Archive of SID

بررسی ویژگی‌های کیفی و میکروبیولوژیکی آویشن شیرازی تحت تیمار پرتودهی

ساناز آقاجانی اینچه کیکانلو[1]، حمید توکلی پور[2]، محسن مختاریان[3]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
۳- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت : ۹۵/۴/۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۷

چکیده

پرتودهی با اشعه گاما یکی از روش‌هایی است که امروزه به طور گسترده برای حذف آلودگی میکروبی مواد غذایی به کار می‌رود. در این پژوهش تأثیر پرتودهی گاما در سه سطح ۶، ۸ و ۱۰ کیلوگری بر روی خصوصیات فیزیکی و میکروبی آویشن شیرازی بررسی شد. مقایسه میانگین بین تیمارهای به روش حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) در سطح احتمال ۹۹ درصد انجام شد. نتایج نشان داد که پرتودهی تا دُز ۱۰ کیلوگری هیچ گونه تأثیر سویی بر روی رنگ آویشن نداشت. همچنین بیشترین تغییرات میزان رطوبت، روغن فرار و اندیس حلالیت آویشن در دُز بالاتر از ۶ کیلوگری مشاهده شد. استفاده از دُز پرتودهی با شدت ۱۰ کیلوگری منجر به حذف کامل آلودگی میکروبی آویشن شد. با توجه به اینکه دُز پرتودهی با شدت kGy ۱۰ سبب حذف کامل آلودگی میکروبی آویشن شد، بنابراین استفاده از پرتودهی تا این دُز برای آلودگی‌زدایی آویشن پیشنهاد می‌شود.

واژه های کلیدی: پرتودهی، آویشن شیرازی، ترکیبات فرار، آلودگی میکروبی، اندیس D.

*مسوول مکاتبات: aghajani.sanaz@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

طبق تعریف سازمان جهانی استاندارد، ادویه‌ها فرآوردهای گیاهی هستند که جهت طعم و مزه بخشیدن به غذاها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ادویه آویشن(*Thymus vulgaris* L.) به عنوان یکی از متداول‌ترین طعم‌دهنده‌ها با منشاء طبیعی در تهیه و فرمولاسیون مواد غذایی کاربرد فراوانی دارد. آویشن یکی از گیاهان تیره نعناعیان است که به صورت بوته‌های متراکم در دامنه‌های خشک و بین تخته سنگ‌های نواحی مختلف مدیترانه از جمله در کشورهای فرانسه، پرتغال، اسپانیا، ایتالیا و یونان می‌روید. این گیاه در نواحی نیمه خشک زلاندنو به میزان چندین هزار هکتار به صورت خودرو وجود دارد. این گونه در کشور ما به طور وحشی دیده شده است(۱). البته آویشن همه ساله در سطح وسیعی از کشورهای اسپانیا، آلمان، فرانسه، پرتغال، آمریکا، چک، اسلواک، مجارستان و شمال آفریقا کشت می‌شود(۲). در ایران نیز سطح زیر کشت این گونه رو به افزایش است.

