Archive of SID

بررسی میزان آفلاتوکسین در پسته، بادام، فندق و گردو در شهر اصفهان

زهرا شاکری[۱]، ابراهیم رحیمی[۲*]، امیر شاکریان[۲]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۲. استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران؛ مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: ebrahimrahimi55@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۵/۸/۲ پذیرش نهایی:۹۸/۵/۱۲)

چکیده

آفلاتوکسین‌ها، گروهی از متابولیت‌های ثانویه سرطان‌زا هستند که به‌وسیله برخی از گونه‌های کپک آسپرژیلوس تولید می‌شوند. این مطالعه با هدف تعیین وضعیت آلودگی مغزها به آفلاتوکسین‌ها انجام شد. در مجموع ۸۰ نمونه مغزها شامل پسته (۲۰)، بادام (۲۰)، فندق (۲۰) و گردو (۲۰) عرضه شده در شهرستان اصفهان در سال ۱۳۹۵ از نظر حضور آفلاتوکسین‌های B و G به‌وسیله روش HPLC آنالیز شدند. بر پایه نتایج مطالعه حاضر به‌ترتیب ۲/۵ ، ۵/۵ ، ۵/۷ ، ۷/۲ و ۱۰ درصد از نمونه‌ها به آفلاتوکسین‌های B1, B2, G1, G2 و Total آلوده بودند. میانگین غلظت آفلاتوکسین در نمونه‌ها به‌ترتیب ۸/۳۲، ۵/۶۳۵ ، ۳/۰۶۷ ، ۱/۷۰۵و۱۰/۳۷۵ میکروگرم در گرم بود. غلظت آفلاتوکسین B1 در ٦٦/٦٧ درصد نمونه‌ها و غلظت آفلاتوکسین کل در ۳۷/۵ درصد از نمونه‌های مثبت بالاتر ازحد مجاز استاندارد ملی ایران (۵ ppb) بود. درصد آلودگی نمونه‌های پسته به آفلاتوکسین‌ها به‌طور معناداری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از سایر مغزها (بادام، فندوق و گردو) بود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد وضعیت آلودگی مغزها خصوصاً پسته به آفلاتوکسین‌ها مطلوب نبوده و می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را به مخاطره اندازد.

واژه‌های کلیدی: پسته، بادام، فندوق، گردو، آفلاتوکسین، HPLC

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه محصـولات گیاهی، انواع آجیل‌ها و مغزها در زمره غذاهای سـالم قرار دارند و تقاضـای بالایی برای مصرف آن‌ها وجود دارد. زیرا با وجود حجم کم، حاوی پروتئین بـالـا، چربی مفید، مواد معدنی و ریز مغذی‌های فراوان می‌باشـند (Georgiadou *et al.*,2012) از طرفی آلودگی این محصـولات با آفلاتوکسـین‌ها و سایر سموم باعث بروز نگرانی اسـاسـی برای سـلامت انسـان شـده اسـت. آفلاتوکسـین‌ها یک گروه از متابولیت‌های ثانویه هسـتند که توسـط *آسـپرژیلوس فلاووس*، *آسـپرژیلوس پارازیتیکوس* و *آسـپرژیلوس نومیوس* تولید می‌شـوند. سـموم قـارچی بـه‌دنبـال رشـد این کپـک‌ها بر روی محصـولـات مختلف از جمله مغزها، دانه کتان، ذرت، ادویه‌جات و غلات (درصـورت مناسـب بودن شـرایط) تـولیـد خواهنـد شـد (EI tawila *et al.*, 1992; Cheraghali *et al.*, 2007; Feizy *et al.*, 2010). عوامل زیادی در میزان رشـد قارچ‌ها بر روی مغزها و به‌دنبال آن، تولید آفلاتوکسـین نقش دارند که می‌توان به درصـد مواد مغذی در محصول، رطوبت و دمای محل نگه‌داری، زمان برداشـت و وجود یا عدم وجود پوسـته بر روی محصول اشاره نمود (Cheraghali Feizy *et al.*, 2010; *et al.*, 2007; El tawila *et al.*, 1992).

