Archive of SID

J TOLOO E BEHDASHT, School of Public Health, Yazd Shahid Sadoughi Univ Med Sci

ORIGINAL ARTICLE
Received:2016/03/12 *Accepted:2016/05/30*

The Effect of Electron Irradiation on Aflatoxin B_1 in Pistachio Production Process Inoculated with Aspergillus Flavus

Bahador HajiMohammadi (Ph.D)[1], Mohammad Hassan Ehrampoush (Ph.D)[2], Sima Hashemi (MS.c)[3], Saeideh Khalatbari Limaki (MS.c)[4], Fatemeh Zare (MS.c)[5],Moslem taheri soudejani (MS.c)[6]

1. Assistant Professor Department Food Hygiene and Safety, Research Center for Food Hygiene and Safety, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2.Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3.Corresponding Author: MSc Student, Department of Food Safety and Hygiene, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. Email: sima.hashemi67@gmail.com Tel: 09172557224
4.MS.c of Food Safety and Hygiene, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.
5.MS.c of Department Immunology, Reprodactive Immunology Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
6.MS.c of Epidemiology, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Yazd University of Medical Sciences,Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Pistachio is an important export product in some countries, especially Iran. Pistachios are with the highest risk of aflatoxin contamination between agricultural products. Aflatoxin B_1 is the most potent carcinogenic aflatoxins. Aflatoxins have an important role in the etiology of cancer. Undoubtedly, the major problem is, Aspergillus flavus contamination. Aflatoxin production and find suitable ways to prevent its production. The aim of this study was to determine the effect of electron irradiation on aflatoxin B_1 production in pistachio that was inoculated with Aspergillus flavus.

Methods: Experimental study was performed. aflatoxigenic Aspergillus flavus spores (10^6 spores/ml) were inoculated into 10 pistachio samples. Contaminated samples were exposed to the electron beam radiations at doses of 1, 3, 5 and 7 kGy. The samples were stored at a room temperature for 0, 30, 60, 90, 180, 210 days and were compared with the control samples for the aflatoxin production by Kruskal Wallis test using SPSS version 16. Aflatoxin B_1 was measured by ELISA kit. The test was duplicated for each samples.

Results: The mean concentration of aflatoxin in the samples was 59.97 ng/g. There was no difference among the production of aflatoxin in different doses on days 0,30, 60, 90 ($p<0/05$), but on days 180 and 210 was borderline significant ($p=0/06$).

Conclusion: Exposure of the pistachio samples by electron beam could inhibit the growth and alsoprevent aflatoxin production.

Keywords: Aspergillus flavus, Aflatoxins B_1, Electron beam, Pistachio

Conflict of interest: The authors declared that there is no Conflict interests.

CC BY

This Paper Should be Cited as:
The Effect of Electron Irradiation on Aflatoxin B_1 in Pistachio Production Process Inoculated with… J Tolooebehdasht Sci 2017; 16(2):1-8. [Persian]

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی اثرپرتوالکترونی برروند تولید آفلاتوکسین B_1در پسته های تلقیح شده با آسپرژیلوس فلاووس

نویسندگان: بهادر حاجی محمدی[۱]، محمدحسن احرام پوش[۲]، سیما هاشمی[۳]، سپیده خلعتبری لیماکی[۴]، فاطمه زارع[۵]، مسلم طاهری سودجانی[۶]

۱. استادیار مرکز تحقیقات سلامت و ایمنی غذا، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۲.استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۳. نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، گروه بهداشت و ایمنی موادغذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد تلفن تماس: ۰۹۱۷۲۵۵۷۲۲۴ Email: sima.hashemi67@gmail.com

۴. کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، گروه بهداشت و ایمنی موادغذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۵. کارشناس ارشد ایمونولوژی، مرکز تحقیقات ایمنی شناسی تولید مثل، گروه ایمونولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۶. کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد
سال شانزدهم
شماره: دوم
خرداد و تیر ۱۳۹۶
شماره مسلسل: ۶۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۱۰/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۰