جهت حذف آلودگی‌های میکروبی ادویه‌جات از روش‌های مختلفی نظیر حرارت‌دهی مستقیم (به دلیل اُفت ترکیبات مؤثره و اسانس‌ها منسوخ شده است) و نیز گازدهی(با اکسید اتیلن و پروپیلن) استفاده می‌گردد. اخیراً با توجه به اثرات جانبی مواد شیمیایی و اثرات مخرب بعضی روش‌های فیزیکی در حذف آلودگی ادویه‌جات، توجه محققان به بررسی اثرات پرتودهی گاما بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی ادویه‌جات معطوف شده است. در ادامه به برخی از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه اشاره می‌شود. سلز و همکاران اثرات پرتودهی گاما و نانوذرات نقره را روی ویژگی‌های میکروبی زعفران با استفاده از تکنولوژی هاردل مطالعه نمودند. که نتایج نشان داد که هر دو هاردل بکار رفته می‌تواند سبب پایداری میکروبی زعفران را تضمین نماید. همچنین بهترین دُز پرتودهی برای زعفران بسته‌بندی شده در بسته‌بندی فاقد نانوذرات نقره، ۴ کیلوگری تشخیص داده شد(۳). گاموس و همکاران اثر پرتودهی گاما بر روی میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت آنتی اکسیدانی آویشن را مطالعه نمودند. کاهش مقدار فنل و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس گیاه آویشن در اثر پرتودهی از نتایج این مطالعه بود(۴). گاموس در مطالعه‌ای به بررسی اثر پرتودهی گاما بر خاصیت ضد قارچی گیاه آویشن پرداخت. نتایج بیانگر کاهش خاصیت ضد قارچی آویشن با افزایش دوز پرتوی گاما بود(۵). شارما و همکاران حالت میکروبیولوژیکی و ویژگی‌های ضد قارچی ادویه‌جات پرتودهی شده را مطالعه نمودند که نتایج نشان داد که پرتودهی در دامنهٔ دُزهای ۷/۵ تا ۱۰ کیلوگری جهت استریل نمودن ادویه‌ها کافی بود. (۶). حداد و همکاران به منظور بررسی اثر تابش‌دهی گاما بر ترکیب شیمیایی اسانس آویشن، از آنالیز GC/MS استفاده نمودند. نتایج بیانگر عدم تغییر کمی و کیفی ترکیب شیمیایی اسانس آویشن در اثر پرتودهی با دُز ۲۵ کیلوگری بود(۷). گوچی و همکاران تأثیر پرتودهی در دُز ۱۰ کیلوگری را، روی تشکیل رادیکال آزاد و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی ۹ گونهٔ معطر علفی و ادویه‌ای مطالعه نمودند. پرتودهی سبب افزایش میزان رادیکال کینون در تمامی نمونه‌های مورد بررسی شد. همچنین در برخی از ادویه‌جات میزان کاروتنوئیدها و آسکوربات کاهش یافت(۸). واریار و همکاران به بررسی اثر پرتودهی گاما بر ترکیب فنولیک اسید در پنج گونه ادویه هندی پرداختند.که عدم تغییر میزان این ترکیب در دارچین، کاردامون و پوست گردو و افزایش این ترکیب در دو ادویه دیگر در این بررسی گزارش شد(۹). جمشیدی و همکاران اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضد اکسایشی و ضد میکروبی پودر دارچین را بررسی نمودند. که نتایج نشان داد تیمار پرتودهی دارچین اثر سویی بر فعالیت ضد اکسایشی و ضد میکروبی آن نداشت. (۱۰). شبانی و زجاجی میزان آلودگی ادویه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مصرفی در تولید مواد غذایی به اسپورهای مقاوم در برابر حرارت را مطالعه نمودند. به طور کلی این محققین اذعان نمودند که روش حرارت دادن سوسپانسیون در سرکه ادویه‌ها مؤثرترین، ارزان‌ترین و کاربردی‌ترین روش برای حذف آلودگی‌های ادویه‌ها بخصوص آلودگی اسپوری آنها تشخیص داده شد(۱۱).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه اثرات پرتودهی بر گیاهان دارویی صورت گرفته است، ولی با توجه به عدم مشاهدهٔ پژوهشی مناسب برای تعیین تاثیرات سطوح مختلف پرتو دهی گاما که امروزه برای کاهش بار میکروبی ادویه جات در کارخانه جات مورد استفاده قرار میگیرد بر خواص کیفی مثل رطوبت ، میزان حلالیت،روغن فرار و شدت رنگ و خواص میکروبی ادویه آویشن ، در این مطالعه به بررسی آن پرداخته می‌شود و بهترین سطح پرتو دهی برای کاهش بار میکروبی که با حفظ خواص کیفی همراه باشد تعیین میگردد.بدین منظور آویشن را در سه سطح ۶ ، ۸ و ۱۰ کیلو گری پرتو دهی کرده و تاثیرات سطوح پرتو را بر روی کاهش میزان بار میکروبی و تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار دادیم.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی مادهٔ اولیه

آویشن به عنوان مادهٔ اولیه از عطاری محلی در استان تهران خریداری شد. پس از خریداری آویشن و انتقال در کیسه‌های پلی اتیلنی به آزمایشگاه، ابتدا نمونه‌ها سرند شدند تا خاک، خار و خاشاک موجود در آن تا جای ممکن حذف شود. سپس سایر مواد خارجی(برگ سایر گیاهان، چوب و غیره) از برگ‌های آویشن جداسازی گردید. نمونه‌ها تمیز شده، بسته‌بندی و برای مراحل بعد در جایی خشک و خنک نگهداری شد.

۲-۲- فرآیند پرتودهی

نمونه‌های آویشن در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی شد(بسته‌های ۱۰۰ گرمی). سپس با ۴ سطح مختلف (صفر، ۶، ۸ و ۱۰ کیلوگری) تحت پرتودهی قرار گرفت. بسته‌بندی نمونه‌ها به نحوی بود که از آلودگی ثانویه نمونه‌ها پس از پرتودهی محافظت شود. دُز صفر آلودگی اولیهٔ این مواد را نشان می‌دهد که به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برای هر دُز تعداد ۶ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت. تعداد کل نمونه‌های مورد آزمایش در این بررسی ۲۴ نمونه بود. برای پرتودهی نمونه‌ها دستگاه پرتودهی موجود در سازمان انرژی اتمی ایران(تهران) با منبع کبالت ۶۰ (Gammacelh 220) در دمای محیط($25^{o}C$) استفاده شد.

۲-۳- خواص فیزیکوشیمیایی

۲-۳-۱ میزان رطوبت

میزان رطوبت آویشن تازه و پرتودیده طبق استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۱۱۹۶ اندازه‌گیری شد. مراحل کار مختصراً بدین صورت بود که حدود ۴۰ گرم آزمونه را با تقریب ۰/۰۱ گرم به صورتی که مقدار آب جمع شده بیشتر از ۴/۵ میلی لیتر نباشد، توزین گردید. آزمونه به طور کمی به همراه تولوئن به بالن تقطیر منتقل گردید و مقدار کافی تولوئن(حدود ۷۵ میلی لیتر) اضافه کرده تا نمونه‌ها به طور کامل پوشانده شود. سپس بالن را با شدت حرارت داده، بطوریکه سرعت عمل تقطیر به ۱۰۰ قطره در دقیقه برسد. وقتی که قسمت اعظم آب تقطیر شد، سرعت تقطیر تا ۲۰۰ قطره در دقیقه افزایش داده شد و عمل تقطیر تا زمانی که دیگر آب جمع نشود، ادامه یافت. سپس مقدار رطوبت موجود در نمونهٔ آویشن بر حسب درصد جرمی، طبق رابطهٔ زیر تعیین شد(۱۲):

$$Mc = \frac{100V}{m} \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این معادله، M_c میزان رطوبت بر حسب درصد جرمی، V حجم آب جمع‌آوری شده برحسب میلی لیتر و m جرم آزمونه اولیه بر حسب گرم. در اینجا چگالی آب دقیقاً یک گرم بر میلی لیتر در نظر گرفته شده است.

