J. of Nuclear Sci. and Tech.
No. 63, pp. 35-41, 2005
Archive of SID

مجله علوم و فنون هسته‌ای
شماره ۶۳، صفحات ۴۱-۳۵، ۱۳۸۴

Sci. and Tech. note
یادداشت علمی و فنی

کاستن آلودگی‌های میکروبی ادویه به وسیلهٔ پرتودهی با باریکهٔ الکترون ۱۰ MeV

اقدس مهدیزاده شاهی*، نیره فلاح نژاد تفتی
مرکز تحقیقات و کاربردپرتو فرایند یزد، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۸۹-۸۹۱۷۵، یزد- ایران

واژه‌های کلیدی: ادویه، تابش‌دهی مواد غذایی، کاهش آلودگی میکروبی، باریکه الکترون

Microbial Decontaminations of Spices by 10 MeV E-BEAM

A. Mehdizadeh*, N. Fallahnejad
Yazd Radiation Processing Center, AEOI, P.O. Box: 89175 - 389, Yazd – Iran

Abstract: Spices are used significantly in food industries. These substances contain high microbial contamination that causes the spoilage of the products and it is also hazardous for the health of consumers. Irradiation is one of the most effective methods to decontaminate spices. In this research, the optimum dose of e-beams to reduce microbial contamination of spices is determined. Samples of spices such as: turmeric, black pepper, garlic powder, onion powder, oregano and spice, were packaged in 10 grams, and they were irradiated at the doses of 0 – 10 kGy by 10 MeV e-beams. After irradiation, the total microbial counts were determined by the pour plating method. The bacterial contamination of different spices was between 10^5 to 4.7×10^7 cfu/gr and the molds count was between 1.8×10^2 to 7.2×10^3 cfu/gr. The survival curve of the bacteria was drawn in terms of bioburden versus the radiation dose rates. By determining the D_{10} value, the minimum dose for reducing the spices microbial contamination up to the optimum limit, were identified.

Keywords: *spices, food irradiation, microbial decontamination, electron beam*

* e-mail: agh_mehdizadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله : ۱۳۸۲/۸/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۳۸۳/۱۰/۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

اهمّیت ریزسازواره‌ها در مواد غذایی کم و بیش آشکار است. میکروبها با اثرگذاری کمّی وکیفی بر موادّ غذایی، سودمندی و قابل استفاده بودن آنها را تغییر می‌دهند. مناسب بودن مواد غذایی برای رشد میکروبها می‌تواند امکان فساد این مواد توسّط ریزسازواره‌ها را فراهم آورد. مواد غذایی همچنین ممکن است ناقل عوامل بیماریزا باشند و موجب انتقال وگسترش بیماریها شوند [۱]. میکروبهای متعدّدی نیز وجود دارند که رشد آنها در موادّ غذایی منجر به تولید سمّ و ایجاد مسمومیت می‌شود. مسأله مورد توجّه در میکروب‌شناسی غذایی، چگونگی کنترل میکروبها در موادّ غذایی است [۲ و ۳].

موادّ غذایی معمولاً به روشهای خشک کردن، نمک سود کردن، پختن، ضد عفونی کردن با گاز، کنسروکردن، مایکروویو و روشهای شیمیایی نگهداری می‌شوند [۲].

برای میکروب‌زدایی از ادویه روشهای تیمار حرارتی، ضدعفونی با گاز اتیلن اکسید و متیل بروماید و مایکروویو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند که اکنون نامناسب شناخته شده‌اند. این روشها باعث از بین رفتن رنگ، طعم وعطر ادویه می‌شود [۱، ۲، ٤ و ٥].

تا مدّتی قبل، گسترده‌ترین روش میکروب‌زدایی ادویه استفاده از گاز اتیلن اکسید بود؛ امّا به علّت باقی ماندن آن در مواد غذایی و سرطانزا بودن، استفاده از آن از سال ۱۹۹۰ (۱۳٦۸) ممنوع شده است و روش پرتودهی جایگزین مناسب روشهای پیشین برای میکروب‌زدایی از ادویه خواهد بود [۱، ۲ و ٤].

