصد) بیش از حداکثر حد تعیین شده (۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم) در کشورهای اروپایی بدست آمد. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد هیچ اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) مابین میانگین غلظت آفلاتوکسین M_1 در نمونه‌های پنیر بررسی شده در فصول بهار و تابستان نبوده است.

نتیجه گیری: وقوع بالای آفلاتوکسین M_1 در نمونه‌های پنیر سفید ایرانی ممکن است خطر بالقوه‌ای برای سلامت عمومی جامعه خصوصا کودکان باشد.

واژه های کلیدی: *آفلاتوکسین M_1، الایزا، پنیر سفید ایرانی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: ebrahimrahimi55@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه

قارچ‌های *Aspergillus flauvus*، *A. parasiticus* و *A. nomius* از مهم‌ترین گونه‌های مولد آفلاتوکسین‌های B_1، B_2، G_1 و G_2 در مواد غذایی و خوراک دام می‌باشند. آفلاتوکسین‌های M_1 و M_2 متابولیت های هیدروکسیله شده آفلاتوکسین-های B_1 و B_2 هستند که از شیر، صفرا و ادرار دام‌های تغذیه شده با خوراک آلوده به آفلاتوکسین B_1 و B_2 دفع می‌گردد (Cavaliere, 2006; Lopez *et al.*, 2001). از بین تمام آفلاتوکسین‌ها، آفلاتوکسین B_1 سمی‌ترین متابولیت و از طرف آژانس بین المللی تحقیق روی سرطان به عنوان ترکیبی سرطانزا در گروه A عوامل سرطانزا قرار گرفته است (International Agency for Research on Cancer, 1993). سمیت و خاصیت سرطانزایی آفلاتوکسین M_1 به مراتب کمتر از آفلاتوکسین B_1 است و در گروه B عوامل سرطانزا قرار می‌گیرد (International Agency for Research on Cancer, 1993).

ارتباط مستقیمی مابین حضور آفلاتوکسین M_1 در شیر و آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام وجود دارد، بین ۰/۳ تا ۶/۲ درصد از آفلاتوکسین B_1 خورده شده توسط دام به صورت آفلاتوکسین M_1 از طریق شیر دفع می شود (Creppy, 2002). اما این میزان از دامی به دام دیگر، روزی به روز دیگر، و از یک شیردوشی تا شیردوشی بعد متغیر است (Galvano *et al.*, 1996). آفلاتوکسین M_1 در شیر خام و فرآورده‌های شیری نسبتاً با ثبات است، بنابراین اگر شیر خام به آفلاتوکسین M_1 آلوده باشد پنیر تولید شده از این شیر همچنان حامل آفلاتوکسین M_1 باقی خواهد ماند (Galvano *et al.*, 1996; Lopez *et al.*, 2001) میزان حضور آفلاتوکسین M_1 در پنیر حدود ۴ برابر بیشتر از ماده اولیه آن یعنی شیر می باشد (Van Egmond, 1989). میزان توزیع آفلاتوکسین در پنیر، آب پنیر به عوامل زیادی از جمله درجه آلودگی شیر، کیفیت شیر و پروسه تولید پنیر بستگی دارد (Blanco *et al.*, 1988; Kamkar *et al.*, 2008).