آفلاتوکسـین B1 از نظر آژانس بین‌المللی تحقیقات سـرطان (IARC) در گروه اول مواد سـرطان‌زا قرار دارد و بر اسـاس مطالعات انجام شـده باعث هپاتیت حاد و سـرطان کبد می‌شـود (EI Tawila *et al.*, 1992; Li *et al*, 2001; Park *et al.*, 2004). اگـرچـه انـواع آفلاتوکسـین G_1 ، G_2 و B_2 هنوز در گروه اصـلی مواد سـرطان‌زا قرار ندارند اما از پتانسـیل مسـمومیت غذایی بالایی برخوردارند (EI tawila *et al.*, 1992). کمیسیون اروپـا در سـال ۱۹۹۸ محدوده خطرزا را به‌ترتیب برای آفلاتوکسـین کل و آفلاتوکسـین B_1 در انواع غلات و مـغـزهـا ٤ و۲ مـیـکـروگرم بر کیلوگرم بیـان نمود. سـازمـان JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) پتانسیل سرطان‌زایی آفلاتوکسـین و ارتباط آن با دریافت این متابولیت را تخمین می‌زنـد. بر پـایه گزارشـات این سـازمان در کشـورهـای اروپـایی سـطح آلودگی مواد غذایی به آفلاتوکسـین پایین اسـت و حدود ۱ درصـد مردم به هپاتیت B مبتلا می‌شـوند و در هر ۱۰۰ هزار نفر، ٤۱ مورد سرطان دیده می‌شود. حال اگر استاندارد از ۵ ppb به ۱۰ ppb افزایش یابد، به ۳۹ مورد سرطان در هر ۱۰۰ هزار نفر افزایش می‌یابد (Arino *et al.*, 2009). مقاومت بـه حرارت وحلالیت در محیط‌های قطبی، باعث شـده حذف کامل آفلاتوکسـین‌ها از مواد غذایی مشـکل باشد ولی تلاش‌های زیادی برای سـم‌زدایی آفلاتوکسـین به روش‌های بیولوژیکی، شـیمیایی و فیزیکی انجام گرفته اسـت (Arrus *et al.*, 2005). از جملـه این روش‌هـا می‌توان به اسـتفاده از حرارت بسـیار بالا، اشـعه دهی، ترکیبات فنلی و اسـتخراج سـم با استفاده از حلال اشاره کرد (Arrus *et al.*, 2005). لذا مهم‌ترین راه پیشگیری از مسـمومیت با آفلاتوکسـین‌ها جلوگیری از رشـد قارچ و تولید مایکو توکسـین‌ها در سـطح محصـولات می‌باشد. ارزش تجاری و تغذیه‌ای بالای مغزها و از طرفی سمیت بالای آفلاتوکسین‌ها باعث شد، مطالعات زیادی در جهان به خصـوص ردیابی و پایش این سـموم در مواد غذایی انجـام پـذیرد، بـا این وجود مطـالعـات محـدودی در خصـوص بررسـی آلودگی مغزها مختلف در ایران (به

www.SID.ir

Archive of SID

استثناء پسته) انجام شده است، لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین غلظت آفلاتوکسین‌های مختلف در پسته، بادام، فندق، گردو به‌روش HPLC انجام شد.

مواد و روش‌ها

- روش نمونه‌گیری

به‌منظور تعیین غلظت آفلاتوکسین در مغزها، تعداد ۸۰ نمونه در سال ۱۳۹۵ از انواع مغزها شامل پسته (۲۰)، بادام (۲۰)، گردو (۲۰) و فندوق (۲۰) به‌صورت تصادفی ساده از مراکز تهیه و توزیع این مغزها در شهرستان اصفهان نمونه‌گیری شد. در هر مرحله نمونه‌گیری از هر محصول، نیم کیلوگرم اخذ شد.