این روش مزایای زیادی دارد، از جمله: عدم افزایش درجه حرارت در مادّه غذایی، عدم تغییر طعم و عطر و رنگ ادویه، از بین رفتن باکتریهای گرمادوست، کپکها و حشرات در دُزهای بین ۳ تا ۱۰ کیلوگری، تغییرنکردن ترکیب شیمیایی و خواص پاد اکسیدان ادویه، قابل قبول بودن بسته‌بندی‌های رایج آنها برای پرتودهی [٦]، دوام بیشتر ادویه پرتودهی شده در شرایط انبار، بی‌خطر بودن ادویه پرتودهی شده برای سلامت انسان [۲ و ٤].

بیشترین جمعیت میکروبی ادویه را باکتریهای مزوفیل هوازی اسپوردار[۱] تشکیل می‌دهند که منشأ خاکی دارند. باکتریهای بیماریزا در ادویه شامل باسیلوس سرئوس[۲] و سالمونلا[۳] می‌باشند. باکتریهای غیرهوازی اجباری در ادویه نسبتاً اندکند. کپکهای آلوده‌کننده ادویه، بیشتر از نوع آسپرژیلوس[٤] و پنی‌سیلیوم[٥] می‌باشند و در بعضی از موارد، کپکهای سمّی هم مشاهده شده است [۱، ۲ و ٥].

ادویه به مقدار قابل توجّهی روزانه در صنایع غذایی توسّط عموم مردم مصرف می‌شوند و آلودگی میکروبی بالایی دارند [۱ و ۲]. این محصولات در مراحل برداشت، خشک کردن و حمل و نقل به ریزسازواره‌های زیادی آلوده می‌شوند که آنها علاوه بر ایجاد فساد در محصول، در موادّ غذایی مانند سس‌ها، پودرهای سوپ فوری، ...، که بطور مؤثّری حرارت داده نمی‌شوند، سلامتی مصرف‌کنندگان را به خطر می‌اندازند [۲، ٤ و ٦]. پرتودهی یکی از مؤثّرترین روشهای میکروب‌زدایی ادویه است [۱، ۳ و ٥]. در این کار پژوهشی برای کاهش بار میکروبی ادویه مختلف تا حدّ مطلوب، از پرتودهی با باریکه الکترون ۱۰MeV استفاده شده و حداقل دُز لازم تعیین گردیده است. درکشورهای بلژیک، کانادا، برزیل، فنلاند، فرانسه و ... پرتودهی ادویه با دُزی حدود ۱۰ کیلوگری صورت می‌گیرد [٤ و ٥].

۲- روش کار

۲-۱ آماده‌سازی نمونه‌ها: نمونه‌های ادویه را در بسته‌های ۱۰ گرمی تحت شرایط استریل در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی کرده و با ٥ دُز مختلف، بین ۰ تا ۱۰ کیلوگری پرتو داده‌ایم. بسته‌بندی نمونه‌ها به نحوی بوده است که از آلودگی مجدّد نمونه‌ها پس از پرتودهی جلوگیری شود. دُز صفر آلودگی اوّلیهٔ این مواد را نشان می‌دهد که به عنوان شاهد در نظر گرفته شده است. برای هر دُز تعداد ٤ نمونه و در مجموع برای هر مادّه ۲۰ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت [۷]. تعداد کلّ نمونه‌های مورد آزمایش در این بررسی ۱۲۰ نمونه بود.