با توجه به اهمیت شیر و فرآورده‌های شیری در تغذیه انسان خصوصاً نوزادان و کودکان و خطرات بالقوه آفلاتوکسین‌ها در مواد غذایی محدودیت‌هایی به وسیله بسیاری از کشورها در خصوص حضور آفلاتوکسین‌ها در خوراک دام و غذاهای انسان اعمال شده است. براساس استاندارد اتحادیه اروپا و کدکس حداکثر حد مجاز میزان آفلاتوکسین M_1 در شیر مایع ۵۰ نانوگرم در کیلوگرم تعیین شده است (Codex Alimentarius Commission, 2001; European Commission Regulations, 2006) و مطابق استاندارد FAO آمریکا سطح آفلاتوکسین M_1 در شیر مایع نبایستی بیش از ۵۰۰ نانوگرم در کیلوگرم باشد (Food and Agriculture Organization, 1997). حداکثر حد مجاز غلظت آفلاتوکسین M_1 در پنیر در بسیاری از کشورهای اروپائی ۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم یعنی ۴ برابر شیر در نظر گرفته شده است(European Commission Regulations, 2006). گزارشات فراوانی در خصوص بررسی حضور آفلاتوکسین M_1 در شیر و فرآورده‌های آن از بسیاری از کشورها از جمله ایران وجود دارد. در جدول ۱ خلاصه ای از وضعیت آلودگی پنیر به آفلاتوکسین M_1 در برخی از کشورها آورده شده است. با توجه به اهمیت فرآورده‌های لبنی در سبد غذایی خانواده‌های ایرانی، خطرات بالقوه حضور آفلاتوکسین M_1 در این فرآورده‌ها و عدم گزارش ثبت شده‌ای از وضعیت آلودگی پنیرهای مصرفی شهرستان‌های اصفهان و شهرکرد مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت آلودگی پنیر سفید ایرانی عرضه شده در بازار مصرفی این دو شهرستان به آفلاتوکسین M_1 با روش الایزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

- جمع‌آوری نمونه

در مجموع ۷۰ نمونه پنیر سفید ارائه شده به بازار مصرف شهرستان‌های اصفهان و شهرکرد طی فصول بهار و تابستان ۱۳۸۸ جمع‌آوری و از نظر حضور آفلاتوکسین M_1 با استفاده از روش الایزا مورد آزمایش قرار گرفتند. کیت الایزا مورد استفاده در این مطالعه از شرکت R-Biopharm) آلمان Ridascreen® R1101, R- Aflatoxin M_1, Art. No. Biopharm AG, Germany) تهیه گردید. براساس ادعای شرکت سازنده کیت حساسیت آن برابر با ۵ نانوگرم در لیتر می‌باشد. واکنش متقاطع با آفلاتوکسین M_1 در این تست ۱۰۰ درصد و هیچ واکنش متقاطعی با آفلاتوکسین B_1، B_2، G_1 و G_2 ندارد. میزان بازیافت

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- وضعیت آلودگی نمونه های پنیر به آفلاتوکسین M1 (نانوگرم در کیلوگرم) در کشور های مختلف

کشور	تعداد نمونه	درصد وقوع	محدوده آلودگی	منبع
آمریکا	۱۱۸	۰	۱۰۰-۱۰۰۰	Truckses & Page, 1986
آفریقا شمالی	۲۰	۷۵	۱۱۰-۵۲۰	Elgerbi, *et al*., 2004
اسپانیا	۳۵	۴۴	۲۰-۲۰۰	Barrios, *et al*., 1996
ایتالیا	۶	۸۳	۵۰-۴۰۰	Castelli & Riberzani., 1981
ایران	۸	۹۷/۵	۱۰۰۰۰-۲۵۰۰۰۰	Parvaneh, *et al*., 1982
	۸۰	۸۴	۱۷۷-۲۹۱۷	Kamkar, *et al*., 2006
برزیل	۳۶	۰	۰	Taniwaki & Van Dender., 1992
ترکیه	۶۳	۴۴	۷-۲۰۲	Sarimehmetoglu, *et al*., 2004
	۱۹۳	۸۲/۴	۵۲-۸۶۰	Ardic, *et al*., 2009
	۱۰۰	۸۲	۵۱-۸۰۰	Gurses, *et al*., 2004
ژاپن	۳۰۳	۱۴	۲۰۰-۱۲۰۰	Blanco, *et al*., 1988
یونان	۵۴	۰	۰	Kaniou-Grigoiadou, *et al*., 2005

آفلاتوکسین در این روش ۹۵ درصد (p.r.=٪۹۵) با ضریب خطای ۱۵ درصد (c.v.=٪۱۵) گزارش شده است.