چکیده

مقدمه: پسته یک محصول مهم صادراتی در برخی کشورها به ویژه ایران است و در بین محصولات کشاورزی با بالاترین خطر آلودگی به آفلاتوکسین قرار دارد. آفلاتوکسین B_1 بیشترین پتانسیل سرطان‌زایی را در بین آفلاتوکسین ها دارد. معضل اصلی کشور در عرصه صادرات پسته، مسئله آلودگی پسته به آسپرژیلوس فلاووس و آفلاتوکسین و پیدا کردن راه مناسب جهت پیشگیری از تولید آن است. هدف از این مطالعه تعیین اثر پرتو الکترونی بر روند تولید آفلاتوکسین B_1 در پسته های تلقیح شده با آسپرژیلوس فلاووس بود.

روش بررسی: این مطالعه به صورت مداخله ای(تجربی) انجام شد. اسپور آسپرژیلوس فلاووس تولید کننده آفلاتوکسین به ۱۰ نمونه بسته بندی شده پسته، تلقیح گردید. نمونه های پسته در دوزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلوگری با پرتوالکترونی مواجهه یافتند. سپس نمونه ها در بازه زمانی صفر،۳۰،۶۰،۹۰،۱۸۰،۲۱۰ روز در دمای محیط نگهداری گردیده و با نمونه های شاهد از نظر تولید آفلاتوکسین B_1 با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ توسط آزمون Kruskal Wallis مقایسه شدند. سنجش آفلاتوکسین B_1 توسط کیت الایزا و با دو بار تکرار انجام گردید.

یافته ها: میانگین غلظت آفلاتوکسین در کل نمونه ها ۵۹/۹۷ نانوگرم بر گرم بود. بین میزان تولید آفلاتوکسین در دوزهای مختلف در روزهای صفر،۳۰،۶۰،۹۰ تغییر معنی داری از نظر آماری مشاهده نگردید($P>0/05$) در روزهای ۱۸۰ و ۲۱۰ نزدیک به سطح معنی داری بود($P=/06$).

نتیجه گیری: قرار دادن نمونه های پسته در معرض پرتوالکترونی می تواند با از بین بردن قارچ از تولید سم آفلاتوکسین پیشگیری نماید.

واژه های کلیدی: آسپرژیلوس فلاووس، آفلاتوکسین B_1 ، پرتو الکترونی، پسته

این مقاله، حاصل پایان نامه دانشجوی کارشناسی ارشد گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزدمی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پسته (Pistacia vera L.) متعلق به خانواده Anacardiaceeae بوده که بومی آسیای صغیر و آسیای غربی است(۱). محصول پسته به‌عنوان یک محصول صادراتی اهمیت خاصی در تولیدات کشاورزی در بعضی کشورها به‌ویژه ایران دارد(۲). طبیعتاً ایران در رتبه نخست تولید پسته جهانی است اما به دلیل بالا بودن میزان آفلاتوکسین در پسته، این محصول موقعیت خوبی از نظر بازاریابی جهانی ندارد و این باعث چالش در صادرات پسته ایران شده است(۲). پسته در بین محصولات کشاورزی با بالاترین خطر به آلودگی آفلاتوکسین می باشد(۳). میوه پسته و محصولات حاوی پسته به منظور ارزیابی کیفیت میکروبی مانند آلودگی قارچی و سطوح آفلاتوکسین مورد آزمایش قرار می‌گیرند(۴).

مایکوتوکسین ها متابولیت های ثانویه قارچ هستند که تأثیرات مخربی بر روی انسان و حیوانات دارند که منجر به بیماری‌ها و زیان‌های اقتصادی می‌شود. آلودگی مواد غذایی و تغذیه با مایکوتوکسین ها در سراسر جهان یک مشکل مهم است(۵). آسپرژیلوس فلاووس یک پاتوژن ضعیف گیاهی است که به‌ندرت در مغز پسته سالم دیده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که زود خندانی پسته‌ها می‌تواند مغز پسته را با اسپور قارچ های تولید کننده آفلاتوکسین با سطح بالای آلودگی آفلاتوکسین، مواجه کند(۵،۶). آفلاتوکسین ها از مهمترین مایکوتوکسین ها هستند که عمدتاً توسط دو گونه قارچی آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس تولید می‌شود. چهار نوع اصلی آن‌ها AFB_1، AFB_2، AFG_1 و AFG_2 می‌باشند(۱۰-۶، ۳). مطالعات متعدد نشان داده که آفلاتوکسین ها می‌توانند در مزرعه، طی فرآیند و یا انبارداری تولید شوند(۱۱). آفلاتوکسین سمی سرطان‌زا، جهش‌زا و تضعیف‌کننده سیستم ایمنی بدن می باشد(۲).