۲-۲ کشت و شمارش میکروبی

تهیّه سوسپانسیون و رقّتهای اوّلیه: مقدار ۱۰ گرم نمونهٔ بسته‌بندی شده را در کیسه‌های جداگانه با ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتون‌دار[٦] ۱ درصد به عنوان محلول رقیق‌کننده، مخلوط کرده‌ایم؛ بدین ترتیب رقّت 10^{-1} بدست آمده است. برای شمارش دقیق میکروبی، معمولاً نمونه‌ها را به رقّت 10^{-6} می‌رسانند [۸].

www.SID.ir

Archive of SID

کشت نمونه‌های رقیق تهیّه شده: در این تحقیق، طشتک شمارش آگار[۷] برای شمارش باکتریهای مزوفیل هوازی و «سابورو دکستروز آگار»[۸] برای شمارش قارچها (کپکها و مخمرها) به عنوان محیط کشت بکار رفته‌اند. روش کشت و شمارش میکروبی، مخلوط کردن نمونه با محیط کشت است.

در چهار ظرف کشت میکروب ۱ میلی‌لیتر از هر رقّت تهیّه شده (10^{-1} تا 10^{-6}) را با پیپت استریل شده منتقل کرده و به دو ظرف، محیط کشت طشتک شمارش آگار استریل شده و به دو ظرف دیگر محیط کشت سابورو دکستروز آگار حاوی کلرامفنیکول ۰/۵ درصد[۹] استریل شده اضافه شد (اضافه کردن کلرامفنیکول، به منظور جلوگیری از رشد باکتریها در این محیط کشت است). طشتک‌های حاوی محیط کشت طشتک شمارش آگار، درون گرمخانه (انکوباتور) با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و طشتک‌های حاوی سابورو دکستروز آگار، درون گرمخانه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

شمارش میکروبی: شمارش باکتریها پس از گذشت ٤٨ تا ٧٢ ساعت و شمارش قارچها پس از یک هفته و دو هفته انجام گرفت.

۳ـ یافته‌ها و نتایج

نتایج شمارش باکتریها و کپکها در نمونه‌های مختلف در هر دُز پرتودهی در جدولهای ۱ تا ۶ درج شده‌اند.

برای تعیین دُز پرتودهی لازم، سه عامل مورد نیاز است:

- بار میکروبی اوّلیه مادّه غذایی
- ارزش D_{10}
- حدّ مجاز آلودگی میکروبی مادّه خاص

جدول ۱- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه فلفل پرتودهی شده.

دُز (KGy) / تکرار	۰		۳		٦		۸		۱۰	
	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک
۱	$5/2\times10^{7}$	7×10^{3}	$9/8\times10^{5}$	۱۰۰	$9/6\times10^{3}$	–	$6/6\times10^{2}$	–	۵۰	–
۲	$4/9\times10^{7}$	$7/2\times10^{3}$	$9/6\times10^{5}$	۵۰	10^{4}	–	10^{3}	–	۱۰۰	–
۳	$4/6\times10^{7}$	$7/4\times10^{3}$	$9/7\times10^{5}$	۱۰۰	2×10^{4}	–	$8/4\times10^{2}$	–	۷۰	–
٤	$3/9\times10^{7}$	$7/1\times10^{3}$	$1/2\times10^{6}$	۷۰	$8/4\times10^{3}$	–	3×10^{2}	–	۶۰	–
میانگین	$4/7\times10^{7}$	$7/2\times10^{3}$	$9/9\times10^{5}$	۸۰	10^{4}	–	7×10^{2}	–	۷۰	–

جدول ۲- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه پودر سیر پرتودهی شده.

دُز (KGy) / تکرار	۰		۳		٦		۸		۱۰	
	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک
۱	3×10^{6}	$1/5\times10^{3}$	$2/6\times10^{3}$	۱۰	10^{3}	–	۸۰	–	–	–
۲	9×10^{5}	$2/9\times10^{3}$	$4/2\times10^{3}$	۱۰	$2/1\times10^{2}$	–	۲۰	–	–	–
۳	$1/9\times10^{6}$	2×10^{3}	$1/8\times10^{3}$	۱۰	8×10^{2}	–	۴۵	–	–	–
٤	$1/8\times10^{6}$	$9/5\times10^{2}$	$3/4\times10^{3}$	–	$5/5\times10^{2}$	–	۵۵	–	–	–
میانگین	$1/9\times10^{6}$	$1/8\times10^{3}$	3×10^{3}	۱۰	$6/4\times10^{2}$	–	۵۰	–	–	–

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه پودر پیاز پرتودهی شده.