- آماده‌سازی نمونه‌ها

دو گرم از هر نمونه پنیر به دقت وزن و به بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری حاوی ۴۰ میلی لیتر دی کلرومتان اضافه و برای مدت ۱۵ دقیقه به هم زده شد. در ادامه سوسپانسیون حاصله با استفاده از سرنگ‌های فیلتردار، فیلتر و ۱۰ میلی لیتر از عصاره حاصله در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تبخیر شد. باقی مانده در ترکیبی شامل ۰/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات (۰/۵۵ گرم $Na_2HPo_4H_2$، ۲/۸۵ گرم $Na_2HP_4 2H_2O$ و ۹ گرم $NaCl$ که با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد، pH=۷/۲) و ۱ میلی لیتر هپتان حل شد. ترکیبات به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه و حداکثر در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد و با دور ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و سپس فاز رویی (لایه هپتان) به طول کامل تخلیه شد. در پایان ۱۰۰ میکرولیتر از فاز زیری (لایه متانول) با ۴۰۰ میکرولیتر بافر فسفات رقیق شد.

- تعیین آفلاتوکسین M_1 با روش الایزا

۱۰۰ میکرولیتر از محلول‌های استاندارد (۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ قسمت در تریلیون) و نمونه‌های پنیر آماده-سازی شده به کمک سمپلر ۱۰ میکرولیتری به حفره‌های میکروپلیت اضافه شده و سپس به مدت ۱ ساعت به دور از نور و در درجه حرارت ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس مایع موجود در میکروپلیت خارج شده و با ضربه‌زدن ملایم به میکروپلیت و قرار دادن آن شکل وارونه بر روی کاغذهای جاذب الرطوبه مایع موجود در حفره‌ها به طور کامل تخلیه شد، سپس همه حفره‌ها با ۲۵۰ میکرولیتر بافر مخصوص شستشو، شسته شد (عمل شستشو دوبار تکرار گردید) و هر بار بعد از تخلیه مایع شستشو میکروپلیت به طور وارونه بر روی چند لایه دستمال کاغذی قرار می‌گرفت تا کاملاً باقیمانده آب شستشو خارج شود به این ترتیب موادی که بعد از این مدت در واکنش شرکت نکرده‌اند خارج شدند. سپس مقدار ۱۰۰ میکرولیتر محلول آفلاتوکسین کونژوگه شده با آنزیم به حفره‌ها اضافه شد و میکروپلیت به مدت یک ساعت دیگر در گرم خانه ۲۵-۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. بعد از این زمان مایع موجود در حفره‌ها به طول کامل تخلیه شد، سپس همه حفره‌ها با ۲۵۰ میکرولیتر بافر مخصوص شستشو، شسته شد (عمل شستشو دوبار تکرار گردید). سپس ۵۰ میکرولیتر سوبسترا و ۵۰ میکرولیتر کروموژن به هر حفره اضافه شد و میکروپلیت به مدت ۳۰ دقیقه در حرارت ۲۵-۲۰ درجه سانتی گراد در تاریکی گرم‌خانه‌گذاری شد. در نهایت برای توقف واکنش محلول قطع واکنش به مقدار ۱۰۰ میکرولیتر به حفره‌ها اضافه شد و میزان جذب هر نمونه با قرائت کننده الایزا (Stat Fax 2000, England) در طول موج ۴۵۰ نانومتر قرائت و اطلاعات مربوط به میزان جذب (OD) هر حفره به تفکیک ثبت شد. با کسر میزان جذب نمونه‌ها و استانداردها (۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ قسمت بر تریلیون) بر میزان جذب استاندارد صفر، ضرب در ۱۰۰، درصد جذب بدست آمد. بر اساس درصد جذب نمونه‌های استاندارد و میزان آفلاتوکسین M_1 موجود در نمونه‌ها استاندارد منحنی کالیبراسیون رسم شد و به دنبال آن براساس درصد جذب هر نمونه و انطباق با منحنی کالیبراسیون میزان آفلاتوکسین M_1 (ppt) هر نمونه به دست آمد.