حضور گونه‌های آسپرژیلوس در پسته باید به‌طورجدی برای تولید آفلاتوکسین پایش شود. فاکتورهایی از قبیل خندانی و رطوبت ۸۸-۷۸ درصد برای جوانه‌زنی آسپرژیلوس فلاووس و تولید آفلاتوکسین موردنیاز است(۱۰).

قارچ آسپرژیلوس فلاووس همواره به‌عنوان متداول‌ترین قارچ آلوده‌کننده مواد غذایی در منابع علمی ذکرشده است. این‌گونه تمایل ویژه‌ای برای آلودگی دانه‌های آجیلی و روغنی و غلات از خود نشان می‌دهد. این محصولات با دارا بودن چربی و کربوهیدرات بالا از مستعدترین محصولات برای آلودگی و به‌عنوان مناسب‌ترین بستر طبیعی برای رشد قارچ‌های آفلاتوکسین زا در جهان است(۱۲). آلودگی آفلاتوکسین پسته‌ها، بدون شک یک مشکل برای ایران و سایر کشورهای تولیدکننده پسته است(۲). تقاضای همیشگی مصرف‌کنندگان، ایمنی و سلامت ماده غذایی است. از جمله راههای پیشگیری از تولید آفلا توکسین مهار رشد قارچ می باشد پرتودهی مواد غذایی یک روش فیزیکی فرآیند مواد غذایی است. این فرآیند،گاهی پاستوریزاسیون سرد نامیده می‌شود(۱۳). پرتودهی مواد غذایی فرآیندی است که غذا با انرژی پرتوهای یونیزان مواجهه می‌یابد(۱۳). پرتودهی با دوزهای متوسط(۱۰-۱ کیلوگری) برای حذف آلودگی میکروبی و افزایش ماندگاری مواد غذایی از قبیل میوه و سبزیجات، غذاهای دریایی، ماکیان، ادویه جات و غیره کاربرد دارد(۱۴). از آنجا که مهمترین چالش صادرات پسته ایران، بالا بودن غلظت سم آفلاتوکسین است لذا

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به کارایی پرتوالکترونی در کنترل کیفیت بهداشتی مواد غذایی و افزایش عمرماندگاری آنها و نیز نداشتن مواد رادیواکتیویته، بر آن شدیم کاربرد این انرژی در دسترس را برای رفع این چالش مورد مطالعه قرار دهیم. هدف از این تحقیق بررسی اثر پرتوالکترونی بر میزان تولید آفلاتوکسین B_1 توسط آسپرژیلوس فلاووس بوده است.

روش بررسی

به منظور آماده سازی نمونه ها، تعداد ۱۰ بسته۲۰۰ گرمی از پسته آماده و درزبندی گردید، سپس توسط پرتو الکترونی با دوز ۲۵ کیلوگری در مجتمع پژوهشی ایران مرکزی استریل گردیدند.

