کاهش کلیفرمها و اشریشیاکلی در شیرهای آلوده با استفاده از الکترونهای پرانرژی

بهرام وخشور*، اقدس مهدیزاده، نیره فلاح نژاد، رضا امرائی، حسین مسعودی، فرزان فلاحتی

سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها

چکیده:

در شیر میکروارگانیسم های متعددی وجود دارد و هدف از این تحقیق، کاهش کلی فرمها و اشریشیاکلی و نیز افزایش طول مدت نگهداری شیر می‌باشد. در این راستا ابتدا نمونه های شیر از منابع مختلف تهیه شد سپس بیشترین تعداد احتمالی کلی فرمها و اشریشیاکلی تعیین شد. پس از پرتودهی هرنمونه با دزهای ۰/۵ تا ۲/۰ کیلوگری ارزش D_{10} که مشخص کننده مقاومت جمعیت باکتریها به پرتو می باشد مشخص گردید. آزمایشات مختلف نشان داد که پرتودهی علاوه بر رساندن آلودگی میکربی شیر تا حد مطلوب، تغییر محسوسی در طعم، بو و نیز PH شیرهای مورد آزمون ایجاد نکرد. برای پرتودهی نمونه ها از باریکه الکترون ۱۰ MeV استفاده شد.

کلمات کلیدی: شیر، اشریشیاکلی، کلی فرمها، پرتودهی، باریکه الکترون

۱- مقدمه :

پرتودهی اثر فوق العاده ای بر ایمنی مواد غذایی دارد. محققین در طول ۴۰ سال گذشته دریافتند که پرتودهی موادغذایی را می توان برای رسیدن به اهدافی همچون از بین بردن حشرات و انگلها در انواع مواد غذایی، جلوگیری از جوانه زدن محصولاتی نظیر سیب زمینی وپیاز، تأخیر در رسیدن میوه های تازه وسبزیجات و کاهش تعداد میکروارگانیسمها استفاده کرد.

شروع پرتودهی مواد غذایی در دنیا بر اساس پذیرش استاندارد پرتودهی مواد غذایی در سال ۱۹۸۳ بود. این استاندارد بوسیله کمیته غذایی، سازمان خواربارو‌کشاورزی جهانی و سازمان بهداشت جهانی به نمایندگی بیش از ۱۳۰ کشور دنیا بر اساس تایید کمیته مشترک کارشناسی پرتودهی مواد غذایی(JECFI) مورد قبول قرار گرفت[۱،۲].

بیماریهای حاصل ازمصرف مواد غذایی آلوده یکی از مسائل حائز اهمیت در بهداشت وسلامت عمومی جامعه می باشد. باکتریهایی نظیر سالمونلا، کمپیلوباکتر و اشریشیاکلی عامل بروز بیماریهای حاصل از مواد غذایی آلوده در کشورهای صنعتی ازسال ۱۹۶۵ تا ۱۹۹۰ بوده است. در طی فرآیند پرتودهی، مواد غذایی در معرض منبع انرژی یونیزان به گونه ای قرار می گیرند که دز مشخص و معینی از پرتو را جذب کنند.

Archive of SID
www.SID.ir

پرتودهی مواد غذایی مزایای زیادی دارد که یکی از مزایای عمده آن کاهش میکربهای بیماریزا در مواد غذایی می باشد، اگر چه بطور کامل آنها را حذف نمی کند.

برخی از اثرات پرتو بر روی فعالیتهای بیولوژیک میکروارگانیسمها عبارتند از:

تغییر غشای سلولی که باعث اختلال در ورود و خروج مواد حیاتی مورد نیاز برای سلول می گردد.

تأثیر روی عملکرد آنزیمها.

تأثیر روی واکنشهای سنتزی درون سلول به خصوص سنتز اسیدهای نوکلئیک.

اثر بر روی متابولیسم انرژی درون سلولی با کاهش فسفریلاسیون.

تغییرات شیمیایی DNAموجود در میکروارگانیسمها که تمام اعمال حیاتی آنها به خصوص همانندسازی را تحت تأثیر قرار می دهد.

از بین این تغییرات تأثیر پرتو بر روی اسیدهای نوکلئیک بسیارحائزاهمیت می باشد.DNA (یا RNAدر برخی از ویروسها)هدف اصلی پرتو در از بین بردن میکروبها است[۲].