- تعیین مقدار آفلاتوکسین در نمونه‌ها

نمونه‌ها آسیاب شدند و ۲ گرم نمونه آسیاب شده با ٦ گرم آب مقطر مخلوط شده، سپس به آن ۱ گرم از Nacl، ٢٤ میلی‌لیتر MeOH ۱۰۰ درصد و ۱۵ میلی‌لیتر n–هگزان نرمال (Merk, Germany) ۱۰۰ درصد اضافه کرده و به‌مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شد. در ادامه با کاغذ صافی معمولی آن را صاف کرده تا n– هگزان از آن جدا شود. به ۹ میلی‌لیتر از محلول فیلتر شده، ٤١ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات (PBS) اضافه و به‌شدت تکان داده شد. سوسپانسیون حاصله از کاغذ صافی GFF عبور داده شد. ۵۰ میلی لیتر از عصاره رقیق شده از ستون ایمونوافینیتی با سرعت یک قطره در ثانیه عبور داده شد. (فاز متحرک عبارت بود از استونیتریل: متانول: آب با نسبت ٥٤:٢٩:١٧) سپس ستون با ۱۵ میلی‌لیتر PBS شستشو شد. ستون با عبور فشار ملایم هوا به‌مدت ۱۵–۱۰ ثانیه خشک و ۵۰۰ میکرولیتر MeOH-HPLC به ستون اضافه و در ویالی جمع‌آوری شد. پس از ۱ دقیقه توقف مجدداً ۷۵۰ میکرولیتر MeOH- HPLC به ستون اضافه و در ویالی جمع‌آوری شده این عمل برای بار سوم تکرار شد و نهایتاً محلول جمع‌آوری شده با ورتکس مخلوط شد. در صورت وجود کدورت با صافی ۰/٤٥ میکرومتر صاف شد. ۳۰۰ میکرو لیتر از محلول حاصل به دستگاه HPLC تزریق شد و مقدار آفلاتوکسین با دتکتور فلورسانس با مشخصات، em=435 λ ،Gain=1000،λex= 365 attn=16 تعیین گردید. تعیین مقدار از طریق مقایسه سطح زیر منحنی نمونه‌ها و استانداردها با احتساب ضریب رقت ٥٤ صورت پذیرفت (Feizy *et al*., 2010).

- تعیین درصد ریکاوری

جهت تعیین درصد ریکاوری، ۲۰۰ میکرولیتر از نمونه‌های استاندارد آفلاتوکسین B_1 و G_1 با غلظت ppm ۵ و نمونه‌های استاندارد آفلاتوکسین B_2 و G_2 با غلظت ۱ppm به دستگاه HPLC تزریق شد، که نتایج حاصل از آن در جدول (۱) آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(۱)- مطالعه درصد بازیافت نمونه‌های آلوده شده به آفلاتوکسین G_2,G_1,B_2,B_1

آفلاتوکسین	غلظت آفلاتوکسین اضافه شده به نمونه (ppb)	درصد ریکاوری
B1	۵	۱۱۲/۵
B2	۱	۱۰۶/۹
G1	۵	۱۱۴/۸
G2	۱	۱۰۹/۳
total	۱۲	۱۱۲/۷

- تعیین صحت دستگاه HPLC

در جدول (۲) شاخص‌های LOD و LOQ برای آفلاتوکسین‌های B1, B2, G1, G2 توسط دستگاه HPLC تعیین شد و معادله خط و ضریب رگرسیون مربوط به استانداردهای آفلاتوکسین‌ها مشخص شد.

جدول (۲)- صحت آزمون جهت آفلاتوکسین‌های موجود در نمونه ها به‌وسیله دستگاه HPLC

آفلاتوکسین	LOD	LOQ	معادله خط	R^2
B1	۰/۰۲۰	۰/۳۶۰	y = 3E+07x-18092	۰/۹۹۹
B2	۰/۰۰۴	۰/۰۷۲	y = 3E+07x-1848	۰/۹۹۸
G1	۰/۰۲۰	۰/۳۶۰	y = 1E+07x-49473	۰/۹۹۸
G2	۰/۰۰۴	۰/۰۷۲	y = 2E+07x-9853	۰/۹۹۶

LOD = 3.3 sxy/slop And LOQ = 10 sxy/slop

- تجزیه وتحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (V18) و آزمون‌های آماری ANOVA (تحلیل واریانس یک‌طرفه) و توکی تحلیل شدند.

یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر به‌طور خلاصه در جداول (۳) تا (۵) آورده شده است.