جهت آماده سازی سوسپانسیون قارچی سویه آسپرژیلوس فلاووس تولیدکننده آفلاتوکسینB_1 بر روی محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار(CAT#610102 liofilchem) به مدت ۱۰ روز در ۲۷ درجه سانتی‌گراد کشت داده شد تا تولید اسپور کند. برای تهیه سوسپانسیون قارچ، چند قطره توین بر روی کلنی های آسپرژیلوس ریخته و پس از چند دقیقه ۲-۱ لوپ از اسپورها برداشته، در سرم فیزیولوژی حل نموده و تعداد اسپورها در سوسپانسیون مورد آزمایش پس از رقیق شدن با استفاده از لام هموسیتومتر، شمارش گردیده و به غلظت 10^6 اسپور در هر میلی لیتر رسانده شد. به نمونه‌های ۲۰۰ گرمی استریل شده میزان 10^6 اسپور قارچ آسپرژیلوس فلاووس به صورت سوسپانسیون آماده‌شده (۶ میلی‌لیتر به ازاء هر ۲۰۰ گرم نمونه) تلقیح گردید. بعد از تلقیح سوسپانسیون قارچی، به منظور توزیع یکنواخت اسپورها، نمونه ها به صورت دستی هم زده شدند.

سپس نمونه‌ها به موسسه پژوهشی ایران مرکزی جهت اشعه دهی انتقال یافتند. در مرکز پرتودهی نمونه‌های گروه تیمار توسط شتاب‌دهنده الکترون رودوترون TT200، 10MeV تحت دوزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلوگری در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) پرتودهی شدند. نمونه‌های شاهد هم بدون مواجهه با پرتو الکترونی در دمای محیط نگهداری گردیدند.

غلظت آفلاتوکسین B_1 تولیدشده در نمونه‌ها قبل از استریل کردن با دوز ۲۵ کیلوگری و همچنین بعد از تلقیح کپک و بعد از پرتودهی در دوزهای مختلف در روزهای صفر،۳۰،۶۰،۹۰،۱۸۰،۲۱۰ مورد اندازه گیری قرار گرفت.

نمونه‌های پسته پس از پوست گیری به‌صورت پودر درآمده و ۲۰ گرم از نمونه ها با ۶۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد، با یک مخلوط کن با سرعت بالا (۱۲۰ دور در دقیقه) به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط شدند.

به عصاره به‌دست‌آمده اجازه داده شد تا در حالت سکون به‌صورت دو فاز تبدیل شود و سپس از طریق کاغذ فیلتر (Whatman No.1) فاز روغنی رویی استخراج گردید. عصاره با بافر رقیق‌کننده تا ۴ برابر رقیق و با استفاده از کیت الایزا آفلاتوکسین B_1 (Europroxima CAT# 5121AFB) و با توجه به پروتکل موجود در کیت و توسط دستگاه الایزا خوان(AWARENESS Technology) غلظت آفلاتوکسین اندازه‌گیری گردید.مقادیر بر حسب نانوگرم گزارش شده است. آزمون برای هر نمونه با دو بار تکرار انجام شد.

ترسیم نمودارها توسط نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ انجام شد و مقایسه غلظت سم در نمونه های تیمار و شاهد در دوزها و

www.SID.ir

Archive of SID

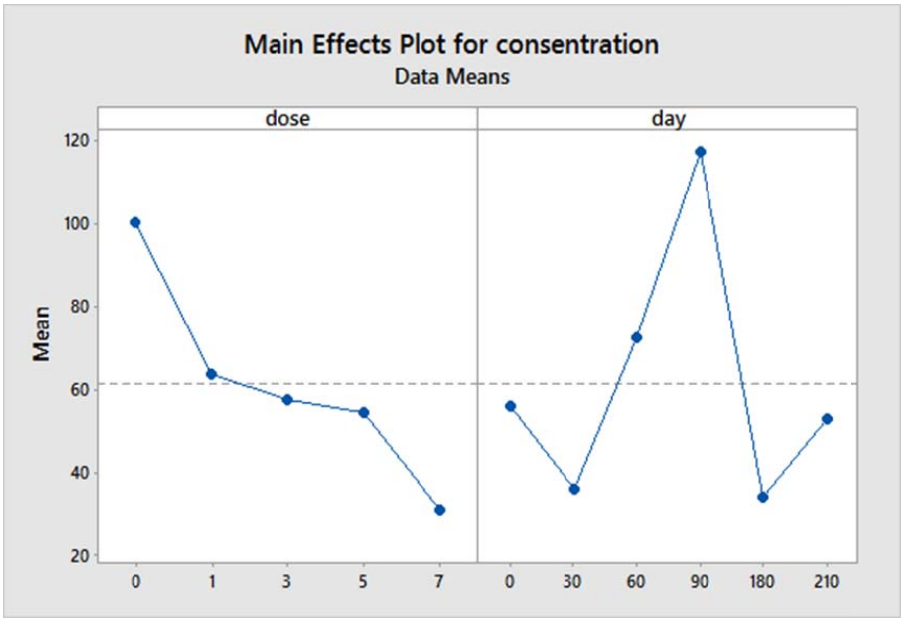
روزهای مختلف با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶در سطح معنی داری($P<۰/۰۵$) توسط آزمون Kruskal Wallis بررسی شد.