در اواخر دهه ۱۹۴۰ و اوایل ۱۹۵۰، پتانسیل ۵ نوع مختلف پرتو (نور ماوراء بنفش ، اشعهX، الکترون ها، نوترون هاو ذرات آنها) برای پرتودهی مواد غذایی بررسی شد. تحقیقات نشان داد که فقط اشعه کاتدی (الکترونها) ویژگیهای ضروری کارآیی، ایمنی و قابل کاربرد بودن را داشتند. براساس این تحقیقات اشعهX کاربردی نبود، زیرا راندمان تبدیل الکترون به اشعهX با امکانات آن زمان بسیار پائین بود. نورUV و ذرات آنها نیز بدلیل توانایی محدودشان در نفوذ به ماده غیر قابل کاربرد شناخته شدند. نوترونها نفوذ زیادی داشتند و در تخریب و غیرفعال سازی باکتریها خیلی موثر بودند اما بدلیل پتانسیل بالای آنها در ایجاد رادیواکتیویته در غذا، نامناسب بودند[۳و۴].

در دهه ۱۹۴۰ اولین منابع تولید پرتوهای یونیزان ماشینهایی بودند که باریکه های الکترون با انرژی بالا تا ۲۴ میلیون الکترون ولت تولید می کردند همچنین در همان زمان رادیونوکلئوتیدهای ساخته شده از قبیل کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ (که در زمان فروپاشی، اشعه گاما ساطع می کنند) در دسترس قرار گرفتند [۵].

از میان انواع غذاهایی که روزانه به مصرف انسان می رسد، شیر و فرآورده های آن به دلیل تنوعی که دارند در میان گروههای سنی مختلف جایگاه ویژه ای دارد. شیر یکی از مناسبترین مواد غذایی است که علاوه بر انواع پروتئین ها، چربیها (که نسبت به سایر چربیها و روغنها قابلیت هضم بالاتری دارد)، املاح مورد نیاز بدن بخصوص فسفر و کلسیم ، انواع ویتامین ها و نیز تمامی اسیدهای آمینه ضروری (که بدن قادر به ساخت آنها نیست) را داراست.

از آنجا که شیر عناصر لازم را در حدتعادل داراست ، محیط بسیار مناسبی برای فعالیت انواع میکروارگانیسم های عامل فساد اعم از باکتری ها، مخمرها و کپکهاست و بسادگی در معرض انواع آلودگی ها قرار می گیرد. بنابراین کنترل بهداشت در تمامی مراحل از لحظه دوشیدن تا رسیدن به کارخانه و نیز فرآیند تولید امری اجتناب ناپذیر است. معمولا شیر باید تحت فرآیندهای مختلفی قرار گیرد تا این آلودگی ها کاهش یافته یا حذف گردد.

Archive of SID
www.SID.ir

در این تحقیق ما ازپرتوهای الکترونی ۱۰ MeV تولید شده توسط شتابدهنده الکترون Rhodotron TT200 به منظور کاهش آلودگی شیر استفاده کردیم.

۲- مواد وروشها:

۲-۱-دزیمتری:

به انرژی در واحد جرم دز گفته می‌شود و به کلیه ابزارهایی که برای سنجش دز استفاده می شود دزیمتر گفته می‌شود. دزیمترها بر حسب نوع استفاده از آنها به دسته های مختلفی از جمله، فیلم دزیمترها، کالریمترها، دزیمترهای شیمیایی تقسیم می شوند که هر کدام ازآنها بسته به نوع استفاده از آنها برای بازه های خاص دزیمتری کالیبره شده و استفاده می‌شوند. در این مرکز چون معمولا از باریکه الکترون به منظور پرتودهی با دزهای بالا استفاده می شود، دزیمترهایی همچون کالریمتر، فیلم دزیمترهای CTA (سلولز تری استات) وB_3 استفاده می شود. اما برای استفاده از دزهای پایین در جهت راه اندازی پروژه های تحقیقاتی چون این پروژه از دزیمترهایی که در محدوده دز پایین کار می کنند استفاده می شود. بدین منظورپس از آماده سازی نمونه‌ها، جهت بررسی اثر تابش بر رفتار آنها، پرتودهی بوسیله‌ی الکترونهای ۱۰ MeV ناشی از شتابدهنده الکترون Rhodotron مدل TT200 (IBA, Belgium) در بازه دزهای جذبی x-y kGy صورت گرفته است. جهت مقایسه منطقی نتایج، پرتودهی نمونه‌ها تحت شرایط یکسان صورت گرفته است. در محاسبه دز جذبی محلولها از قرص آلانین به عنوان دزیمتر استفاده شده است. بدین منظور از تکنیک تشدید پارامغناطیسی الکترون (Electron Paramagnetic Resonance) جهت استفاده از قرص آلانین به عنوان دزیمتر استفاده شده است (ISO/ASTM 51261) [۶].