جدول(۳)- نتایج میزان غلظت آفلاتوکسین B1 در نمونه‌های پسته، بادام، فندق و گردو

نمونه آلوده	تعداد	تعداد (درصد) نمونه‌های آلوده	میانه	میانگین	انحراف معیار	محدوده آلودگی	تعداد نمونه های بالاتر از حد استاندارد (5 ppb)
پسته	۲۰	۳ (۱۵)	۷/۹۳	۷/۳۴	٦/۷۷٤	(۰/۲۹-۱۳/۸۰)	۲
بادام	۲۰	۱ (۵)	۳/٤۳	۳/٤۳	۰	۳/٤۳	۰
فندق	۲۰	- (۰)	-	-	-	-	-
گردو	۲۰	۲ (۱۰)	۱۲/۲۳۵	۱۲/۲۳۵	۱۰/۰٦۲	(۵/۱۲-۱۹/۳۵)	۲
مجموع	۸۰	٦ (۷/۵)	٦/۵۲۵	۸/۳۲	۷/۰۷۷	(۰/۲۹-۱۹/۳۵)	٤

همان‌طور که نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد نمونه‌های پسته از نظر وجود آفلاتوکسین B_1 بیشترین فراوانی را داشته است (۱۵درصد). درصورتی‌که هیچ یک از نمونه‌های فندق آلوده به آفلاتوکسین B_1 نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(٤)- نتایج میزان غلظت آفلاتوکسین B2 در نمونه های پسته، بادام، فندق و گردو

نمونه	تعداد	تعداد (درصد) نمونه‌های آلوده	میانه (ppb)	میانگین (ppb)	انحراف معیار	محدوده آلودگی (ppb)
پسته	۲۰	۱ (۵)	٤/۱۹	٤/۱۹	۰	(٤/۱۹)
بادام	۲۰	– (۰)	–	–	–	–
فندق	۲۰	– (۰)	–	–	–	–
گردو	۲۰	۱ (۵)	۷/۰۸	۷/۰۸	۰	(۷/۰۸)
مجموع	۸۰	۲ (۲/۵)	٥/٦۳٥	٥/٦۳٥	۱/۰۸٤	(٤/۱۹–۷/۰۸)

همان‌طور که نتایج جدول (٤) نشان می‌دهد نمونه‌های پسته و گردو از نظر وجود آفلاتوکسین B_2 بیشترین فراوانی را دارا بودند (۵ درصد) وهیچ یک از نمونه‌های فندق و بادام آلوده به آفلاتوکسین B_2 نبودند.

جدول (۵)- نتایج میزان غلظت آفلاتوکسینG_1 در نمونه‌های پسته، بادام، فندق و گردو

نمونه	تعداد	تعداد (درصد) نمونه‌های آلوده	میانه (ppb)	میانگین (ppb)	انحراف معیار	محدوده آلودگی (ppb)
پسته	۲۰	۳ (۱۵)	۳/۸۱	۳/۹۹۷	۰/۹٤۳	(۲/۳٦)
بادام	۲۰	۱ (۵)	۲/۳٦	۲/۳٦	۰	(۰/۱۷)
فندق	۲۰	۱ (۵)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰	(۳/۸۸)
گردو	۲۰	۱ (۵)	۳/۸۸	۳/۸۸	۰	
مجموع	۸۰	٦ (۷/۵)	۳/۰۸٥	۳/۰٦۷	۲/۹٤۱	(۰/۱٥–۸/۰۳)

با توجه به جدول (۵) در همه انواع نمونه‌های مورد بررسی اعم از پسته، بادام، فندق وگردو این توکسین مشاهده شد و پسته از نظر وجود آفلاتوکسین دارای بیشترین میزان آلودگی (۳ درصد)، با غلظت ۸/۰۳ بود.

جدول (٦)- نتایج میزان غلظت آفلاتوکسین G_2 در نمونه های پسته، بادام، فندق و گردو

نمونه	تعداد	تعداد (درصد) نمونه‌های آلوده	میانه (ppb)	میانگین (ppb)	انحراف معیار	محدوده آلودگی (ppb)
پسته	۲۰	۱ (۵)	۰/۸۳	۰/۸۳	۰	(۰/۸۳)
بادام	۲۰	– (۰)	–	–	–	–
فندق	۲۰	– (۰)	–	–	–	–
گردو	۲۰	۱ (۵)	۲/۵۸	۲/۵۸	۰	(۲/۵۸)
مجموع	۸۰	۲ (۲/۵)	۱/۷۰٥	۱/۷۰٥	۱/۸۰۷	(۰/۸۳–۲/۵۸)

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج جدول (٦) با بیش‌ترین آلودگی آفلاتوکسین G_2 مربوط به نمونه گردو با ۲/۵۸ و کم‌ترین آلودگی مربوط به نمونه پسته با ppb ۰/۸۳ بود.