دُز (KGy) / تکرار	۰		۳		٦		۸		۱۰	
	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک
۱	$۹/۲\times۱۰^{۵}$	$۳/۷\times۱۰^{۳}$	۶×۱۰^{۳}	۲۰	$۱/۸\times۱۰^{۲}$	–	۵۰	–	–	–
۲	$۷/۹\times۱۰^{۵}$	$۶/۴\times۱۰^{۳}$	$۴/۲\times۱۰^{۳}$	۶۰	$۷/۳\times۱۰^{۲}$	–	۱۰	–	–	–
۳	$۱/۶\times۱۰^{۶}$	$۵/۴\times۱۰^{۳}$	$۵/۲\times۱۰^{۳}$	۵۰	$۹/۱\times۱۰^{۳}$	–	–	–	–	–
٤	$۱/۵\times۱۰^{۶}$	$۶/۵\times۱۰^{۳}$	$۳/۸\times۱۰^{۳}$	۷۰	$۱۰^{۳}$	–	۲۰	–	–	–
میانگین	$۱/۲\times۱۰^{۶}$	$۵/۵\times۱۰^{۳}$	$٤/۸\times۱۰^{۳}$	۵۰	۷×۱۰^{۲}	–	۲۰	–	–	–

جدول ۴- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه پودر آویشن پرتودهی شده.

دُز (KGy) / تکرار	۰		۳		٦		۸		۱۰	
	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک
۱	$۷/۴\times۱۰^{۴}$	۴×۱۰^{۲}	$۲/۷\times۱۰^{۳}$	–	$۲/۱\times۱۰^{۲}$	–	–	–	–	–
۲	$۶/۲\times۱۰^{۴}$	$۱۰^{۲}$	$۱۰^{۳}$	–	$۳/۹\times۱۰^{۲}$	–	–	–	–	–
۳	$۱/۲\times۱۰^{۵}$	$۵/۵\times۱۰^{۲}$	$۳/۲\times۱۰^{۳}$	–	$۱۰^{۲}$	–	۱۰	–	–	–
٤	$۱/۴\times۱۰^{۵}$	$۱/۵\times۱۰^{۲}$	$۱/۹\times۱۰^{۳}$	–	۵×۱۰^{۲}	–	۱۰	–	–	–
میانگین	$۱۰^{۵}$	۳×۱۰^{۲}	$۲/۲\times۱۰^{۳}$	–	۳×۱۰^{۲}	–	۱۰	–	–	–

جدول۵- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه ادویه پرتودهی شده.

دُز (KGy) / تکرار	۰		۳		٦		۸		۱۰	
	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک
۱	$۱۰^{۷}$	$۹/۸\times۱۰^{٤}$	$۴/۳\times۱۰^{٤}$	۱۰۰	$۴/۷\times۱۰^{۳}$	–	$۱/۲\times۱۰^{۲}$	–	۲۰	–
۲	۲×۱۰^{۷}	$۸/۲\times۱۰^{٤}$	۸×۱۰^{٤}	۱۶۰	۲×۱۰^{۳}	۱۰	$۱۰^{۲}$	–	۸۰	–
۳	$۹/۱\times۱۰^{۶}$	۶×۱۰^{٤}	$۵/۱\times۱۰^{٤}$	۶۰	۴×۱۰^{۳}	–	۲×۱۰^{۲}	–	۵۰	–
٤	۶×۱۰^{۶}	$۴/۹\times۱۰^{٤}$	$۷/۵\times۱۰^{٤}$	۸۰	$۱/۳\times۱۰^{۳}$	۱۰	$۱/۴\times۱۰^{۲}$	–	۱۰	–
میانگین	$۱/۱\times۱۰^{۷}$	$۷/۲\times۱۰^{٤}$	$۶/۲\times۱۰^{٤}$	۱۰۰	۳×۱۰^{۳}	۱۰	$۱/۴\times۱۰^{۲}$	–	۴۰	–

جدول ۶- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه زردچوبه پرتودهی شده.