۲-۲- تعیین آلودگی میکربی:

برای تعیین تعداد میکروارگانیسمها، نمونه های شیر از منابع مختلف تهیه شد سپس شیرها در ظروف استوانه ای درپیچ دار استریل به قطر ۴سانتیمتر و ارتفاع ۳ سانتیمتریخته شد تا مورد پرتودهی قرار گیرد . سپس شیرها با دزهای ۰/۵، ۱/۰، ۱/۵ و۲/۰ کیلوگری پرتودهی شد. لازم به ذکر است که ۴ تکرار آزمایش برای هر دز در نظر گرفته شدوشمارش کلی فرمها طبق استاندارد ملی ایران شماره۱-۵۴۸۶ و ۲-۵۴۸۶ وشمارش اشریشیاکلی مطابق با استاندارد شماره ۵۲۳۴ در ۱ میلی لیتر شیر بدست آمد[۷،۸،۹].

۲-۳-تعیین ارزش D_{10}:

پس از مشخص شدن میزان آلودگی اولیه، نمونه‌ها با دزهای مختلف(۰/۵تا ۲/۰ کیلوگری) پرتودهی شد وسپس میزان باکتری باقیمانده را در نمونه های پرتودهی شده بدست آوردیم.با استفاده از اطلاعات بدست آمده منحنی دز پایندگی مربوط به نمونه ترسیم شده و برای محاسبه ارزشD_{10} با استفاده از معادله حاصل از

Archive of SID
www.SID.ir

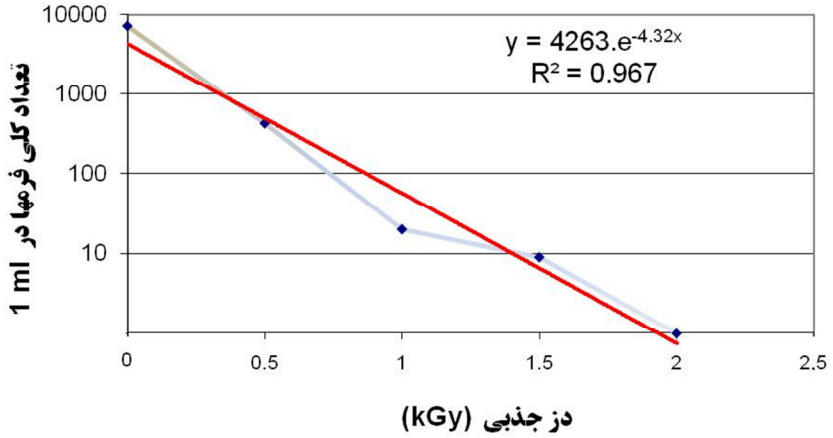
برازش منحنی‌ها، مقادیر دز را در سیکلهای متوالی محاسبه کرده و از تفاضل دو دز متوالی مقدار میانگین D_{10} معین می شود (شکل شماره ۲و۱).

برای محاسبه دز بهینه پرتودهی(D) برای کاهش بار میکربی سه فاکتور مورد نیاز است ۱- میزان آلودگی میکربی اولیه (N_0) ۲- ارزش D_{10} ۳- سطحی از آلودگی باقیمانده در مواد پس از پرتودهی که مطلوب و مورد نظر است(N_T) [۱۰] .

$$D=D_{10}(\text{Log } N_0-\text{Log } N_T)$$ (فرمول شماره ۱)