Archive of SID
www.SID.ir

- تجزیه و تحلیل آماری

یافته‌های به دست آمده از آزمایش و اطلاعات جمع-آوری شده با نرم‌افزار SPSS/16 و آزمون‌های ضریب همبستگی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته ها

در مطالعه حاضر، آفلاتوکسین M_1 در پنیر سفید ایرانی که معمولی ترین نوع پنیر مصرف شده در ایران می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت. بر پایه نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر از بین ۷۰ نمونه پنیر مورد آزمایش ۴۵ نمونه (۶۴/۳ درصد) به آفلاتوکسین M_1 آلوده بودند. به‌طورکلی، میانگین غلظت آفلاتوکسین M_1 در نمونه‌های آلوده ۲۱۸/۸ نانوگرم در کیلوگرم و در محدوده بین ۴۴ تا ۷۱۹ نانوگرم در کیلوگرم مشاهده شد (جدول ۲). درصد آلودگی در نمونه پنیرهای جمع‌آوری شده در شهرستان‌های اصفهان و شهرکرد به ترتیب ۴۸/۶ و ۵۱/۴ بود و تفاوت آماری معنی‌داری ($P>0/05$) بین درصد آلودگی نمونه‌ها در دو شهرستان مورد مطالعه مشاهده نشد. همانطور که نتایج این مطالعه نشان داد بیش از ۴۰ درصد از نمونه‌های بررسی شده حاوی آفلاتوکسین M_1 بوده‌اند.

بحث

پنیر یکی از مهمترین منابع آفلاتوکسین در میان انواع محصولات لبنی محسوب می‌شود چرا که آفلاتوکسین M_1 همراه با کازئین شیر در پنیر تغلیظ می‌گردد (Galvano *et al.*, 1996; Tekinsen, & Tekinsen, 2005). مطالعات نشان می‌دهد غلظت آفلاتوکسین M_1 در حدود ۳ برابر در پنیرهای نرم و حدود ۵ برابر در پنیرهای سخت بیشتر از شیر می‌باشد (Prandini *et al.*, 2009).

نتایج نشان می‌دهد درصد زیادی از پنیرهای تولیدی از شیر تولیدی مزارع پرورش دامی بوده است که دام‌ها با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین‌ها و یا آلوده با اسپور گونه‌های آسپرژیلوس تغذیه شده‌اند (Ardic *et al.*, 2009). در مطالعات قبلی از ایران که بسیار محدود می‌باشند، مقایسه نتایج حاکی از آن است که درصد شیوع و میزان آلودگی پنیرهای سفید ایرانی به طور قابل توجهی طی ۲-۳ دهه اخیر کاهش یافته است. بر اساس این مطالعات در سال ۱۳۶۰ میزان آلودگی نمونه‌های پنیر سفید ایرانی، ۹۷/۵ درصد گزارش شده است و محدوده آلودگی بین ۱۰۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰۰ نانوگرم در کیلوگرم بوده است (Parvaneh *et al.*, 1982). در مطالعات مشابهی توسط توسط کامکار و همکاران در سال ۱۳۸۵، از میان ۸۰ نمونه پنیر صنعتی آزمایش شده حدود ۸۴ درصد آلوده به آفلاتوکسین M_1 و محدوده آلودگی در این نمونه‌ها مابین ۱۷۷ تا ۲۹۱۷ نانوگرم در کیلوگرم بوده است (Kamkar *et al.*, 2006).

مقایسه نتایج مطالعه حاضر با بسیاری از گزارشات ثبت شده در برخی کشورها از جمله آفریقای جنوبی (Elgerbi *et al.*, 2004)، اسپانیا (Barrios *et al.*, 1996)، ترکیه (Ardic *et al.*, 2009; Gurses *et al.*, 2004; Sarimehmetoglu *et al.*, 2004)، ایتالیا (Castelli & Riberzani, 1981) مشابه می‌باشد. هرچند که در حدود سطح آلودگی پنیرهای بررسی شده در مطالعه حاضر با مطالعات مشابهی از کشورهایی چون برزیل (Taniwaki & Van Dender, 1992)، فنلاند، دانمارک، فرانسه (Kokkonen *et al.*, 2005)، یونان (Kaniou-Grigoiadou *et al.*, 2005)، ژاپن (Tabata *et al.*, 1987) و آمریکا (Truckses & Page, 1986) به مراتب بالاتر بوده است. نتایج مطالعات مشابه از سایر کشورها در جدول ۱ خلاصه شده است.