جدول(۷)- نتایج میزان غلظت آفلاتوکسین کل در نمونه های پسته، بادام، فندق و گردو

نمونه	تعداد	تعداد (درصد) نمونه‌های آلوده	میانه (ppb)	میانگین (ppb)	انحراف معیار	محدوده آلودگی (ppb)
پسته	۲۰	٤ (۲۰)	۱۱/۰٦	۰/۷۵۷	(۰/۱۵-۱٦/۷٦)	۱
بادام	۲۰	۱ (۵)	۵/۷۹	۵/۷۹	(۵/۷۹)	۰
فندق	۲۰	۱ (۵)	۰/۱۷	۰/۱۷	(۰/۱۷)	۰
گردو	۲۰	۲ (۱۰)	۱۹/۰۱	۱۹/۰۰۵	(۱۸/٦٦-۱۹/۳۵)	۲
مجموع	۸۰	۸ (۱۰)	۱۱/۰٦	۱۰/۳۷۸	(۰/۱۵-۱۹/۳۵)	۳

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که در همه انواع نمونه‌های مورد بررسی آفلاتوکسین کل مثبت بودند. نمونه پسته از نظر وجود آفلاتوکسین کل دارای بیشترین میزان آلودگی و نمونه‌های بادام و فندق با ۵ درصد کمترین میزان آلودگی به آفلاتوکسین کل را نشان دادند. طبق استاندارد ملی ایران، بیشینه آفلاتوکسین کل مورد پذیرش ppb ۱۵ می‌باشد. از بین نمونه های مورد بررسی از ۸ نمونه آلوده، ۳ نمونه بالاتراز محدوده استاندارد ایران بود. با توجه به آزمون ANOVA اختلاف آماری معناداری ($P<۰/۰۵$) بین میانگین آلودگی انواع مغزها به آفلاتوکسین کل وجود نداشت (ISIRI, 5925).

بحث و نتیجه گیری

بدون شک معضل اصلی و مهم کشور در عرصه صادرات مغزی جات به خصوص پسته، آلودگی این محصول به قارچ آسپرژیلوس فلاووس و سم حاصل از آن می‌باشد (Kenneth *et al.*, 2007). آلودگی پسته به آفلاتوکسین می تواند این منبع درآمد ارزی را تهدید نموده و ما را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. در مطالعه‌ای مشخص گردید که حضور آفلاتوکسین در پسته اثر منفی بر قیمت این محصول در بازار داشته است (Abdolahi-Ezzatabadi, 2011). اگرچه در سال های گذشته تا به حال مطالعات فراوانی در خصوص ارزیابی حضور آفلاتوکسین در مواد غذایی در ایران انجام شده است، اما این مطالعات عمدتاً بر روی پسته جهت ارزیابی آفلاتوکسین B_1 بوده است و بر روی سایر مغزی‌جات از جمله گردو، بادام وفندق مطالعات محدود است. در این مطالعه ۸۰ نمونه مغزی جات شامل پسته، فندق، بادام و گردو از نظر حضور آفلاتوکسین‌های B_2, G_1, G_2 و B_1 به روش HPLC مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج بدست آمده حاکی از این بود که در بین تمام مغزی‌جات، مغز پسته با وجود ٤ نمونه آلوده، دارای بیشترین آلودگی آفلاتوکسین بود که احتمالاً به‌دلیل شکل دهان باز بودن یا بسته بودن پسته و شرایط نگه‌داری و انبارمانی آن می باشد. در مجموع غلظت آفلاتوکسین B_1 در ٤ نمونه (۵ درصد) از ۸۰ نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

