



The Effect of Electron Irradiation on Aflatoxin B₁ in Pistachio Production Process Inoculated with *Aspergillus Flavus*

Bahador HajiMohammadi (Ph.D)¹, Mohammad Hassan Ehrampoush (Ph.D)², Sima Hashemi (MS.c)³, Sepideh 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, Reproductive 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 B₁ 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 B₁ production in pistachio that was inoculated with *Aspergillus flavus*.

Methods: Experimental study was performed. aflatoxigenic *Aspergillus flavus* spores (10⁶ 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 B₁ 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 also prevent aflatoxin production.

Keywords: *Aspergillus flavus*, Aflatoxins B₁, Electron beam, Pistachio

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



This Paper Should be Cited as:

The Effect of Electron Irradiation on Aflatoxin B₁ in Pistachio Production Process Inoculated with... J Tolooebehdasht Sci 2017; 16(2):1-8. [Persian]



بررسی اثر پرتو الکترونی بر روند تولید آفات توکسین B₁ در پسته های تلقیح شده با اسپرژیلوس فلاووس

نویسندگان: بهادر حاجی محمدی^۱، محمد حسن 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 مواد غذایی، 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، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۵. کارشناس ارشد ایمنولوژی، مرکز تحقیقات ایمنی شناسی تولید مثل، گروه ایمنولوژی، 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

چکیده

مقدمه: پسته یک محصول مهم صادراتی در برخی کشورها به ویژه ایران است و در بین محصولات کشاورزی با بالاترین خطر آلودگی به آفات توکسین قرار دارد. آفات توکسین B₁ بیشترین پتانسیل سرطان‌زایی را در بین آفات توکسین ها دارد. معضل اصلی کشور در عرصه صادرات پسته، مسئله آلودگی پسته به اسپرژیلوس فلاووس و آفات توکسین و پیدا کردن راه مناسب جهت پیشگیری از تولید آن است. هدف از این مطالعه تعیین اثر پرتو الکترونی بر روند تولید آفات توکسین B₁ در پسته های تلقیح شده با اسپرژیلوس فلاووس بود.

روش بررسی: این مطالعه به صورت مداخله ای (تجربی) انجام شد. اسپور اسپرژیلوس فلاووس تولید کننده آفات توکسین به ۱۰ نمونه بسته بندی شده پسته، تلقیح گردید. نمونه های پسته در دوزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلوگری با پرتو الکترونی 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 آفات توکسین B₁ با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ توسط آزمون Kruskal Wallis مقایسه شدند. سنجش آفات توکسین B₁ توسط کیت الایزا و با دو بار تکرار انجام گردید.

یافته ها: میانگین غلظت آفات توکسین در کل نمونه ها ۵۹/۹۷ نانوگرم بر گرم بود. بین میزان تولید آفات توکسین 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 ($P = 0/06$).

نتیجه گیری: قرار دادن نمونه های پسته در معرض پرتو الکترونی می تواند با از بین بردن قارچ از تولید سم آفات توکسین پیشگیری نماید.

واژه های کلیدی: اسپرژیلوس فلاووس، آفات توکسین B₁، 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 یزد می باشد.

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

**مقدمه**

پسته (*Pistacia vera* L.) متعلق به خانواده Anacardiaceae بوده که بومی آسیای صغیر و آسیای غربی است (۱). محصول پسته به عنوان یک محصول صادراتی اهمیت خاصی در تولیدات کشاورزی در بعضی کشورها به ویژه 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 می گیرند (۴).

مایکوتوکسین ها متابولیت های ثانویه قارچ هستند که تأثیرات مخربی بر روی انسان و حیوانات دارند که منجر به بیماری ها و زیان های اقتصادی می شود. آلودگی مواد غذایی و تغذیه با مایکوتوکسین ها در سراسر جهان یک مشکل مهم است (۵). آسپرژیلوس فلاووس یک پاتوژن ضعیف گیاهی است که به ندرت در مغز پسته سالم دیده می شود. مطالعات نشان داده اند که زود خندانی پسته ها می تواند 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 می شود. چهار نوع اصلی آن ها AFB₁، AFB₂، AFG₁ و AFG₂ می باشند (۱۰-۶، ۳). مطالعات متعدد نشان داده که آفلاتوکسین ها می توانند در

مزرعه، طی فرآیند و یا انبارداری تولید شوند (۱۱). آفلاتوکسین سمی سرطانزا، جهشزا و تضعیف کننده سیستم ایمنی بدن می باشد (۲).

حضور گونه های آسپرژیلوس در پسته باید به طور جدی برای تولید آفلاتوکسین پایش شود. فاکتورهایی از قبیل خندانی و رطوبت ۷۸-۸۸ درصد برای جوانه زنی آسپرژیلوس فلاووس و تولید آفلاتوکسین مورد نیاز است (۱۰).