دُز (KGy) / تکرار	۰		۳		٦		۸		۱۰	
	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک
۱	$۱/۲\times۱۰^{۷}$	۱۰۰	۳×۱۰^{٤}	–	$۵/۳\times۱۰^{۳}$	–	$۲/۷\times۱۰^{۲}$	–	۵۰	–
۲	۲×۱۰^{۷}	۳۰۰	$۵/۲\times۱۰^{٤}$	–	$۵/۳\times۱۰^{۳}$	–	۳×۱۰^{۲}	–	۱۰۰	–
۳	$۱/۶\times۱۰^{۷}$	۱۰۰	$۵/۲\times۱۰^{٤}$	–	۳×۱۰^{۳}	–	$۳/۵\times۱۰^{۲}$	–	۱۵	–
٤	۲×۱۰^{۷}	۲۰۰	$۸/۵\times۱۰^{٤}$	–	$۵/۵\times۱۰^{۳}$	–	$۱/۸\times۱۰^{۲}$	–	۵۲/۵	–
میانگین	$۱/۷\times۱۰^{۷}$	۱۷۵	$۵/۵\times۱۰^{٤}$	–	$٤/۸\times۱۰^{۳}$	–	$۲/۸\times۱۰^{۲}$	–	۵٤/٤	–

www.SID.ir

Archive of SID

- *تعیین ارزش D_{10}*

ارزش D_{10}[10] دُزی است که تعداد ریزسازواره‌ها را یک سیکل لگاریتمی کاهش می‌دهد. ارزش D_{10} را می توان با رسم نمودار دُز- پایندگی ریزسازواره‌ها حساب کرد [۹ و ۱۰].

با استفاده از داده‌های به دست آمده مندرج در جدولها، نمودارهای کاهش تعداد ریزسازواره‌ها بر حسب دُز پرتودهی برای هر مادّه ترسیم شده‌اند (شکلهای ۱ تا ۶).

با استفاده از معادلهٔ حاصل از برازش منحنی، مقادیر دُز (محور افقی) را در سیکلهای لگاریتمی متوالی حساب کرده و از تفاضل دو دُز متوالی مقدار میانگین را معین کرده‌ایم. مقدار حساب شده D_{10} باکتریهای مزوفیل هوازی در مورد زردچوبه معادل ۱/۹، فلفل سیاه ۱/۷، پودرسیر ۱/۹، پودرپیاز ۱/۸، آویشن ۲/۱ و ادویه ۱/۸ کیلوگری بدست آمد. بالا بودن مقدار D_{10}، نشانهٔ مقاومت بیشتر ریزسازواره‌ها در مقابل پرتودهی است.

- *تعیین دُز پرتودهی*

با توجّه به آلودگی اوّلیه مواد مختلف و با فرض اینکه حدّ مطلوب آلودگی میکروبی ادویه 10^3 باکتری در هر گرم مادّه (بر اساس پیشنهاد شرکت‌های استفاده‌کننده ادویه) باشد، بارمیکروبی زردچوبه باید به میزان ٤/۲، فلفل سیاه ۴/۵، پودر سیر ۳/۲، پودرپیاز ۳/۱۲، آویشن ۲ و ادویه ۴/۱۱ سیکل لگاریتمی کاهش یابد. با درنظرگرفتن ارزش D_{10} حساب شده برای هر مادّه، حداقل دُز لازم برای کاهش بار میکروبی مواد مختلف بدست آمد (جدول ۷).