مغزی‌جات آزمایش شـده بالاتر از حد مجاز اسـتاندارد ملی ایران (۵ ppb) بود و از نظر وجود آفلاتوکسـین کل، ۳/۷۵ درصـد آلودگی بالاتر از حد مجاز اسـتاندارد ملی ایران (۱۵ ppb) بود. محدود آلودگی در بین مغزی‌جات از ۰/۱۵ ppb تا ۱۹/۳۵ ppb متغیر بود. به‌طور مشـابهی مطالعات نشـان می‌دهد از بین مغزی‌جات، مغز پسـته دارای بالاترین خطر آلودگی به آفلاتوکسـین را دارد (Pittet, 1998). هم‌چنین مطـالعـه‌ای بر روی از ۳۳۵۶ نمونه پسته انجام شـد، نتایج نشـان داد ۱۱/۸ درصد از نمونه ها دارای سـطح آفلاتوکسـین بالاتر از حد مجاز اسـتاندارد ملی ایران بودند (Cheraghali *et al*., 2007). در پژوهشـی، اندازه گیری مقادیر آفلاتوکسـین در ۱۰۰ نمونه مغزی‌جات و میوه‌جات خشـک شـده در مراکش نشـان داد که از بین نمونه های مورد مطالعه، یک نمونه گردو با ۲۵۰۰ ppb و یک نمونه پسـته با ۱۴۳۰ppb دارای بالاترین آلودگی بودند و به‌ترتیب ۵ درصـد و ۲۰ درصـد نمونه‌های پسته و گردو دارای میزان آفلاتوکسین بالاتراز اسـتاندارد اروپا بودند (Juan *et al*., 2008). بررسـی ۸۵ نمونه مغزی‌جات (بادام‌زمینی، گردو، بادام، پسـته و مغز آفتابگردان) در کشـور کره‌جنوبی نشان داد، میزان آفلاتوکسین در نمونه‌ها از ۰/۰۸ تا ۱/۲۵ میکروگرم بر کیلوگرم متغیر بوده است. در این نمونه‌ها آفلاتوکسین B_2 دارای بیش‌ترین مقدار و آفلاتوکسـین G_1 دارای کم‌ترین مقدار بود (Chun *et al*., 2007).

در مطالعه‌ای در تانزانیا دریافتند که ۵۲/۵ درصـد ازنمونـه‌های پسـته مورد بررسـی در کشـور دارای آفلاتوکسـین در حدود ۲۱/۵ ppb می باشـد (Ghali *et al*., 2009). مطالعه‌ای در مالزی نیز ۱۹۶ نمونه مغزی‌جات را مورد بررسـی قرار دادند. محدوده‌ی آلودگی از ppb ۱۶/۶ تـا ۷۱۱ مـتغیر بود (Leong *et al*., 2010). در مطـالعـه‌ای بـا جمع آوری ۱۸۰ نمونـه از مغزی‌جات ومیوه‌جات خشـک شـامل گردو، بادام، پسـته، زردآلو خشـک، انجیر خشـک، کشمش، بادام زمینی و فندق به تعیین آفلاتوکسین با استفاده از روش HPLC در پاکستان پرداختند. در این نمونه‌ها، یک نمونه بادام زمینی با ۱۴/۵ میکروگرم بر کیلوگرم و یک نمونه پسته با ۱۴ میکروگرم بر کیلوگرم دارای بیش‌ترین آلودگی بودند و در کل از بین ۱۰ نمونه گردو بررسـی شـده، ۷ نمونه آلوده بودند (Luttfullah and Hussain, 2011). در مطالعه‌ای در ایران ۱۴۲ نمونـه مغزی‌جـات (پسـتـه، گردو وفنـدق) را جمع‌آوری کرده و با روش HPLC و ELISA میزان آفلاتوکسین موجود در آن‌ها را ارزیابی کردند که فقط در ۱۳ نمونه پسـته، آلودگی بیشـتر از حد مجاز اسـتاندارد ایران بود (Shadbad *et al*., 2012). در مطالعه‌ای دیگر در ایران حدود ۸۲۰۳ نمونه مغز پسته را بررسی کرده و به این نتیجه رسـیدند که میانگین آفلاتوکسـین موجود، ۲/۱۸ ppb می باشـد (Dini *et al*., 2009-2011). نتایج مطـالعـات حـاضـر حـاکی از آن اسـت کـه غلظـت آفلاتوکسـین‌ها و مغزی‌جات نسبت به مطالعات قبلی در وضـعیت بهتری قرار دارد. بررسـی تأثیر دما، رطوبت محیط و رطوبت محصول در تولید آفلاتوکسین حاکی از آن اسـت کـه نمونه‌هایی که در دمای ۳۰-۲۵ درجه سـلسـیوس و رطوبت ۹۷ درصد انبارداری شده بوده‌اند، دارای بیش‌ترین آفلـاتوکسـین کل بودند و در پایان دریـافتند که با افزایش دما، رطوبت محیط و رطوبت محصـول، تولید آفلاتوکسـین افزایش خواهد یافت (Arrus *et al*., 2005). نتیجه مطالعه مشـابهی در کشـور پرتغال، بر روی مایکوتوکسـین‌های بادام و شـاه بلوط