قارچ آسپرژیلوس فلاووس همواره به عنوان متداول ترین قارچ آلوده کننده مواد غذایی در منابع علمی ذکر شده است. این گونه تمایل ویژه ای برای آلودگی دانه های آجیلی و روغنی و غلات از خود نشان می دهد. این محصولات با دارا بودن چربی و کربوهیدرات بالا از مستعدترین محصولات برای آلودگی و به عنوان مناسب ترین بستر طبیعی برای رشد قارچ های آفلاتوکسین زا در جهان است (۱۲). آلودگی آفلاتوکسین پسته ها، بدون شک یک مشکل برای ایران و سایر کشورهای تولید کننده پسته است (۲). تقاضای همیشگی مصرف کنندگان، ایمنی و سلامت ماده غذایی است. از جمله راه های پیشگیری از تولید آفلاتوکسین مهار رشد قارچ می باشد پرتو دهی مواد غذایی یک روش فیزیکی فرآیند مواد غذایی است. این فرآیند، گاهی پاستوریزاسیون سرد نامیده می شود (۱۳). پرتو دهی مواد غذایی فرآیندی است که غذا با انرژی پرتوهای یونیزان مواجه می یابد (۱۳). پرتو دهی 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



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

غلظت آفلاتوکسین B₁ تولیدشده در نمونه‌ها قبل از استریل کردن با دوز ۲۵ کیلوگری و همچنین بعد از تلقیح کپک و بعد از پرتو دهی در دوزهای مختلف در روزهای صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۱۰ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

نمونه‌های پسته پس از پوست‌گیری به صورت پودر درآمده و ۲۰ گرم از نمونه‌ها 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 به صورت 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 الیزا آفلاتوکسین B₁ (Europroxima CAT# 5121AFB) و با توجه به پروتکل موجود در کیت و توسط دستگاه الیزا 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 نمونه‌های تیمار و شاهد در دوزها و

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 B₁ توسط آسپرژیلوس فلاووس بوده است.

روش بررسی

به منظور آماده سازی نمونه‌ها، تعداد ۱۰ بسته ۲۰۰ 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 آفلاتوکسین B₁ 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 کلنی‌های 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 هموسیتر، شمارش گردیده و به غلظت ۱۰^۶ اسپور در هر میلی‌لیتر رسانده شد. به نمونه‌های ۲۰۰ گرمی استریل شده میزان ۱۰^۶ 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، نمونه‌ها به صورت دستی هم زده شدند.



۲۱۰ دارای سطح نزدیک به معنی داری بینایی گردید ($p=0/06$). همچنین نمونه های کنترل ($p=0/55$) و نمونه های تیمار شده با دوز ۷ کیلوگرمی ($p=0/09$) در روزهای مختلف دارای سطح نزدیک به معنی داری بودند و در دوزهای ۱، ۳ و ۵ تغییر معنی داری نیافتند ($p>0/05$).

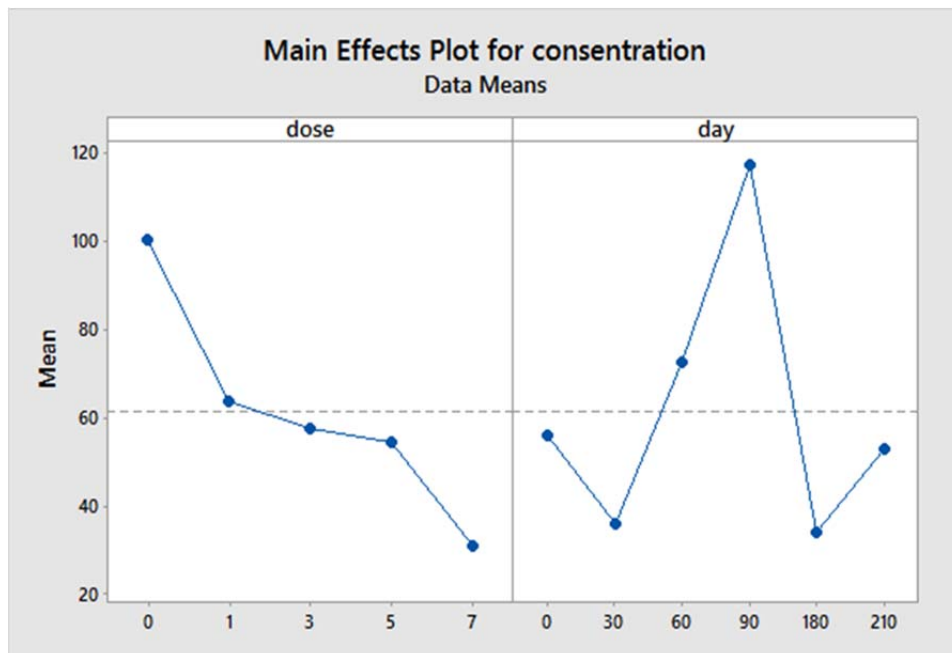
مقادیر سم تولید شده در سه گروه نمونه ی اولیه پسته، پسته های تلقیح شده و پرتودیده و پسته های کنترل (تلقیح شده و بدون پرتودهی) در نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است. میانگین درصد کاهش مقادیر آفلاتوکسین در نمونه های تیمار در روزهای مختلف نگهداری در دوزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلوگرمی به ترتیب ۳۸/۸۴، ۴۸/۷۹، ۵۳/۵۰، ۷۷/۱۷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