پس از پرتودهی ادویه با حدّاقل دُز لازم برای هر نمونه، مقدار آلودگی میکروبی قبل و بعد از پرتودهی با هم مقایسه شد و مناسب بودن این دُز مورد تأیید قرار گرفت. نتایج این بررسی در جدول ۸ درج شده است.

اعداد مندرج در جدول ۸ نشان می‌دهد که آلودگی میکروبی نمونه‌ها پس از پرتودهی با دُزهای تعیین شده، به زیر حدّ مطلوب مورد نظر رسیده است.

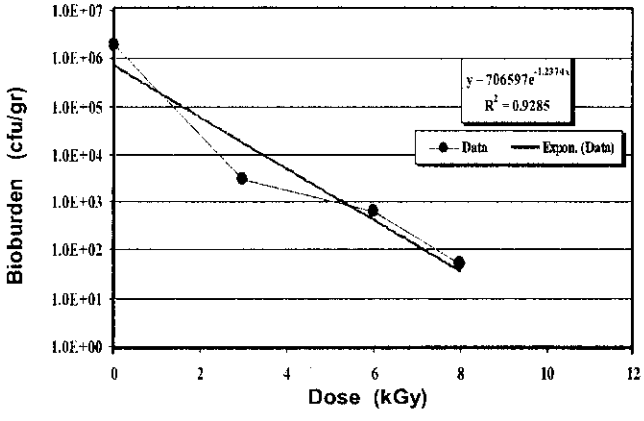
در بعضی از نمونه‌های ادویه قبل از پرتودهی میکروبهایی از قبیل اشرشیاکُلی[11]، همچنین سایر کُلیفرمهای[12] مدفوعی موجود بود، امّا پس از پرتودهی با دُز بهینه، این میکروبها در نمونه‌های مورد آزمایش مشاهده نشد [۱۱ و ۱۲].

جدول ۷- حداقل دُز لازم برای کاهش بار میکروبی ادویه.

نمونه‌ها	آلودگی اوّلیه (تعداد باکتریها و کپکها)	D_{10} (KGy)	حداقل دُز لازم (KGy)
زردچوبه	$۱/۷ \times ۱۰^{۷}$	۱/۹	۸
فلفل	$٤/۷ \times ۱۰^{۷}$	۱/۷	۷/۷
پودرسیر	$۱/۹ \times ۱۰^{۶}$	۱/۹	٦/۱
پودرپیاز	$۱/۲ \times ۱۰^{۶}$	۱/۸	٥/٦
آویشن	$۱۰^{٥}$	۲/۱	٤/۲
ادویه	$۱/۱ \times ۱۰^{۷}$	۱/۸	۷/٤

جدول ۸- مقدار آلودگی میکروبی ادویهٔ پرتودهی شده با حداقل دُز لازم.

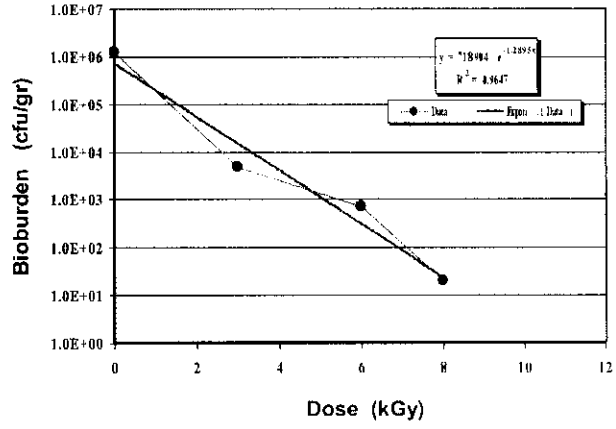
نمونه‌ها		شاهد (پرتودهی نشده)	پرتودهی شده
زردچوبه	باکتری	$۱/۷ \times ۱۰^{۷}$	۳۰۰
	کپک	$۱۰^{۳}$	<۱۰
فلفل	باکتری	$٤/۷ \times ۱۰^{۷}$	۹۰۰
	کپک	$۷/۲ \times ۱۰^{۳}$	<۱۰
پودرسیر	باکتری	$۱/۹ \times ۱۰^{۶}$	٦۰۰
	کپک	$۱/۸ \times ۱۰^{۳}$	<۱۰
پودرپیاز	باکتری	$۱/۲ \times ۱۰^{۶}$	۸۰۰
	کپک	$٥/٥ \times ۱۰^{۳}$	<۱۰
آویشن	باکتری	$۱۰^{٥}$	٤۰۰
	کپک	۳×۱۰^{۲}	<۱۰
ادویه	باکتری	$۱/۱ \times ۱۰^{۷}$	۲۰۰
	کپک	$۷/۲ \times ۱۰^{٤}$	۱۰