یافته ها

نتایج نشان داد که نمونه های اولیه پسته بدون آلودگی آفلاتوکسین بودند و بیشترین میزان تولید آفلاتوکسین B_1 در نمونه شاهد روز ۶۰ با ۱۶۴/۸۵ نانوگرم بر گرم و کمترین میزان سم تولید شده مربوط به دوز ۷ کیلوگری گروه های تیمار در روزهای ۶۰ و ۱۸۰ بود که هیچ سمی شناسایی نشد.

مقادیر آفلاتوکسین B_1 در دوزهای مختلف در روزهای صفر،۳۰،۶۰،۹۰ تغییر معنی داری نیافتند. ولی در روزهای ۱۸۰ و ۲۱۰ دارای سطح نزدیک به معنی داری بینابینی گردید($p=/۰۶$). همچنین نمونه های کنترل($p=۰/۵۵$) و نمونه های تیمار شده با دوز ۷ کیلوگری($p=/۰۹$) در روزهای مختلف دارای سطح نزدیک به معنی داری بودند و در دوزهای ۱، ۳ و ۵ تغییر معنی داری نیافتند($p>۰/۰۵$).

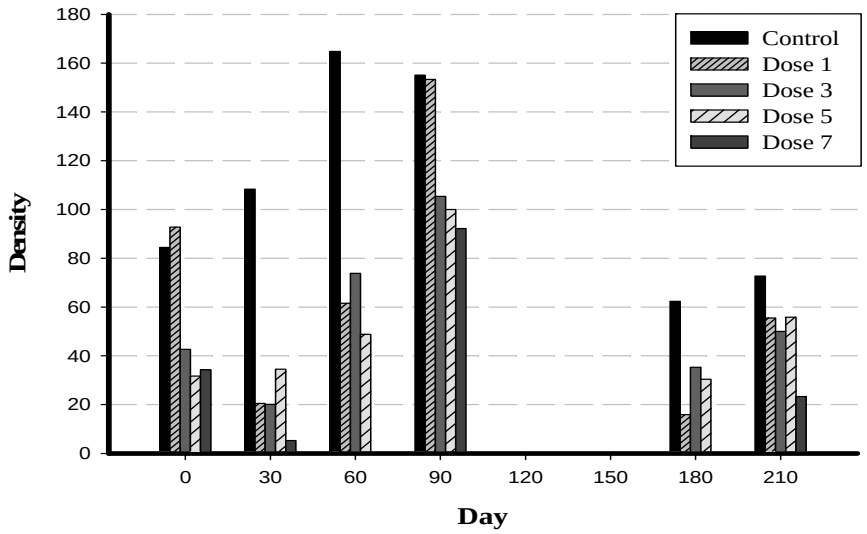
مقادیر سم تولید شده در سه گروه نمونه ی اولیه پسته، پسته های تلقیح شده و پرتودیده و پسته های کنترل(تلقیح شده و بدون پرتودهی)در نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است. میانگین درصد کاهش مقادیر آفلاتوکسین در نمونه های تیمار در روزهای مختلف نگهداری در دوزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلوگری به ترتیب ۳۸/۸۴، ۴۸/۷۹، ۵۳/۵۰، ۷۷/۱۷ درصد بود.