www.SID.ir

Archive of SID

نشـان داد که شـرایط کاشـت، برداشـت و انبارداری نامناسـب باعث آلودگی سـریع این محصـولات به آفلاتوکسـین می‌شـود (Rodrigues *et al*., 2012). در همین سـال، در مطالعه‌ای دیگر، درختان پسـته را در زمان رسـیدن، برداشـت، خشـک کردن و انبار داری بررسـی کردنـد و دریـافتنـد که بیشـترین آلودگی مربوط به نمونه‌هایی بوده اسـت که در زمان برداشت قرار داشتند، (Georgadou *et al*., 2012).

بـا توجـه بـه نتـایج مطـالعه حاضـرمی توان به این جمع‌بنـدی رسـیـد که وضـعیت آلودگی مغزی‌جات خصـوصاً پسته به آفلاتوکسین‌ها در مطالعه حاضر از نظر بهداشـت و ایمنی مواد غذایی مطلوب نبوده و می‌تواند سـلامت مصـرف‌کننده را به مخاطره اندازد. لذا با اجرای برنـامه‌های پیشـگیری از آلودگی به آفلاتوکسـین مثل اسـتفـاده از آفـت‌کش‌های مورد نیاز، زمان برداشـت مناسـب، برداشـت مکانیزه محصـول، خشـک کردن محصـولات طی شـرایط بهداشـتی و رعایت شـرایط انبـارداری (دمـا و رطوبـت) و حمـل و نقـل آلودگی مغزی‌جات به خصـوص پسـته به آفلاتوکسـین کاهش چشـم‌گیری خواهد داشـت. بنابراین لازم اسـت برای بازارپسـندی بهتر مغزی‌جات در ایران و صـادرات آن‌ها استانداردهایی بین‌المللی به‌خوبی رعایت شود.

تعارض منافع

نویسـنـدگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- Abdolahi-Ezzatabadi, M. (2011). Pistachio market, price, Quality, Hedonic pricing. Agricultural Economic Research, 3(3): 157-172. [In Persian]
- Arino, A., Herrera, M., Estopanan, G., Rota, M.C. and etc. (2009). Aflatoxins in bulk and pre-packed pistachios sold in spain and effect of roasting. Food Control, 20(7): 811-814.
- Arrus, K., Blank, G., Abramson, d., Clear, R. and Holley, R.A,(2005). Aflatoxin production by Aspergillus flavus in Brazil nuts. Journal of Stored Products Resarch, 41(15): 513-527.
- Cheraghali, A.M., Yazdanpanah, H., Doraki, N.and etc. (2007). Incidence of aflatoxins in Iran pistachio nuts. Food and Chemical Toxicology, 45(12): 812-816.
- Chun, H.S., Kim, H.J., OK, H.E., Hwang, J.B. and Chung, D.H. (2007). Determination of aflatoxin levels in nuts and their products consumed in South Korea. Food Chemistry, 102(1): 385-391.
- Dini, A., Khazaeli, P., Roohbakhsh, A., Madadlou, A., Pourenamdari, M. and etc. (2009-2011). Aflatoxin contamination level in iran's pistachio nuts during years. Food Control, 30(5): 540-544.
- El tawila, M.M., Soliman, A.A., Mashali, R. and Mashaal, N. (1992). Aflatoxins and hepatocellular carcinoma (study of fort Egyptian patients). The Bulletin of the High Institute of Pablic Health, XXII, 29(1): 121-124.
- Feizy, J., Beheshti, H.R., Fahim, N.K., Janati, S.F. and Davari, G. (2010). Survey of aflatoxins in rice from Iran using immunoaffinity column clean-up and HPLC with fluorescence detection. Food Additives and Contaminants, 3(4): 263-267.
- Georgiadou, M., Dimou, A. and Yanniotis, S. (2012). Aflatoxin contamination in pistachio nuts: A farm to storage study. Food Control, 26(3): 580-586.