معمولاً اختلافاتی که در ارائه نتایج توسط محققین کشورهای مختلف مشاهده می‌گردد می‌تواند دلایل متعددی داشته باشد که از جمله آنها می‌توان به نحوه ساخت انواع پنیر، میزان آلودگی شیرهای مورد استفاده برای تهیه پنیر، شرایط موجود در طی دوره رسیدن پنیر و روش مورد استفاده جهت آنالیز نمونه‌های پنیر اشاره نمود (Galvano *et al.*, 1996; Kamkar *et al.*, 2008; Sarimehmetoglu *et al.*, 2004). علاوه بر موارد ذکر شده میزان آفلاتوکسین M_1 شیر و فراورده‌های لبنی تولید شده در نقاط مختلف تحت تاثیر عواملی نظیر شرایط جغرافیایی و فصلی قرار می‌گیرد (Galvano *et al.*, 1996).

جدول ۲- وضعیت آلودگی نمونه های پنیر سفید ایرانی به آفلاتوکسین M_1 (نانوگرم در کیلوگرم)

تعداد نمونه	تعداد نمونه‌های آلوده	درصد وقوع	محدوده آلودگی	میانگین آلودگی	انحراف معیار	میانه
۷۰	۴۵	۶۴/۳	۷۱۹-۴۴	۲۱۸/۸	۱۷۱	۱۶۳

Archive of SID

www.SID.ir

حداکثر قابل قبول وجود آفلاتوکسین M_1 در شیر و محصولات لبنی در سراسر جهان بسته به شرایط و قوانین هر کشور تنظیم و اجرا می‌شود و این میزان ممکن است از کشوری به کشور دیگر متغیر باشد. از آنجائی که در حال حاضر استاندارد ملی در مورد حد مجاز آلودگی به آفلاتوکسین ها در پنیردر ایران وجود ندارند لذا در این بررسی شاخص آلودگی، استاندارد اتحادیه اروپا (۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم) منظور گردید که بر این اساس ۱۴/۳ درصد از نمونه‌های بررسی شده حامل بیش از ۲۵۰ نانوگرم در کیلوگرم آفلاتوکسین M_1 می باشد.

آلودگی نمونه‌ها در فصل بهار و تابستان به ترتیب ۶۷/۹ و ۶۱/۹ درصد و محدوده آلودگی۶۳۲-۵۴ و ۷۱۹-۴۴ نانوگرم در کیلوگرم بود. بررسی آماری تفاوت معنی‌داری ($P>0/05$) بین میانگین آفلاتوکسین M_1 در نمونه‌های پنیر جمع‌آوری شده در فصول بهار و تابستان نشان نداد. گزارشات و نتایج مطالعات متعدد در ایران و سایر کشورها نشان می‌دهد که میانگین سطح آفلاتوکسین M_1 در شیر در خلال فصول پائیز و زمستان بیشتر از فصول بهار و تابستان است(Kaniou-Grigoiadou *et al.*,*2005* Galvano *et al.*, 1996). از آنجائیکه مطالعه حاضر در فصل بهار و تابستان انجام شد، لذا احتمالاً درصد و سطح آفلاتوکسین M_1 در نمونه‌های پنیر تولید شده در طول فصل پائیز و زمستان بالاتر از میزان به دست آمده می‌باشد. از مهمترین علل پائین بودن سطح آفلاتوکسین M_1 در شیر و فرآورده‌های لبنی تولید شده در فصول بهار و تابستان تغذیه دام‌ها با علوفه تازه گزارش شده است (Galvano *et al.*, 1996; Hussain & Anwar, 2008).