نمودار ۱: تغییرات غلظت آفلاتوکسین B_1 به تفکیک دوزهای تیمار و روزهای نگهداری

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲:غلظت آفلاتوکسین در دوزهای مختلف در دوره انبارداری

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر اثر پرتو الکترونی بر روند تولید آفلاتوکسین B_1 در دوزهای مختلف و انبارداری پسته در روزهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت آفلاتوکسین نشان داد، کاهش مقادیر سم در دوزهای مختلف در دوره نگهداری بر اثر پرتودهی، می تواند تا حداقل هفت ماه رشد قارچ و متعاقبا تولید سم را به تاخیر بیندازد. لذا میزان آفلاتوکسین تولیدی نزدیک به صفر می باشد. که در مقایسه با گروه کنترل این میزان بسیار کمتر می باشد.

تخریب آفلاتوکسین ها توسط پرتوهای الکترونی و گاما در بعضی مطالعات بررسی شده است. مطالعه ای توسط Supriya (۲۰۱۴) تحت عنوان آلودگی زدایی قارچی و تقویت ماندگاری لپه لوبیا توسط پرتوالکترونی انجام شد. دانه های تابش نشده لوبیا خشک و لوبیاهای تحت تابش با دوز پرتو الکترونی ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگری، در طول ۰، ۳ و ۶ ماه، در شرایط آزمایشگاهی ذخیره شده و تحت نظر قرار گرفتند. کاهش وقوع و بروز گونه های قارچ در نمونه ها وابسته به دوز بودند. اگر چه آفلاتوکسین (B_1 و B_2) در دانه های کنترل و تحت تابش ۲/۵ و ۵ کیلوگری، زیر سطح قابل تشخیص(۲> نانوگرم بر گرم) بود ولی در دوزهای ۱۰ و ۱۵ کیلوگری هیچ سمی شناسایی نشد(۱۵). مطالعه ای توسط Bhat (۲۰۱۴) در دانه های نیلوفرآبی نشان داد که دوز لازم برای آلودگی زدایی کامل قارچ های آسپرژیلوس و آفلاتوکسین ۱۵-۱۰ کیلوگری بود. تخریب یا کاهش آفلاتوکسین در دوز ۱۰ کیلوگری رخ داد(۱۳). در مطالعه ای دیگر در آرد بادام، در نمونه های اولیه مقادیر کمی آفلاتوکسین(۰/۵ میکروگرم بر گرم) پیدا شد. در این نمونه ها پس از مواجهه با دوز ۱/۵ کیلوگری پرتوالکترونی، هیچ آفلاتوکسینی شناسایی نشد(۱۶).

همچنین Rogovschi (۲۰۰۷) اثرپرتوالکترونی بر کاهش آفلاتوکسین های B_1 و B_2 در محیط کشت کوکنات آگار بر

www.SID.ir

Archive of SID

آسپرژیلوس فلاووس بعد از ۷ روز کشت، پس از پرتودهی با دوز ۵ کیلوگری کاهش ۷۵/۵درصدی آفلاتوکسین را نشان داد. در حالی که در دوز ۵۰ کیلوگری هیچ آفلاتوکسینی شناسایی نشد(۱۷).

تفاوت بین نتایج مطالعات ممکن است به شرایط دخیل در پرتودهی مرتبط باشد. رطوبت و فعالیت آب ماده غذایی از جمله فاکتورهایی است که نقش عمده در فرآیند پرتودهی با پرتوهای یونیزان برای قارچ ها دارند. به طور کلی میزان رشد قارچ تولید کننده سم و تولید آفلاتوکسین به شرایط غالب فیزیکی، بیولوژیکی، زیست محیطی و بیوشیمایی بستگی دارد(۱۸).

مطالعات نشان داده که تفاوت در میزان سم تولید شده ممکن است به شرایط بیوشیمایی محصول غذایی بستگی داشته باشد. همچنین منبع کربوهیدرات قابل دسترس آسپرژیلوس فلاووس در تولید آفلاتوکسین موثر است(۱۸).قرار دادن نمونه های پسته در معرض پرتوالکترونی قبل از تولید آفلاتوکسین می تواند با از بین بردن قارچ مولد سم از تولید سم آفلاتوکسین پیشگیری نماید.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از همکاری مجتمع پژوهشی ایران مرکزی، مرکز تحقیقات مولکولی تولید مثل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد و تمام افرادی که در انجام این مطالعه ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضاد منافغی وجود ندارد.