۲-۳- ۲ روغن فرار

میزان روغن فرار آویشن تازه و پرتودیده طبق استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۱۸۱۸ انجام گردید. مقدار روغن فرار (w_{vo}) موجود در نمونهٔ آویشن بر حسب میلی لیتر در هر ۱۰۰ گرم مادهٔ خشک، طبق رابطهٔ زیر تعیین شد(۱۳):

(۲)

$$w_{vo} = 100 \times \frac{v_1 - v_o}{m} \times \frac{100}{100 - w_{H_2O}}$$

در این معادله، V_o حجم(برحسب میلی لیتر زایلن بدست آمده)، V_1 حجم کل(برحسب میلی لیتر روغن فرار و زایلن بدست آمده)، m جزء حجمی(برحسب گرم آزمونه) و w_{H2O} مقدار رطوبت(برحسب درصد جزء حجمی) است.

۲-۳-۳ اندیس حلالیت

اندیس حلالیت آویشن تازه و پرتودیده طبق استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۲۰۹۰ انجام گردید. مراحل کار مختصراً به شرح ذیل می‌باشد. ۱۰ گرم پودر آویشن با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر ۲۴ درجه سانتیگراد در ظرف مخصوص مخلوط‌کن اضافه و به مدت ۹۰ ثانیه چرخانده شد. سپس محلول حاصله را در لولهٔ سانتریفوژ مدرج، تا خط نشان ۵۰ میلی‌لیتر پُر گردید. لوله به مدت ۵ دقیقه با دور مناسب سانتریفوژ گردید. سپس مایع رویی حاصل از سانتریفوژ سرریز شد بطوریکه لایهٔ رسوب بهم نخورد و در حدود ۵ میلی لیتر مایع، روی رسوب باقی بماند. در حدود ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر ۲۴ درجه سانتیگراد مجدداً اضافه و لوله به آرامی تکان داده شد تا رسوب در آب پخش شود. سپس لوله تا خط نشان ۵۰ میلی لیتر از آب مقطر پُر و مجدداً طبق مراحل قبل عمل سانتریفوژ کردن ادامه یافت. سپس لوله در یک حالت عمودی در حالیکه سطح بالایی رسوب مقابل چشم قرار گرفته بود نگهداشته شد و نزدیکترین خط تقسیم به رسوب قرائت گردید. مقدار رسوب موجود در لوله اندیس قابلیت انحلال پودر را نشان می‌دهد(۱۴).

۲-۳-٤ شدت رنگ

شدت رنگ موجود در نمونهٔ آویشن بر حسب درصد جرمی، طبق رابطهٔ زیر محاسبه شد(۱۵):

(۳)

$$I(\%) = \frac{A \times 50 \times 100}{1607 \times m}$$

در این معادله، I شدت رنگ(برحسب درصد جرمی)، A جذب اندازه‌گیری شده و m جرم آزمونه(برحسب گرم) است.

۲-٤- خواص میکروبی

۲-٤-۱ شمارش کلی میکروارگانیسم ها

آزمون شمارش کلی میکروارگانیسمهای نمونه‌های مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۳۶۷۷ و ۱-۸۹۲۳ انجام شد. آماده‌سازی سوسپانسیون اولیه به صورتی انجام شد که توزیع یکنواختی از میکروارگانیسم‌های موجود در آزمایه تهیه گردد.. پس از آماده‌سازی سوسپانسیون اولیه و رقت‌های اعشاری بعدی، آن‌ها در مدت زمان حداکثر ۱۵ دقیقه به محیط کشت پلیت کانت آگار و به روش پور پلیت دو لایه تلقیح و بعد از گذشت ۴۸ ساعت در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد انکوباتور گذاری و سپس کلنی ها شمارش شد (۵،۶).

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

در این بررسی از طرح آماری کاملاً تصادفی استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) در سطح احتمال ۹۵٪ صورت گرفت. داده‌ها توسط نرم افزار Statistix نسخه ۸ آنالیز گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر میزان پرتودهی بر روی خواص کیفی و میکروبی آویشن شیرازی در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج نشان داد که تأثیر میزان پرتودهی بر روی خصوصیات میزان رطوبت، روغن فرار، اندیس حلالیت و شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد که پرتودهی هیچگونه تأثیر معنی‌داری روی رنگ آویشن شیرازی نداشت.