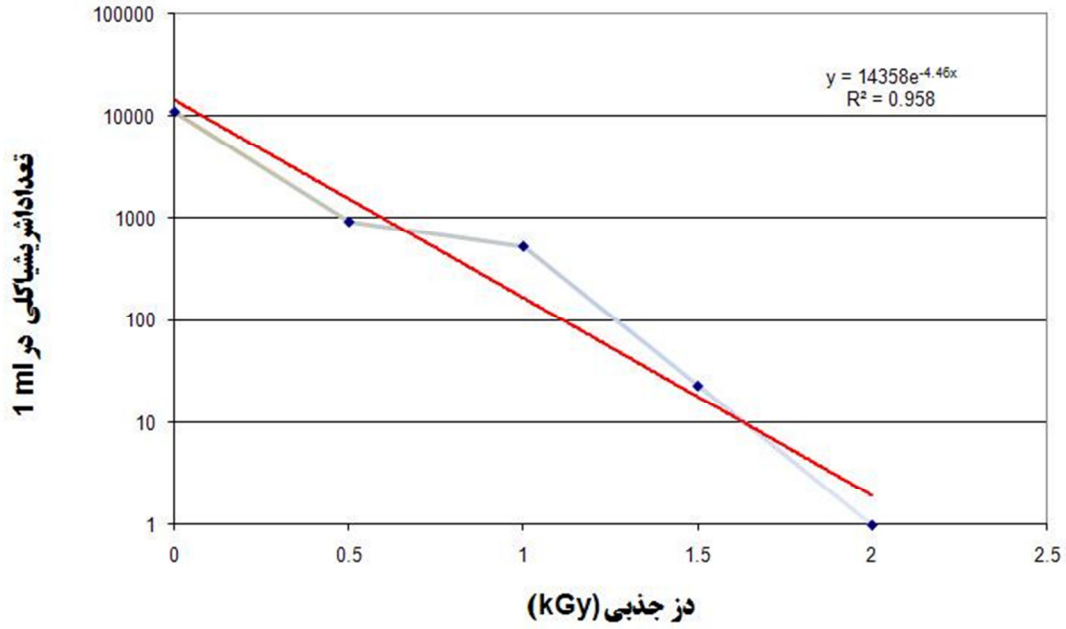
۳-نتایج :

با انجام آزمایش بر روی نمونه های متعدد شیر قبل وبعد از پرتودهی مشاهده شد که بیشترین تعداد احتمالی کلی فرمها قبل از پرتودهی از ۷۵۰۰تا ۱۱۰۰۰۰ باکتری در میلی لیتر متغیر بود وپس از پرتودهی با دز ۲/۰kGy این سطح آلودگی دامنه تغییری بین ۱ تا ۱۰ باکتری در میلی لیتر را نشان داد. در ضمن فاکتور D_{10}برای کلی فرمها در نمونه های مختلف از۰/۳۸ kGyتا۰/۸۸kGy متغیر بود که پس از میانگین گیری دز ۰/۶kGyبه عنوان فاکتورD_{10} برای کلیفرمهای موجود در شیر بدست آمد. همچنین بیشترین تعداد احتمالی اشریشیا کلی قبل از پرتودهی از ۲۳۰۰تا ۲۲۵۰۰ باکتری در میلی لیتر متغیر بود وپس از پرتودهی با دز ۲/۰kGy این سطح آلودگی به کمتر از ۱ باکتری در میلی لیتر رسید.در ضمن فاکتور D_{10}برای اشریشیاکلی در نمونه های مختلف از۰/۴۳ kGyتا ۰/۵۸kGy متغیر بود که پس از میانگین گیری دز ۰/۵kGyبه عنوان فاکتورD10 برای اشریشیا کلی موجود در شیر بدست آمد لازم بذکر است که دامنه تغییرات PH نمونه های پرتودهی شده نسبت به نمونه های شاهددر تمامی موارد کمتر از ۱ واحدبود که نتایج آن در جدول شماره ۱ آورده شده است.