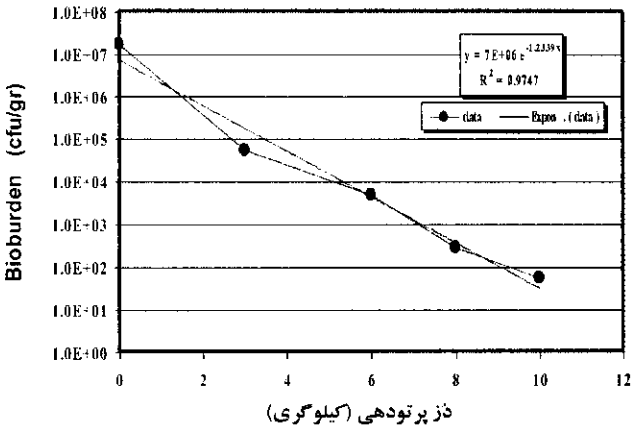
شکل ۱- نمودار دُز- پایندگی ریزسازواره‌های پودر سیر پس ازپرتودهی با باریکه الکترون.

www.SID.ir

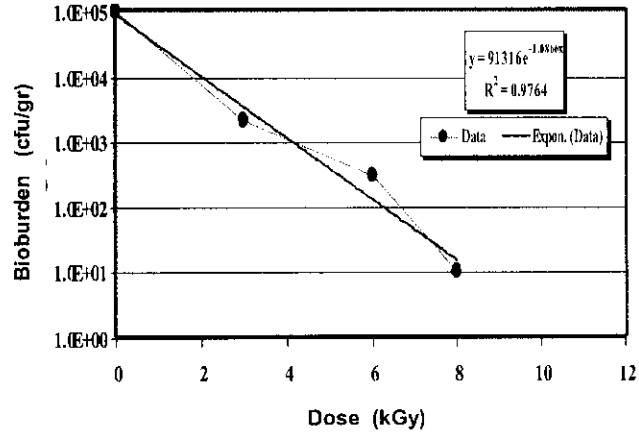
Archive of SID



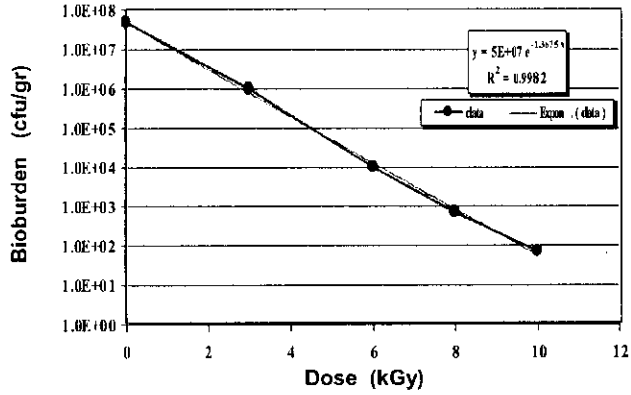
شکل۲- نمودار دز- پایندگی ریزسازواره‌های پودر پیاز پس از پرتودهی با باریکهٔ الکترون.