مقایسه میانگین تأثیر میزان پرتودهی بر روی میزان رطوبت آویشن نشان داد که بیشترین میزان رطوبت در نمونهٔ پرتودهی نشده مشاهده شده است. همچنین نتایج نشان داد که بین شدت‌های پرتودهی ۸ kGy و ۱۰ kGy از لحاظ میزان رطوبت، اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد و تفاوتی در میزان رطوبت نداشتند. در طی پرتودهی مواد غذایی بخشی از آب موجود در مادهٔ غذایی یونیزه شده و سبب تولید رادیکال‌های هیدروژن و هیدروکسیل که قابلیت واکنش پذیری بالایی دارند را می‌نماید. رادیکال‌های هیدروژن و هیدروکسیل تشکیل شده می‌توانند با یکدیگر، با اکسیژن محلول در آب و بسیاری از مولکول‌های آلی و معدنی و یون‌های که ممکن است در آب موجود باشند وارد واکنش شوند. بنابراین پدیدهٔ یونیزاسیون رخ داده طی پرتودهی یکی از عوامل مهم کاهش رطوبت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد می‌باشد که این حالت با افزایش دُز پرتودهی به شکل آشکارتری مشخص شده است. برخی از واکنش‌های صورت گرفته طی یونیزاسیون مولکول آب به صورت زیر است(۱۹،۱۸):

$$H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$$
$$e^- + H_2O \rightarrow H_2O^-$$
$$H_2O^+ \rightarrow H^+ + OH^o$$
$$H_2O^- \rightarrow H^o + OH^-$$

سانچز بل و همکاران و همکاران کیفیت شیمیایی و حسی بادام پرتودهی شده با باریکهٔ الکترونی را مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که افزایش دُز پرتودهی از صفر تا ۱۰ کیلوگری، در بادام نگهداری شده به مدت ۲۱ روز، سبب کاهش میزان رطوبت از ۳/۷۷٪ تا ۳/۷۰٪ گردید(۲۰). معتمد زاده و همکاران تأثیر پرتودهی با اشعه گاما را روی کاهش بار میکروبی گوشت قرمز مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که نمونه پرتودهی شده در مقایسه با نمونهٔ شاهد، میزان مادهٔ خشک بیشتر(یا به عبارتی رطوبت کمتر) داشت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد(۲۱). حسینی و همکاران تأثیر پرتودهی با اشعهٔ گاما را روی خصوصیات میکروبی و شیمیایی خرمای مضافتی بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش میزان دُز پرتودهی از صفر تا ۲/۵ کیلوگری، تأثیر معنی‌داری روی میزان رطوبت نمونه خرما مشاهده نشد(۲۲). حسن زاده و همکاران اثرات اشعه گاما و پوشش خوراکی کیتوزان بر روی ویژگی‌های باکتریایی، شیمیایی و حسی گوشت مرغ را بررسی نمودند. مطالعه حاضر جهت ارزیابی اثر توام پرتودهی با اشعه گاما در دوز پایین(۲/۵ کیلوگری) و پوشش خوراکی کیتوزان(۲٪) بر روی ماندگاری گوشت سینه مرغ انجام گرفته است. نمونه‌های گوشت به ۴ گروه تقسیم شدند: بدون پوشش و بدون اشعه(C)، با پوشش کیتوزان و بدون اشعه(CH)، بدون پوشش کیتوزان و با اشعه(I) و با پوشش کیتوزان و با اشعه(ICH). نتایج نشان داد که میزان فعالیت آبی نمونه‌های مرغ پوشش‌دهی شده با کیتوزان و پرتودهی شده(a_w=۰/۹۶) کمتر از نمونه‌های مرغ پوشش‌دهی شده با کیتوزان و پرتوندیده(a_w=۰/۹۷) بود(۲۳).

در خصوص تأثیر میزان پرتودهی بر روی رنگ آویشن شیرازی مشاهده گردید که میزان مختلف سطوح پرتودهی تأثیر معنی‌داری بر روی رنگ آویشن نداشت و مقادیر رنگ تقریباً در تمامی تیمارها یکسان بود. نتایج این مقایسات مشابه

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون های انجام شده ت توسط ودادی و همکاران مشاهده شدکه آنها تأثیر دُز پرتودهی را جهت کاهش بار میکروبی زعفران مطالعه نمودند. میزان دُزهای پرتودهی مورد استفاده ۰، ۲، ۴، ۶ و ۷ کیلو گری بود. نتایج نشان داد که، در مقایسه نمونه‌های پرتو دیده و شاهد تغییرات کمی و کیفی از نظر رنگ مشاهده نگردید(۲۴). مکسیس و همکاران تأثیر پرتوی گاما را روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مغز بادام خام پوست‌گیری نشده مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که افزایش دُز پرتودهی از صفر تا ۳ کیلوگری تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی شدت رنگ مغز بادام خام نداشت(۲۵). مکسیس و همکاران تأثیر پرتوی گاما را روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی آجیل آکاژو (Cashew nuts) (Anacardium occidentale L.) مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که افزایش دُز پرتودهی از صفر تا ۷ کیلوگری، تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی شدت روشنایی آجیل آکاژو نداشت(۲۶).

مقایسه میانگین تأثیر میزان پرتودهی بر روی روغن فرار آویشن نشان داد که بیشترین میزان روغن فرار در نمونهٔ پرتودهی نشده مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان روغن فرار در نمونهٔ آویشن پرتودهی شده در سطحkGy ۱۰ مشاهده شد. حداد و همکاران در پژوهشی تأثیر اشعه گاما(۲۵ کیلوگری) و الکترون‌های پُر انرژی را روی اسانس آویشن باغی، اکالیپتوس و اسطوخدوس مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اشعه گاما و الکترون‌های پُر انرژی تغییر معنی‌داری در عملکرد و مقدار اسانس نداشت(۷). صالحی و همکاران تغییرات ترکیبات اسانس گیاهان دارویی و خوراکی که با اشعه گاما ضدعفونی می‌شوند را مطالعه نمودند. در این پژوهش ده گیاه دارویی و خوراکی(نعناع قمی، نعناع فلفلی، گشنیز، رازیانه، زنجفیل، زیره سبز، زیره سیاه، بادرنجویه، آویشن باغی و آویشن شیرازی) که حاوی اسانس هستند، بررسی شدند. نتایج نشان داد که در شدت‌هایی از تابش اشعه گاما، از بین ده گیاه مورد آزمون، اسانس گیاه گشنیز دستخوش تغییرات فاحش گشته است(۲۷).

