مروری بر کاربرد علم پرتودهی در صنایع غذایی

سیده هدی یوسفیان[۱*]، ابراهیم احمدی[۲]

۱–دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا همدان hoda.mchanic@yahoo.com

۲– استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

روش‌های معمول فرآوری و نگهداری مواد غذایی مانند استفاده از افزودنی‌ها و نگهدارنده‌ها و یا فرآیندهای گرمایی مانند پاستوریزاسیون موجب از دست رفتن ارزش غذایی، تغییر ویژگی‌های حسی و اثرات منفی بر سلامت مصرف کننده می‌شود. امروزه روش‌های فرآیند و نگهداری غیر سنتی به سرعت در حال گسترش می‌باشد. از روش‌های مختلف نگهداری مواد غذایی از قبیل فرآیندهای مختلف حرارتی، مصرف مواد شیمیایی، دوددهی و پرتودهی به عنوان روش‌هایی برای حفظ مواد غذایی استفاده می-کنند. با فرآوری مواد غذایی به روش پرتودهی اشعه گاما و نگهداری محصولات با اشعه‌دهی در حد مطلوب، کیفیت مواد غذایی تا مدت زمان‌های مختلف ثابت مانده و با کنترل میکروارگانیسم‌ها عوامل فساد نیز کنترل می‌گردد. مواد غذایی عاری از وجود باکتری‌های بیماری‌زا، مخمرها، کپک‌ها و حشرات شده و رسیدگی، پیری و جوانه‌زنی میوه‌ها و سبزی‌ها را کنترل می‌کند. ترکیبات شیمیایی مواد غذایی در جهت بهبود کیفیت مواد غذایی تغییر پیداکرده و در نهایت بعد از اعمال پرتو هیچگونه سمی در مواد غذایی باقی نمی‌ماند. فزایش دز پرتودهی برای مواد غذایی تأثیرات شاید منفی روی آن داشته باشد و بهترین دز برای اکثر مواد غذایی در حدود ۴ kGy معرفی شده است. پرتودهی در سبزیجات باعث افزایش ماندگاری، در فرآورده‌های شیلاتی باعث حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری و خواص تغذیه‌ای و حسی را حفظ می‌کند.

واژه‌های کلیدی: اشعه‌دهی، پرتو گاما، کیفیت، ماندگاری، مواد غذایی

مقدمه

تأمین احتیاجات غذایی برای جمعیت رو به فزاینده جهان از مهمترین مسائلی است که ذهن مسئولین بخش‌های مختلف، خصوصاً صنعت، کشاورزی و بهداشت را به خود مشغول کرده است. از طرف دیگر تأمین سلامت مواد غذایی شرط لازم برای تأمین سلامت جامعه و از شاخص‌های مهم توسعه می‌باشد. بروز موارد متعدد بیماری‌های منتقله از راه مواد غذایی در جهان لزوم به توجه بکارگیری بهداشت مواد غذایی را بیشتر نمایان می‌سازد (Who, 2008;Who,2000). از طرف دیگر آمار موجود حاکی از آن است که سالانه هزاران تن مواد غذایی به علت غیر بهداشتی بودن غیرقابل مصرف و معدوم می‌شوند، و این مسئله باعث وارد شدن زیان‌های اقتصادی به کشورها می‌گردد. از آنجا که طیف وسیعی از آلودگی‌ها در طی مراحل مختلف تهیه، نگهداری، جابجایی و

آماده‌سازی مواد غذایی توسط مراکز تهیه و عرضه مواد غذایی صورت می‌گیرد، سلامت مواد غذایی به طور مستقیم تحت تأثیر عوامل فردی، فیزیکی و عملکردی در محل‌های مذکور می‌باشد (NRA,2010).

واژه کیفیت تعریف کلی آن عبارت است از مجموعه‌ای از صفات و ویژگی‌های یک ماده غذایی که بر میزان پذیرش آن در نزد خریدار و مصرف کننده مؤثر بوده و آن را از دیگر ویژگی‌های مواد غذایی متمایز می‌سازد (Ray,2004;FDA.1997). بر اساس استاندارد ISO:22000 خطرات میکروبی، فیزیکی و شیمیایی زیادی می‌توانند در زنجیره غذایی اتفاق بیافتد. در سطح توزیع و عرضه ماده غذایی نیز این خطرات ممکن است ماده غذایی را تحریک کند (جلالی و عابدی، ۱۳۸۳. Morriett,1999;Roday,1999). شناخت دقیق روش‌هایی که بر عرضه مواد غذایی تأثیرات کلیدی دارند و تعیین‌کننده ایمنی محصول می‌باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بسیاری از این موارد روش‌ها با تأثیر بر میکروارگانیسم‌های عامل فساد نقش خود را ایفا می‌کنند. با توجه به اثری که این روش‌ها بر میکروارگانیسم‌ها دارند می‌توان روش‌هایی در جلوگیری از بروز آلودگی مواد غذایی، روش‌هایی برای کنترل رشد میکروبی مواد غذایی و رو ش‌هایی برای از بین بردن میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی به کار گرفت. از جمله روش‌های پیشگیری از آلودگی مواد غذایی می‌توان به استفاده از بسته‌بندی مناسب، تمیزکردن و گندزدایی نمودن ابزار و وسایل کار، روش‌هایی برای کنترل رشد میکروبی و از بین بردن میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی اشاره کرد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۰). در این مقاله ابتدا مواد تشکیل دهنده بافت زیست فعال مواد غذایی که در اثر پرتودهی و اشعه گاما شروع به فعالت نموده و یا ازبین میروند، توضیح داده شده است. سپس مروری بر روش های بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری می‌کنیم و یکی از کم‌خطر ترین روش‌ها، که از طریق پرتودهی با اشعه گاما انجام می‌گردد را مورد نظر قرار داده و بهبود کیفیت به کمک این روش را شرح می‌دهیم. در نهایت با مروری بر گروهی از مواد غذایی خام پرتودهی شده، نتایج حاصل از اشعه دهی این موا غذایی را طبقه بندی می‌کنیم.