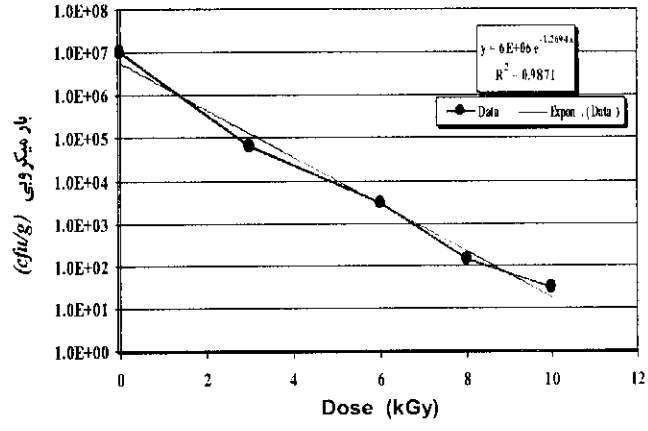
شکل۵- نمودار دز- پایندگی ریزسازواره‌های زردچوبه پس ازپرتودهی با باریکه الکترون.



شکل۳- نمودار دز- پایندگی ریزسازواره‌های آویشن پس ازپرتودهی با باریکه الکترون.



شکل۶- نمودار دز- پایندگی ریزسازواره‌های فلفل سیاه پس ازپرتودهی با باریکه الکترون.



شکل۴- نمودار دز- پایندگی ریزسازواره‌های ادویه پس ازپرتودهی با باریکه الکترون.

پی‌نوشت‌ها:

۱- Sporeforming Aeromesophilic Bacteria
۲- Bacillus Cereus
۳- Salmonella
٤- Aspergillus
٥- Penicillium
٦- Pepton Water
۷- Plate Count Agar
۸- Sabouraud Dextrose Agar
۹- Chloramphenicol 0.5 %
۱۰- D_{10} Value
۱۱- E. Coli
۱۲- Coliform

www.SID.ir

Archive of SID

References:

1- D.W. Thayer and E.S. jansephson, "Radiation pasteurization of food," CAST, The Science Source for Food, Agricultural and Environmental Issues, Issue Paper No. 7 (April 1996).

2- W. Stachowicz, "Irradiation of spices and herbs," Institue of Nuclear Chemistry and Technology (1997).

3- K. M. Shea, "Technical report: Irradiation of food," Pediatrics **106(6)**, 1505-1510 (Dec 2000).

4- M. Marcotte, "Effect of irradiation on spices , herbs and seasonings–comparison with ethylen oxide fumigation," www.food-irradiation.com

5- J. Wolf, "Flavoring healthful diets-spices continue to show steady gain in popularity," Focus No. **54** (March 1995).

6- O. Bennett Wood, MPH, RD, Ch. M. Bruhn, PhD, "Food irradiation," American Dietic Association, **100**, 246-253 (2000).

7- "میکروبیولوژی ـ آئین کاربرد روشهای عمومی آزمایشهای میکروبیولوژی،" استاندارد ملی ایران، شماره **۲۳۲۵** (مهرماه ۱۳۸۰).

8- "Sterilization of medical devices microbiological methods-Part 1: Estimation of population of microorganisms on product," ISO 11737-1, First edition (1995).

9- "سترونی محصولات پزشکی ـ شناساگرهای زنده ـ قسمت اول: کلیات،" استاندارد ملی ایران، شماره **۱-۵٦۱۰** (شهریور ماه ۱۳۸۰).

10- Y. Tabata and Y. Ito, "Food Irradiation," CRC Handbook of Radiation Chemistry,.820 – 827 (1991).

11- "روش جستجو و شمارش بیشترین تعداد احتمالی اشرشیاکلی در مواد غذایی،" استاندارد ملی ایران، شماره **۲۹٤٦** (شهریور ۱۳۷۳).

12- "روش جداسازی، شناسایی و شمارش کلی فرمها،" استاندارد ملی ایران، شماره **٤۳۷** (آذر ۱۳٦۸).

www.SID.ir