مقایسه میانگین تأثیر میزان پرتودهی بر روی اندیس حلالیت آویشن نشان داد که بیشترین میزان اندیس حلالیت آویشن در نمونهٔ پرتودهی شده در شدت kGy ۱۰ مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که بین نمونهٔ پرتودهی نشده و نمونهٔ اشعه دیده در شدت kGy ۸ از لحاظ میزان اندیس حلالیت، اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد. پروتئین‌ها و سایر ترکیبات نیتروژن‌دار مواد غذایی، حساس‌ترین ترکیبات نسبت به تشعشع می‌باشند(بخصوص اسیدآمینهٔ سیستین). در این خصوص اسیدهای آمینهٔ آروماتیک حساس‌تر از سایر اسیدهای آمینه می‌باشند و ساختار حلقوی‌شان دچار تغییر می‌شود. بنابراین اثر پرتودهی بر روی پروتئین‌ها می‌تواند به صورت‌های دناتوراسیون پروتئین‌ها، کاهش انحلال و اختلال در وضعیت کاری ظاهر شود که این عوامل سبب کاهش حلالیت آویشن پرتودهی شده، گردیده است. همچنین رادیولیز مولکول‌های آب(واپاشی مولکول‌ها توسط تابش‌دهی) اثر تخریبی غیر مستقیم بر ساختار پروتئین‌ها داشته به طبع آن، حلالیت کاهش می‌یابد(۱۹).

همانطور که قبلاً ذکر شد (جدول ۱)، تأثیرسطوح مختلف پرتودهی بر روی شمارش کلی میکروارگانیسم‌های آویشن شیرازی نشان داد که سطوح مختلف پرتودهی تأثیر معنی‌دار بر روی این شاخص داشت. مقایسه میانگین تأثیر سطوح پرتودهی بر روی شمارش کلی میکروارگانیسم‌های آویشن نشان داد که بیشترین تعداد میکروارگانیسم‌ها در پرتودهی نشده مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که بکارگیری شدت kGy ۱۰ پرتودهی سبب حذف کامل میکروارگانیسم‌ها از نمونه‌های آویشن تیمار شده گردید. علاوه بر اثر مستقیم، پرتودهی دارای اثر غیر مستقیم نیز بر مادهٔ غذایی می‌باشد. در طی پرتودهی مواد غذایی بخشی از آب موجود در مادهٔ غذایی یونیزه شده و سبب تولید رادیکال‌های هیدروژن(H^o) و

www.SID.ir

Archive of SID

هیدروکسیل(OH^o) که قابلیت واکنش پذیری شیمیایی بالایی دارند را می‌نماید. این رادیکال‌ها سبب به وجود آمدن آثار بیولوژیک در مادهٔ مورد نظر می‌گردند. از این نظر این واکنش‌ها سبب به وجود آوردن اثرات ثانویه یا غیر مستقیم می‌شوند. عمل یونیزاسیون مولکول‌های آب و تشکیل رادیکال‌ها صورت میگیرد.

رادیکال‌های هیدروژن و هیدروکسیل تشکیل شده می‌توانند با یکدیگر، با اکسیژن محلول در آب و بسیاری از مولکول‌های آلی و معدنی و یون‌های که ممکن است در آب موجود باشند وارد واکنش شوند. برخی از واکنش‌های صورت گرفته به صورت زیر است:

$$H^o + H^o \rightarrow H_2$$
$$OH^o + OH^o \rightarrow H_2O_2$$
$$H^o + OH^o \rightarrow H_2O_2$$
$$H^o + H_2O \rightarrow H_2 + OH^o$$
$$OH^o + H_2O_2 \rightarrow H_2O + H_2O^o$$
$$H^o + O^o \rightarrow HO_2{}^o$$
$$HO_2{}^o + HO_2{}^o \rightarrow H_2O_2 + O_2$$