نتیجه‌گیری

مصرف فرآورده‌های شیری که دارای آلودگی به آفلاتوکسین بالاتر از حد مجاز هستند می‌تواند بالقوه برای مصرف کنندگان خطرساز باشد لذا بایستی به فکر چاره و کنترل آلودگی شیر و فرآورده‌های آن بود. از جمله موثرترین و مهمترین راههای کنترل آلودگی شیر و فرآورده‌های آن، تولید شیر سالم، که یا فاقد آفلاتوکسین M_1 و یا میزان آفلاتوکسین M_1 آن پائین باشد، است. با عنایت به اینکه ظهور آفلاتوکسین M_1 از طریق مواد خوراکی توسط دام های تولید کننده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کنترل آلودگی مواد مصرفی دام‌های شیری و دادن غذای سالم و فاقد آلودگی، می‌تواند ما را در تولید شیرهای فاقد سم و یا شیرهایی که دارای حداقل آلودگی هستند یاری نماید. علاوه بر آن تلاشی در جهت هماهنگ کردن هر چه بیشتر مقررات مربوط به حدود مجاز آفلاتوکسین‌ها در مواد غذایی مورد مصرف انسان و دام، و تحقیق در مورد روش‌های سالم‌سازی خوراک دام و یا حذف سموم قارچی از آن لازم به نظر می‌رسد.

منابع

Ardic, M., Karakaya, Y., Atasever, M. & Adiguzel, G. (2009). Aflatoxin M_1 levels of Turkish white brined cheese. Food Control, 20, 196-199.

Barrios, M. J., Gualda, M. J., Cabanas, J. M., Medina, L. M. & Jordano, R. (1996). Occurrence of aflatoxin M_1 in Cheeses from the south of Spain. Journal of Food Protection, 59, 898-900.

Blanco, J. L., Domingues, L., Gomez-Lucia, E., Garayzabal, J. E. E., Goyache, J. & Suarez, G. (1988). Behavior of aflatoxin during the manufacture, ripening and storage of Manchego-type cheese. Journal of Food Science, 53, 1373-1376.

Cavaliere, C., Foglia, P., Pastorini, E., Samperi, R. & Lagana, A. (2006). Liquid chromatography/tandem mass spectrometric confirmatory method for determining aflatoxin M_1 in cow milk comparison between electrospray and atmospheric pressure photoionization sources. Journal of Chromatography A, 1101, 69-78.

Castelli, S. & Riberzani, A. (1981). Aflatoossina M_1 nel latte e derivate. Aspetti igienico-sanitari e problemi analitici. Att Society Italian Science of Veterinary, 35, 671-672.

Codex Alimentarius Commission. (2001). Comment submitted on the draft maximum level for aflatoxin M_1 in milk. In Codex committee on food additives and contaminants 33rd session. Hauge, The Netherlands.

Creppy, E. E. (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. Toxicology Letters, 127, 19-28.

Archive of SID

www.SID.ir

Elgerbi, A. M., Aidoo, K. E., Candish, A. A. & Tester, R. F. (2004). Occurrence of aflatoxin M_1 in randomly selected North African milk and cheese sample. Food Additives and Contaminants, 21, 592-597.

European Commission Regulations. (2006). No 1881/2006/EC of December, 12th setting maximum levels of certain contaminants in foods. Official Journal of European Communities L 364/5.

Food and Agriculture Organization. (1997). Worldwide regulations for mycotoxins, 1955. A compendium. FAO, Food and Nut. Paper 64, Rome.

Galvano, F., Galofaro, V. & Galovano, G. (1996). Occurrence and stability of aflatoxin M_1 in milk and dairy products, A worldwide review. Journal of Food Protection, 59, 1079-1090.

Gurses, M., Erdongan, A. & Cetin, B. (2004). Occurrence of aflatoxin M_1 in some cheese types sold in Erzurom, Turkey. Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 28, 527-530.

Hussain, I. & Anwar, J. (2008). A study on contamination of aflatoxin M_1 in raw milk in the Punjab province of Pakistan. Food Control, 19, 393-395.

International Agency for Research on Cancer. (1993). Some Naturally Occurring Substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 56, 245-395 (Lyon: IARC).

Kamkar, A., Jahed Khaniki, G., Bokaie, S. & Hosseiny, H. (2006). Aflatoxin M_1 and Iranian white cheese. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine University of Tehran, 61, 201-206.

Kamkar, A., Karim, G., Shojaee, Aliabadi, F. & Khaksar, R. (2008). Fate of aflatoxin M_1 in Iranian white cheese processing. Food and Chemical Toxicology, 46, 2236-2238.

Kaniou-Grigoiadou, I., Eleftheriadou, A., Mouratidou, T. & Katikou, P. (2005). Determination of aflatoxin M1 in ewe's milk samples and the produced curd and feta cheese. Food Control, 16, 257-261.