شکل شماره ۱ : منحنی دز پایندگی کلی فرمها در نمونه شیر"مهریز"پس از پرتودهی با دزهای مختلف

www.SID.ir



شکل شماره ۲ : منحنی دز پایندگی اشریشیا کلی در نمونه شیر "چاه اکرمی" پس از پرتودهی با دزهای مختلف

جدول شماره ۱ :تغییراتPHدر تعدادی از نمونه های مختلف شیر بر اثر پرتودهی

دزجذبی(kGy) / نمونه	۰	۰/۵	۱/۰	۱/۵	۲/۰
اشکذر	۶/۱	۶/۱	۶/۱	۶/۰	۶/۰
چرخاب	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۶/۴
چاه اکرمی	۶/۰	۶/۰	۶/۰	۵/۸	۶/۷
مهریز	۶/۲	۶/۲	۶/۱	۶/۱	۶/۰
علی آباد	۶/۳	۶/۳	۶/۳	۶/۳	۶/۲

٤- بحث :

با توجه به اینکه در بین اقلام غـذایی پرتودیـده تغییـرطعم وبـو در شـیر ومحصـولات شـیری محسـوس تـر است[۶]،در این تحقیق با استفاده از آلودگی اولیه شیرها و ارزش D_{10} (چون ارزش D_{10} کلیفرمهـا بـالاتر از اشریشیاکلی است به عنوان مبنای محاسبه دز بهینه پرتودهی مورد استفاده قرار گرفت) دز بهینه تعیـین شـد و نمونه های مختلف مورد پرتودهی قرار گرفتندکه بعنوان مثال آلودگی نمونه شیری با بیشترین تعـداد احتمـالی

Archive of SID
www.SID.ir

کلیفرم ۱۸۷۰۰ در میلی لیتر و بیشترین تعداد احتمالی اشریشیاکلی ۱۲۰۰۰ در میلی لیتر پس از پرتودهی با دز ۳kGy به کمتر از ۱ در میلی لیتر رسید، علاوه بر اینکه تغییرمحسوسی در طعم وبوی نمونه های پرتودهی شده ایجاد نگردید. به علاوه با این دز سرعت دلمه شدگی نمونه های پرتودهی شده نسبت به نمونه های پرتودهی نشده تغییر نیافت وبا توجه به بهبود کیفیت میکربی شیر پس از پرتودهی می توان از این روش برای فرآوری شیرهای بسیار آلوده به کلیفرمها و اشریشیاکلی استفاده نموده واز این شیرها در صنایع کنار دستی همچون تهیه پودرهای شیر خشک و مکملها برای تغذیه دام استفاده نمودودر مجموع میتوان پرتودهی با باریکه الکترون را روشی بسیارسریع، مفید، ایمن وقابل قبول در بهبود کیفیت شیر در نظر گرفت.

۵-منابع:

۱-ترجمه حمیدرضا ذوالفقاریه"حقایقی در مورد پرتودهی مواد غذایی"انتشارات آژانس بین المللی انرژی اتمی، مین، اطریش ، دسامبر ۱۹۹۱.

۲-حسین خلفی، محمد قنادی مراغه، فائزه فاطمی، "پرتودهی مواد غذایی- اصول و کاربردها" انتشارات زلال کوثر با همکاری روابط عمومی پژوهشگاه علوم وفنون هسته ای، پاییز ۱۳۸۶.

3. O.P.Snyder , D.M.Poland ;"Food Irradiation Today " ; Hospitality Institute of Technology and Management;St.Paul,Minnesota ; copyright 1995

4-Josephson ES,Peterson MS.Preservationof food by ionizing irradiation.Florida:Boca Raton, 1982

5 . Revision of the Opinion of the Scientific Committee on Food on the Irradiation of Food ; European commission ; April 2003

6-ISO/ASTM 51649(E), "Standard practice for dosimetry in an Electron beam facility for radiation processing at energies between 300 keV and 25MeV," (2005).

۷-موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، "شیر و فرآورده های آن-شمارش کلیفرمها قسمت اول روش شمارش پرگنه ها در ۳۰درجه سیسیوس-بدون تقویت سازی"شماره ۱-۵۴۸۶، (۱۳۷۹)

۸- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، "شیر و فرآورده های آن-شمارش کلیفرمها قسمت دوم روش شمارشبیسترین تعداد احتمالی در ۳۰درجه سیسیوس "شماره ۲-۵۴۸۶، (۱۳۷۹)

۹- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، "شیر و فرآورده های آن شمارش اشریشیا کلی-روش بیشترین تعداداحتمالی "شماره ۵۲۳۴،(۱۳۷۸)

10-Branka Katusin-Razem, Boris, Novak, Dusan, Razem, "Microbiological decontamination of botanical raw materials and corresponding pharmaceutical products by irradiation," Radiation Physics and chemistry, 62, 261-275, (2001).

Archive of SID
www.SID.ir