پراکسید هیدروژن(H_2O_2) تشکیل شده طی واکنش‌های زنجیرهٔای فوق طی پرتودهی، عامل اکسیدکنندهٔ قوی بوده و به منزلهٔ یک سم بیولوژیک عمل می‌کند. رادیکال‌های هیدروکسیل و هیدروژن نیز می‌توانند به ترتیب در مقام یک عامل اکسیدکننده و احیاءکننده قوی وارد عمل شوند. البته طول عمر یا مدت بقای این رادیکال‌ها بی نهایت کوتاه است (کمتر از 10^{-5} ثانیه) اما همین مدت برای نابودی سلول‌های باکتریایی کافی می‌باشد. بنابراین یکی از علل کاهش میزان جمعیت میکروبی آویشن بعد از پرتودهی به دلیل تولید پراکسید هیدروژن تولید طی این فرآیند می‌باشد که بعد از ۱۰ kGy پرتودهی، سبب حذف کامل جمعیت میکروبی اولیه گردید. همچنین شکسته شدن پیوندهای در مولکول داکسی ریبونوکلئیک اسید(DNA) نیز باعث از دست رفتن توانایی سلول در تولید مثل شده و به طبع آن جمعیت میکروبی اولیه کاهش می‌یابد(۱۹،۱۸). نتایج مشابه توسط Vedadi و Naserian Khiabani مشاهده شد. آنها تأثیر دُز پرتودهی را جهت کاهش بار میکروبی زعفران مطالعه نمودند. در نمونه اولیه زعفران مجموع بار باکتریایی بیش از 10^5، قارچی 10^3 و مخمر 8×10^3 شمارش گردید بعد از پرتودهی در دُز ۷ کیلوگری میزان بار میکروبی به صفر تقلیل یافت(۲۴). Mehdicadeh و Fallahnejad اثر پرتودهی با باریکهٔ الکترون MeV ۱۰ را جهت کاهش بار میکروبی آویشن مطالعه نمودند. بدین منظور بسته‌های ۱۰ گرمی آویشن در معرض پرتودهی در دُزهای صفر تا ۱۰ کیلوگری توسط باریکهٔ الکترون MeV ۱۰ قرار گرفتند. در نمونه اولیه آویشن میانگین بار باکتریایی $1/00\times10^5$ و کپک 3×10^2 شمارش گردید. نتایج نشان داد که به ترتیب بکارگیری دُزهای ۳ و ۱۰ کیلوگری سبب کاهش بار میکروبی به صفر گردید(۲۸). همچنین نتایج مشابه توسط Hosseini و همکاران در خصوص تأثیر پرتودهی با اشعهٔ گاما روی خصوصیات میکروبی و شیمیایی خرمای مضافتی مشاهده شد(۲۲). Vali Asil و همکاران در پژوهش خود اذعان نمودند که پرتوی گاما به دو روش شامل واکنش با آب موجود در محیط و تولید رادیکال آزاد و نیز تخریب DNA و RNA میکروب‌ها سبب کاهش بار میکروبی می‌شود(۲۹). Sales و همکاران اثرات پرتودهی گاما و نانوذرات نقره را روی ویژگی‌های میکروبی زعفران با استفاده از تکنولوژی هاردل مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که پرتودهی زعفران در ۲ کیلوگری در بسته‌بندی پلی اتیلنی حاوی ۳۰۰ پی‌پی‌اِم نانوذرات نقره، بهترین نتیجه را در کاهش آلودگی داشت. همچنین بهترین دُز پرتودهی برای زعفران بسته‌بندی شده در بسته‌بندی فاقد نانوذرات نقره، ۴ کیلوگری تشخیص داده شد(۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مقایسه میانگین تأثیر دُز پرتودهی بر روی خواص کیفی و آلودگی میکروبی آویشن شیرازی.

دُز پرتودهی (kGy)	انحراف معیار±میانگین				
	رطوبت (٪ w.b.)	رنگ (٪)	روغن فرار (ml/۱۰۰g)	اندیس حلالیت (ml)	شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها (cfu/g)
صفر (کنترل)	۵/۳۰±۰/۰۰^{a}	۲/۰۰±۰/۰۰^{a}	۱/٤۰±۰/۰۰^{a}	۱/۰۰±۰/۰۰^{b}	۸۰۰۰۰۰±۰/۰۰^{a}
۶	۵/۰۶±۰/۱۷^{b}	۲/۰۰±۰/۰۰^{a}	۱/۲٦±۰/۰۵^{b}	۰/۹۰±۰/۰۰^{c}	۷۷۹±۱٦/۲۹^{b}
۸	۴/۴۳±۰/۰۳^{c}	۱/۹۷±۰/۰۵^{a}	۱/۲۰±۰/۰۰^{c}	۱/۰۷±۰/۰۵^{b}	۳۵۷±۱۰/٤۰^{c}
۱۰	۴/۲۶±۰/۰۵^{c}	۲/۰۰±۰/۰۰^{a}	۱/۱۰±۰/۰۰^{d}	۱/۲۳±۰/۰۵^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{d}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشابه، تفاوت آماری معنی‌داری ندارند (p<۰/۰۱).

طبق استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۳۶۷۷، مهمترین میکروارگانیسم‌های غالب در ادویه‌جات شامل کلی‌فرم‌ها، اشریشیاکلی، باسیلوس سرئوس، کلستریدیوم پرفرنژانس، کپک و تخم انگل می‌باشند. جهت اطمینان از حذف میکروارگانیسم‌های غالب در آویشن، طی فرآیند پرتودهی، نمودار «پایندگی-دُز» (نموداری که میزان بقای میکروارگانیسم‌های را نسبت به میزان دُز پرتودهی نشان می‌دهد) ترسیم و مقدار شاخص D از طریق شیب خط رگرسیونی به صورت زیر تعیین شد:

$$ln\frac{N}{N_o} = -kI \qquad (۴)$$

با بازآرایی معادلهٔ (۴) داریم:

$$ln N = ln N_o - kI \qquad (۵)$$

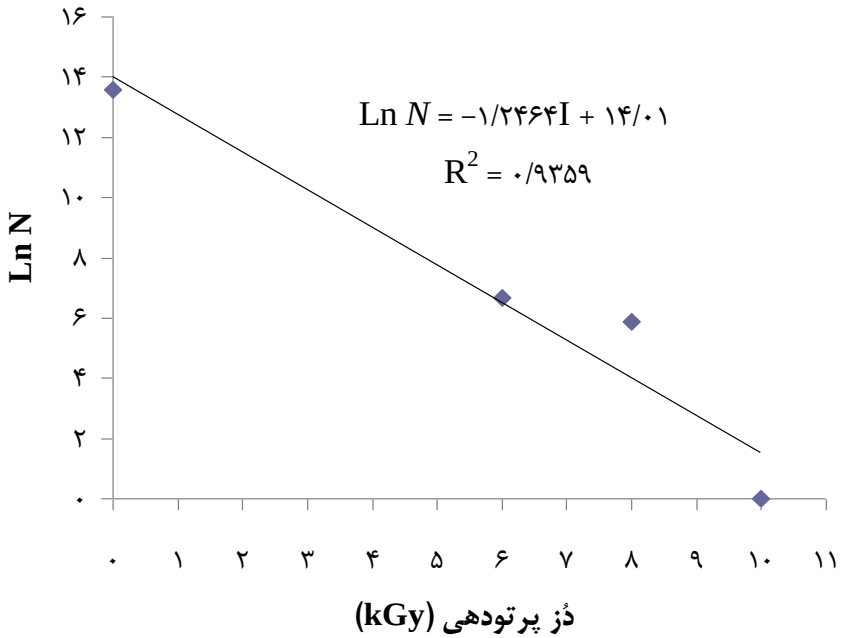
سپس مقدار شاخص D از طریق رابطهٔ زیر تعیین شد:

$$D = \frac{2.3}{k} \qquad (۶)$$

نمودار «پایندگی-دُز» برای میانگین تعداد کلی میکروارگانیسم‌ها پس از پرتودهی در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود معادلهٔ رگرسیونی برازش کننده از دقت بالایی برخوردار بوده و میزان ضریب تبیین ۰/۹۳۵۹ بدست آمد. با توجه به خط رگرسیونی و معادلات ۵ و ۶، مقدار شاخص D، ۲/۸۶۶ kGy تعیین شد. Mehdicadeh و Fallahnejad مقدار حساب شدهٔ شاخص D، را برای باکتریهای مزوفیل هوازی آویشن، ۲/۱۰ kGy گزارش نمودند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین آنها اذعان نمودند که بالاتر بودن مقدار شاخص D، نشانهٔ مقاومت بیشتر میکروارگانیسم‌ها در مقابل پرتودهی است. بعد از پرتودهی آویشن در حداقل دُز لازم، مقدر آلودگی باکتریایی آویشن، از $۱۰^{۵}$ به ۴۰۰ کاهش یافت. به طور مشابه میزان آلودگی کپکی آویشن، از ۳×۱۰^{۲} به کمتر از ۱۰ عدد(۱۰>) تقلیل یافت(۲۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. نمودار پایندگی-دُز میکروارگانیسم‌های آویشن پس از پرتودهی با اشعهٔ گاما.

٤- نتیجه گیری کلی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که، تأثیر دُز پرتودهی فقط بر روی خصوصیات کیفی میزان رطوبت، روغن فرار، اندیس حلالیت و شمارش کلیمیکروارگانیسم های آویشن معنی‌دار شد ($p<۰/۰۱$).

در بررسی میزان تغییرات رطوبت بیشترین میزان رطوبت در نمونهٔ شاهد (پرتودهی نشده) مشاهده شد. همچنین بین شدت‌های پرتودهی kGy ۸ و kGy ۱۰ از لحاظ میزان رطوبت، اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد.

در بررسی میزان تغییرات رنگ نتایج نشان داد که میزان پرتودهی تأثیر معنی‌داری بر روی رنگ آویشن نداشت ($p>۰/۰۵$).در بررسی میزان تغییرات روغن فرار بیشترین و کمترین میزان روغن فرار به ترتیب در نمونهٔ شاهد (پرتودهی نشده) و نمونهٔ آویشن پرتودهی شده با kGy ۱۰ مشاهده شد.

در بررسی میزان تغییرات حلالیت بیشترین میزان اندیس حلالیت آویشن در نمونهٔ پرتودهی شده در شدت kGy ۱۰ مشاهده شد. همچنین بین نمونهٔ پرتودهی نشده (شاهد) و نمونهٔ اشعه دیده در شدت kGy ۸ از لحاظ میزان اندیس حلالیت، اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد.

در بررسی میزات تغییرات شمارش کلی میکروارگانیسم ها نتایج نشان داد که بکارگیری شدت kGy ۱۰ پرتودهی سبب حذف کامل میکروارگانیسم‌ها از آویشن گردید (o cfu/g).و در انتها بعد از ترسیم نمودار «پایندگی-دُز» برای میانگین اعداد میکروارگانیسم‌ها پس از پرتودهی، مقدار شاخص D، kGy ۲/۸۶۶ تعیین شد.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- منابع