www.SID.ir

Archive of SID

- Ghali, R., Belouaer, I., Hdiri, S., Ghorbel, H., Maaroufi, K. and Hedilli, A. (2009). Simultaneous HPLC determination of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in Tunisiam sorghum and pistachios. Journal of Food Composition and Analysis, 22(5): 751-755.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2002). Food and feed Mycotoxins-Maximum tolerated levels.5925, 1st Edition. 1-58.
- Juan, C., Zinedine, A., Molto, J.C., Idrissi, L. and Manes, J. (2008). Aflatoxins levels in dried fruits and nuts from Rabat-Salé area, Morocco, Food control, 19(2):849-853.
- Kenneth, C.E., Kerri, K., Beverly, G.M., Peter, J.C. (2007). Aflatoxin-producing Aspergillus species from Thailand. Journal of Food microbiology, 114(5): 153-159.
- Leong, Y. H., Ismail, N., Latif, A.A. and Ahmad, R. (2010). Aflatoxin occurrence in nuts and commercial nutty products in Malaysia. Food Control, 21(2): 334-338.
- Li, F.Q., Yoshizawa, T., Kawamura, O., Luo, X.Y. and Li, Y.W. (2001). Aflatoxins and fumonisin in corn from the high-incidence area for human hepatocellular carcinoma in Guangxi, China. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(3): 4122-4126.
- Luttfullah, G. and Hussain, A. (2011). Studies on contamination level of aflatoxins in some dried fruits and nuts of Pakistan. Food Control, 22(1): 426-429.
- Park, J. W., Kim, E. K. and Kim, Y.B. (2004). Estimation of the daily exposure of Koreans to aflatoxins B1 through food consumption. Food Additives and Contaminants, 21(2): 70-75.
- Pittet, A. (1998). Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. Revue. Med. Vet. 149(11) P: 479-492.
- Rodrigues, P., Venancio, A. and Lima, N. (2012). Mycobiota and mycotoxins of almonds and chestnuts with special. Food Research International, 48(5): 76-90.
- Shadbad, M.R.S., Ansarin, M., Tahavori, A., Ghaderi, F. and Nemati, M. (2012). Determination of aflatoxins in nuts of Tabriz confectionaries by ELISA and HPLC methods. Advanced Pharmaceutical Bulletin, 2 (1): 123-126.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Hygiene, Vol. 9, No. 34, Summer 2019

Evaluation of aflatoxin content in pistachio, almond, hazelnut and walnut in Isfahan

Shakeri, Z.[1], Rahimi, E.[2*], Shakerian, A.[2]

1. M.Sc Graduate of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
2. Professor of Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran; Research Center of Nutrition and Organic Products (R.C.N.O.P), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
*Corresponding Author's: ebrahimrahimi55@yahoo.com
(Received: 2016/10/23 Accepted: 2019/8/3)

Abstract

Aflatoxins are a group of closely related carcinogenic metabolites produced by certain species of Aspergillus. The objective of this study was to detect the level of aflatoxin in nuts. A total of 80 samples of nuts including, pistachio (20), almond (20), hazelnut (20) and walnut (20) were collected and were analyzed (using HPLC) for aflatoxin B and aflatoxin G in Isfahan during 2016. The aflatoxins B1, B2, G1, G2, and total aflatoxin were found in 2.5%, 5.5%, 5.7%, 7.2%, and 10% of the analyzed sample (by an average concentration of 8.32, 5.635, 3.067, 1.705 and 10.375 ppb), respectively. The concentration of AFB1 in 66.67% and the concentration of AFT in 37.5% from positive samples were higher than the approved limit (5 ppm) of Iranian National Standard. The percentage of pistachio AF-positive nuts was significantly ($p<0.05$) more than other analyzed nuts (almond, hazelnut, and walnut). The results showed that contamination of nuts in Isfahan (especially pistachio) to aflatoxins was not satisfactory and can adversely affect the consumer's health.

Conflict of interest: None declared.

www.SID.ir