Kokkonen, M., Jestoi, M. & Rizzo, A. M. (2005). Determination of selected mycotoxins mould cheeses with liquid chromatography coupled to tandem with mass spectrometry. Food Additives and Contaminants, 22, 449-456.

Lopez, C., Ramos, L., Ramadan, S., Bulacio, L. & Perez, J. (2001). Distribution of aflatoxin M_1 in cheese obtained from milk artificially contaminated. International Journal of Food Microbiology, 64, 211-215.

Parvaneh, V., Shahin, M., Karim, G. & Kordi, J. (1982). Survey of whit cheese contamination to aflatoxin. Journal of Iranian Public Health, 10, 1-4.

Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M. & Piva, G. (2009). On the occurrence of aflatoxin M_1 in milk and dairy products. Food and Chemical Toxicology, 47, 984-991.

Sarimehmetoglu, B., Kuplulu, O. & Celik, T. H. (2004). Detection of aflatoxin M_1 in cheese samples by ELISA. Food Control, 15, 45-49.

Tabata, S., Kamimuro, H., Tamura, Y., Yasuda, K., Oshiyama, H., Hashimoto, H., Nishisima, M. & Nishisima, T. (1987). Aflatoxin contamination in foods and foodstuff. Journal of Food Hygiene and Society Japanese, 28, 395-401.

Taniwaki, M. H. & Van Dender, A. G. F. (1992). Occurrence of toxigenic molds in Brazilian cheese. Journal of Food Protection, 55, 187-191.

Tekinsen, K. K., & Tekinsen, O. C. (2005). Afatoxin M_1 in white pickle and Van otlu (herb) cheeses consumed in southeastern Turkey. Food Control, 16, 565-568.

Truckses, M. V. & Page, S. W. (1986). Examination of imported cheeses for aflatoxin M_1. Journal of Food Protection, 49, 632-633.

Van Egmond, H. P. (1989). Introduction. In: Van Egmond, H.P. (ed.), Mycotoxins in Dairy Products. Elsevier Applied Science, London, pp. 1-9.

Archive of SID

www.SID.ir

Food Technology & Nutrition / Fall 2011 / Vol. 8 / No. 4

A Survey of Aflatoxin M_1 Contamination in Iranian White Cheese

E. Rahimi [a]*, M. Jafarian Dehkordi [b], A. Iranpoor[c]

[a] Associate Professor of the Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Sharekord Branch, Islamic Azad University, Sharekord, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Sharekord Branch, Islamic Azad University, Sharekord, Iran.

[c] Graduated of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Sharekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

Archive of SID

Received: 5 October 2009 Accepted: 13 January 2010

Abstract

Introduction: Aflatoxin M_1 (AFM_1) is a hepatocarcinogen found in milk of animals that have consumed feeds contaminated with aflatoxin B_1 (AFB_1). This study was undertaken to determine the presence and levels of aflatoxin M_1 (AFM_1) in Iranian white cheese consumed in Isfahan and Shahr-e Kord, Iran.

Materials and Methods: A total of 70 cheese samples were randomly obtained from retail outlets. Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA) technique was used to determine the presence and the level of AFM_1.

Results: In 45 of the 70 cheese samples examined (64.3%), the presence of AFM_1 was detected in concentrations between 44ng/kg and 719ng/kg. The mean level of AFM_1 of positive samples was 218.8 ng/kg. AFM_1 in 10 samples (14.3%) were higher than the maximum tolerance limit (250 ng/kg) accepted by the European countries. Statistical analysis showed that there were no significant differences ($p>0.05$) between the mean concentrations of AFM_1 in cheese samples produced in spring and summer.

Conclusion: It was concluded that widespread occurrence of AFM_1 in Iranian white cheese samples were considered to be possible hazards for public health especially children.

Keywords: *Aflatoxin M_1, ELISA, Iranian White Cheese.*

* Corresponding Author: ebrahimrahimi55@yahoo.com

علوم غذایی و تغذیه / پاییز ۱۳۹۰ / سال هشتم / شماره ۴

www.SID.ir