1. Baghalian K. Essential plants. Vol. 1, Andarz publication 2000 [in Persian].
2. McGimpsey JA, Douglas MH, Van Klink JW, Beauregard DA, Perry NB. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus Vulgains* L. in Newzealand. Flavour and Fragrance J 1994; 9(6): 347-352.
3. Sales EH, Sedeh FM, Rajabifar S. Effects of gamma irradiation and silver nano particles on microbiological characteristics of saffron, using hurdle technology. Indian J Microb 2012; 52(1): 66-69.
4. Gumus T, Albayrak S, Sagdic O, Arici M. Effect of gamma irradiation on total phenolic contents and antioxidant activities of Satureja hortensis, Thymus vulgaris, and Thymbra spicata from Turkey. Int J Food Properties 2011; 14(4): 830-839.
5. Gumus T. Determination of the changes of antifungal properties of Satureja hortensis, Thymus vulgaris and Thymbra spicata exposed to gamma irradiation. Radiation Phys Chem 2010; 79(1): 109-114.
6. Sharma A, Ghanekar AS, Padwal-Desai SR, Nadkarni GB. Microbiological status and antifungal properties of irradiated spices. J Agrlc Food Chem. 1984; 32: 1061-1063.
7. Haddad M, Herent MF, Tilquin B, Quetin-Leclercq J. Effect of gamma and e-beam radiation on the essential oils of Thymus vulgaris thymoliferum, Eucalyptus radiata, and Lavandula angustifolia. J Agri Food Chem 2007; 55(15): 6082-6086.
8. Calucci L, Pinzono C, Zandomeneghi M, Capocchi A. Effects of γ-irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. J Agri Food Chem 2003; 51: 927-934.
9. Variyar PS. Effect of gamma irradiation on the phenolic acids of some Indian spices. Int J Food Science Technol 1998; 33(6): 533-537.
10. Jamshidi M, Barzegar M, Sahari MA. Effect of gamma irradiation on the antioxidant and antimicrobial activities of cinnnamon powder. Iranian J Nutr Sci Food Technol 2013; 7(4): 73-82 [in Persian].
11. Shabani Sh, Zojaji M. Investigation of contamination of spices used in food production to heat-resistance spores. Food Sci Nutr 2011; 8(4): 1-14 [in Persian].
12. INSO. Spices and condiments-Determination of moisture content-Entrainment method. 1st. Revision; No. 1196; 2012 [in Persian].
13. INSO. Spices and condiments-Determination of volatile oil content (hydrodistillation method)-Test method. 2nd. Revision; No. 1818; 2014 [in Persian].
14. INSO. Determination of solubility index in dry-milk. 3rd. Edition; No. 2090; 1994 [in Persian].
15. INSO. Turmeric-Determination of colouring power-Spectrophotometric method. 1st. Revision; No. 2650; 1992 [in Persian].
16. INSO. Microbiology of spices-Specifications. 1st. Revision; No. 3677; 1995 [in Persian].
17. INSO. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination Part 1: General rules for the preparation of initial suspension and decimal dilutions. 1st. Edition; No. 8923-1; 1992 [in Persian].
18. Fatemi H. Technological principle of food preservation. Sahamiye Enteshar Co.; pp 462; 2006 [in Persian].
19. Mortazavi SA, Motamedzadegan A, Alami M, Gohariye Ardabili A. Food

www.SID.ir

Archive of SID

microbiology (Jay 2000). pp 662; 2003 [in Persian].
20. Sanchez-Bel P, Egea I, Romojaro F, Martınez-Madrid MC. Sensorial and chemical quality of electron beam irradiated almonds (*Prunus amygdalus*). LWT-Food Sci Technol 2008; 41: 442-449.
21. Motamedee Sadeh F, Majd F, Fathollahee H, Arbabi K, Mohammad Beygi Abhari M. Microbial contamination of red meat and consideration of gamma irradiation effects for increasing the shelf life and decontamination of pathogenic microorganisms. J Nuclear Sci Technol 2003; 29: 39-46 [in Persian].
22. Hosseini SL, Sayhoon M, Rajaie R. Microbial and chemical assessment of Iranian Mozafati date treated by gamma irradiation. J Nuclear Sci Technol 2008; 43: 13-19 [in Persian].
23. Hassanzadeh P, Tajik H, Razavi Rohani M, Ehsani A, Aliakbarlu J, Moradi M. Effects of gamma irradiation and chitosan edible coating on the bacterial, chemical and sensory properties of chicken meat. Food Res 2011; 21(3): 356-369.
24. Vedadi S, Naserian Khiabani B. Determination of suitable dosage to reduced saffron microbial contamination. Res Construction 2004; 17(4): 53-57 [in Persian].
25. Mexis SF, Badeka AV, Chouliara E, Riganakos KA, Kontominas MG. Effect of γ-irradiation on the physicochemical and sensory properties of raw unpeeled almond kernels (Prunus dulcis). Innov Food Sci Emer Technol 2009; 10: 87-92.
26. Mexis SF, Kontominas MG. Effect of γ-irradiation on the physicochemical and sensory properties of cashew nuts (*Anacardium occidentale* L.). LWT-Food Sci Technol 2009; 42: 1501-1507.
27. Salehi Surmaghi HM, Amin QR, Zahedi H, Kochesfahan H. Investigation the variation of components of medical and edible plants that sterilized by gamma radiated. Medical plant J 2007; 6(2): 71-76 [in Persian].
28. Mehdicadeh A, Fallahnejad N. Microbial decontamination of spices by 10 MeV E-beam. Sci Technol Note 2005; 33: 35-41[in Persian].
29. Vali Asil R, Azizi M, Bahreyni M, Aroyi A. Effects of gamma radiation on microbial load and components of thyme medical plant. Postharv Physio Technol Horti Pro 2012; 1(2): 43-53 [in Persian].

www.SID.ir