References

1-Hepsag F, Golge O, Kabak B. Quantitation of aflatoxins in pistachios and groundnuts using HPLC-FLD method. Food Control 2014;38:75-81.

2-Saremi H, Okhovat M. Effect of aflatoxin produced by Aspergillus flavus in reduction of our pistachio marketing all over the world 2008;2(3):13-19.

3-Dini A, Khazaeli P, Roohbakhsh A, Madadlou A, Pourenamdari M, Setoodeh L, et al. Aflatoxin contamination level in Iran's pistachio nut during years 2009–2011. Food Control 2013;30(2):540-4.

4-Al-Moghazy M, Boveri S, Pulvirenti A. Microbiological safety in pistachios and pistachio containing products. Food Control 2014;36(1):88-93.

5-Zain ME. Impact of mycotoxins on humans and animals. Journal of Saudi Chemical Society 2011;15(2):129-44.

6-Mahoney NE, Rodriguez SB. Aflatoxin variability in pistachios. Applied and environmental microbiology 1996;62(4):1197-202.

www.SID.ir

Archive of SID

7-Klich MA. Environmental and developmental factors influencing aflatoxin production by Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus. Mycoscience 2007;48(2):71-80.

8-Zaini F, Yousefi S, Dadgar S, Safara M. Aflatoxin production by Aspergillus flavus isolates from green–tiger shrimps (Penaeus semisulcatus). Iranian Journal of Microbiology 2009;1(4):18-22.

9-Karami-Osboo R, Mirabolfathy M, Kamran R, Shetab-Boushehri M, Sarkari S. Aflatoxin B1 in maize harvested over 3 years in Iran. Food Control 2012;23(1):271-4.

10-Rahimi P, Sharifnabi B, Bahar M. Detection of aflatoxin in Aspergillus species isolated from pistachio in Iran. Journal of phytopathology 2008;156(1):15-20.

11-Georgiadou M, Dimou A, Yanniotis S. Aflatoxin contamination in pistachio nuts: A farm to storage study. Food control 2012;26(2):580-6.

12-Mohamadi moghadam M, Sobhanipour A, Hokmabadi A. The relationship between the growth of aflatoxin-causing fungus Aspergillus flavus and aflatoxin B_1 production of nutrients and protein in the brain with different varieties of pistachio. Journal of Horticultural Science 2011;1389(2).

13-Bhat R, Sridhar K, Karim A. Microbial quality evaluation and effective decontamination of nutraceutically valued lotus seeds by electron beams and gamma irradiation. Radiation Physics and Chemistry 2010;79(9):976-81.

14.Lung H-M, Cheng Y-C, Chang Y-H, Huang H-W, Yang BB, Wang C-Y. Microbial decontamination of food by electron beam irradiation. Trends in Food Science & Technology 2015;44:66-78.

15.Supriya P, Sridhar K, Ganesh S. Fungal decontamination and enhancement of shelf life of edible split beans of wild legume Canavalia maritima by the electron beam irradiation. Radiation Physics and Chemistry 2014;96:5-11.

16-Lanza C, Mazzaglia A, Paladino R, Auditore L, Barnà R, Loria D, et al. Characterization of peeled and unpeeled almond (Prunus amygdalus) flour after electron beam processing. Radiation Physics and Chemistry 2013;86:140-144.

17-Rogovschi VD, Aquino S, Nunes TC, Gonçalez E, Corrêa B, Villavicencio A, editors. Use of electron beam on aflatoxins degradation in coconut agar. Proceedings of the International Nuclear Atlantic Conference, INAC, Rio de Janeiro, Brazil 2009.

18-Ghanem I, Orfi M, Shamma M. Effect of gamma radiation on the inactivation of aflatoxin B_1 in food and feed crops. Brazilian Journal of Microbiology 2008;39(4):787-91.

www.SID.ir