مواد تشکیل‌دهنده بافت زیست فعال در گیاهان

مواد تشکیل‌دهنده بافت‌ها به عنوان ترکیبات شیمیایی زیست فعال دارای اهمیت بیولوژیکی هستند اما به عنوان مواد مغذی شناخته نمی‌شوند. ترکیباتی مانند فلاونوئیدها در میوه‌ها وسبزی‌ها، یکی از عوامل مؤثر در حفظ سلامتی انسان و پیشگیری از بیماری‌هاست. عوامل ژنتیکی و محیطی مانند رقم، میزان رسیدگی، قرار گرفتن در معرض نور UV و روش‌های نگهداری و فرآوری پس از برداشت، نقش مهمی در حفظ ترکیبات زیست فعال در میوه‌ها و سبزی‌ها ایفا می‌کنند. ترکیبات فنولی، کاروتنوئیدها، آسکوربیک اسید، توکوفرول ها، از ترکیبات مهم در گیاهان محسوب می‌شود. ترکیبات فنولی یکی از مهمترین گروه‌های متابولیت-های ثانویه آروماتیک در گیاهان هستند که محدوده وسیعی از ساختارها را نشان داده و مسئول ویژگی‌های ارگانولپتیک مهم در مواد غذایی مشتق شده از گیاهان و نوشیدنی ها مخصوصاً رنگ و مزه است و عامل کیفیت تغذیه‌ای در گیاهان و سبزی‌ها می‌باشد. فعالیت ضد اکسایشی گیاهان دارویی و ادویه‌ها اساساً به وسیله ترکیبات فنولی ایجاد می‌شود. ترکیبات فنولی توسط حلقه آروماتیک

و با یک یا تعداد بیشتری از گروه هیدروکسیل شناخته می‌شود. فلاونوئیدها معمولاً به صورت گلیکوزید و گاهی آسیل گلیکوزید در میوه‌ها وسبزی‌ها وجود دارد (Berk,2009). تأثیرات شیمیایی و بیولوژیکی روش‌های نگهداری مواد غذایی ممکن است نتیجه مستقیم خود روش یا نتیجه عمل مولکول‌ها یا رادیکال آزاد تشکیل شده باشد. تخریب سلول‌های میکروبی اساساً به وسیله سازوکار مستقیم ایجاد می‌شود و در حالی که تغییرات شیمیایی مانند تخریب ویتأمین‌ها معمولاً به تأثیر غیر مستقیم نسبت داده می‌شود (Berk,2009).

روش‌های بهبود کیفیت و ماندگاری بالا

روش‌های معمول فرآوری و نگهداری مواد غذایی مانند استفاده از افزودنی‌ها و نگهدارنده‌ها و یا فرآیندهای گرمایی مانند پاستوریزاسیون موجب از دست رفتن ارزش غذایی، تغییر ویژگی‌های حسی و اثرات سوء بر سلامتی مصرف کننده می‌شوند. بنابراین امروزه روش‌های فرآیند و نگهداری غیر سنتی به سرعت در حال گسترش می‌باشد. به علاوه، تقاضای مصرف‌کننده برای غذای تازه‌تر، طبیعی‌تر و سالم‌تر که ایمنی بالاتری را فراهم می‌کند، سبب افزایش علاقه به استفاده از روش‌های غیر حرارتی در فرآوری مواد غذایی شده است. در اکثر محصولات پرتودهی سبب افزایش تجارت محصولات می‌گردد (شکل ۱). روش‌های غیر حرارتی به گروهی از فناوری‌ها اطلاق می‌شود که ماده غذایی را بدون اعمال حرارت حفظ می‌کند لذا از تغییر کیفیت محصول به وسیله گرما جلوگیری می‌کنند. از فناوری‌های غیر حرارتی نگهداری می‌توان به فرآوری با فشار بالا، فرآوری با میدان الکتریکی پالسی، فرآوری با فراصوت، فرآوری با میدان مغناطیسی متناوب، پرتودهی، فرآوری با مایکروویو و امواج رادیویی اشاره نمود (Ohlsson and Bengtsson,2002).