روزهای مختلف با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معنی داری ($P<0/05$) توسط آزمون Kruskal Wallis بررسی شد.

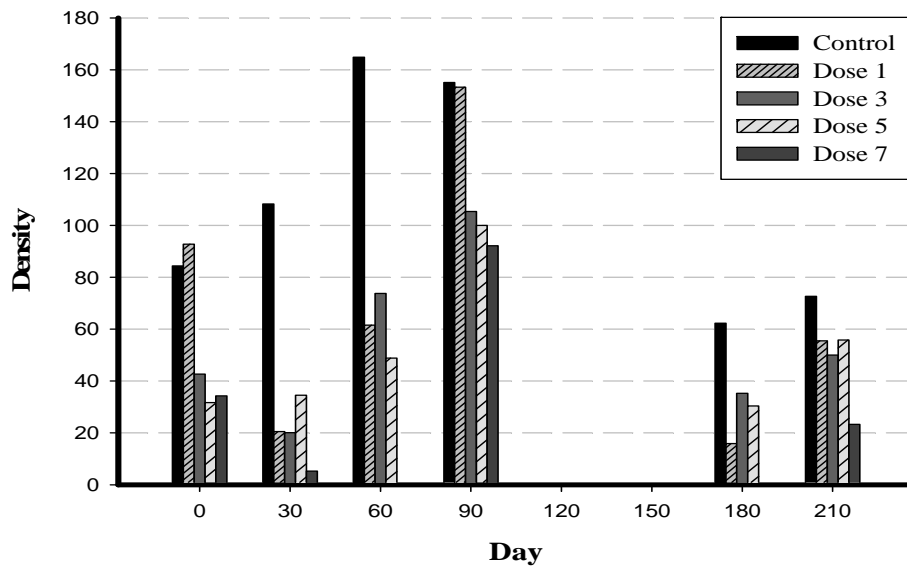
یافته ها

نتایج نشان داد که نمونه های اولیه پسته بدون آلودگی آفلاتوکسین بودند و بیشترین میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در نمونه شاهد روز ۶۰ با ۱۶۴/۸۵ نانوگرم بر گرم و کمترین میزان سم تولید شده مربوط به دوز ۷ کیلوگرمی گروه های تیمار در روزهای ۶۰ و ۱۸۰ بود که هیچ سمی شناسایی نشد.

مقادیر آفلاتوکسین B₁ در دوزهای مختلف در روزهای صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ تغییر معنی داری نیافتند. ولی در روزهای ۱۸۰ و



نمودار ۱: تغییرات غلظت آفلاتوکسین B₁ به تفکیک دوزهای تیمار و روزهای نگهداری



نمودار ۲: غلظت آفلاتوکسین در دوزهای مختلف در دوره انبارداری

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر اثر پرتو الکترونی بر روند تولید آفلاتوکسین 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 پرتو دهی، می تواند تا حداقل هفت ماه رشد قارچ و متعاقباً 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 پرتو الکترونی 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 (< 2 نانوگرم بر گرم) بود ولی در دوزهای ۱۰ و ۱۵ کیلوگری هیچ سمی شناسایی نشد (۱۵). مطالعه ای توسط Bhat (۲۰۱۴) در دانه های نیلوفر آبی نشان داد که دوز لازم برای آلودگی زدایی کامل قارچ های اسپریلیوس 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 پرتو الکترونی، هیچ آفلاتوکسینی شناسایی نشد (۱۶).

همچنین Rogovschi (۲۰۰۷) اثر پرتو الکترونی بر کاهش آفلاتوکسین های B_1 و B_2 در محیط کشت کوکونات آگار بر



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 منافعی وجود ندارد.

آسپرژیلوس فلاووس بعد از ۷ روز کشت، پس از پرتودهی با دوز ۵ کیلوگری کاهش ۷۵/۵ درصدی 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

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.



- 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 B₁ 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, González 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 B₁ in food and feed crops. *Brazilian Journal of Microbiology* 2008;39(4):787-91.