شکل ۱- پرتودهی سبب افزایش ماندگاری محصولات می‌گردد (ICGFI,1996).

پرتودهی مواد غذایی

پرتودهی مواد غذایی عبارت است از قرار دادن ماده غذایی در مقابل مقدار مشخصی از پرتو گاما، به منظور جلوگیری از جوانه‌زنی بعضی محصولات غذایی مانند پیاز و سیب زمینی و همچنین کنترل آفات انبارداری، کاهش با میکروبی و قارچی بعضی از محصولات مانند زعفران و ادویه‌ها و تأخیر در رسیدن بعضی میوه‌ها به منظور افزایش زمان نگهداری آنها. در کودها مطالعات مربوط به تغذیه گیاهی نیز از این روش استفاده می‌شود مانند نحوه جذب کودها و عناصر که با استفاده از تکنیک پرتوتابی هسته‌ای می‌توان تغییرات ژنتیکی مورد نظر را برای اصلاح محصول در توده‌های گیاهی به کار برد (اهری مصطفوی، ۱۳۹۰).

در این فرایند اشعه‌های یونیزه کننده باعث از بین رفتن میکرو گانیسم‌هایی که غذا را آلوده می‌کنند یا باعث فساد و تخریب مواد غذایی می‌شوند، می‌گردند (شکل ۲). پرتودهی به عنوان یک فرایند سرد شناخته شده است که دما را بطور قابل توجهی افزایش می‌دهد و در اکثر غذاها تغییرات فیزیکی یا مشخصات حسی به جا نمی‌گذارد. به عنوان مثال یک سیب اشعه دیده باز هم ترد و آبدار است (محمدرزداری و همکاران، ۱۳۹۲).

شکل ۲- اشعه‌دهی باعث ضدعفونی کردن مواد گوشتی می‌گردد (ICGFI,1996).

از پرتوهای مورد استفاده در صنایع غذایی می‌توان به پرتوهای یونیزه کننده گاما، ایکس، پرتوهای الکترونی و پرتوهای غیریونیزه کننده، ماوراء بنفش (UV-B, UV-C)، مادون قرمز و امواج رادیویی اشاره کرد (Berk,2009). پرتو گاما، تشعشعات الکترومغناطیس است که هسته‌های برانگیخته‌شده عناصری مانند کبالت ۶۰ یا سزیم ۱۳۷ ساطع می‌شود. از آنجا که عناصر تولیدکننده این اشعه، فرآورده تجزیه اتمی بوده و جزء ضایعات اتمی محسوب می‌شود، اشعه مذکور از ارزانترین شکل اشعه جهت نگهداری مواد غذایی است و از قدرت نفوذ بسیار خوبی برخوردار است (Lester and Hallman,2010). اشعه ایکس نوعی موج الکترومغناطیس با طول موج ۰/۰۱–۱۰ آنگستروم است. پرتو ماوراء بنفش نیز خود به سه نوار تقسیم می‌شوند که هر یک دارای انرژی و خاصیت اکولوژیکی خاص می‌باشد مانند اشعه میکروب‌کش لامپ‌های بخار جیوه با فشار کم که گزارش شده است که در طول موج ۲۵۰–۲۶۰ nm بیشترین اثر را بر باکتری، ویروس، پروتوزوآ، قارچ و جلبک دارد. UV-B (۲۸۰–۳۱۵nm) با کمترین طول موج و بالاترین سطح انرژی است. این نوار به وسیله بیشتر مولکول‌های بیولوژیکی، به طور قابل توجه نسبت به پرتو UV-C کمتر جذب می‌گردد. UV-A (۳۱۵–۴۰۰nm) به وسیله چند ترکیب بیولوژیکی شدیداً غیر اشباع جذب می‌شود و می‌تواند بعضی فرآیندهای فیزولوژیکی را تحت تأثیر قرار دهد اما سلول‌کش قوی نیست. اثر کشندگی اشعه UV برروی باکتری‌ها بسیار قوی است. این اشعه غیر یونیزه کننده بوده، توسط پروتئین و اسیدهای نوکلئیک جذب می‌شود و تغییرات فتوشیمیایی که توسط آن ایجاد می‌گردد ممکن است سبب مرگ سلول شود. مهمترین مزیت آن عدم تشکیل محصولات جانبی سمی یا غیر سمی طی فرآوری است (Torkamani and Niakousari,2011).

بهبود کیفیت با روش پرتودهی

هر ساله بسیاری از منابع غذایی ما به دلیل فاسد شدن یا هجوم حشرات از بین می‌روند. دانشمندان از سال ۱۹۵۰ در پی خسارت‌های جدی ناشی از این مشکلات تصمیم گرفتند از روش‌های مختلف نگهداری مواد غذایی از قبیل فرآیندهای مختلف حرارتی، مصرف مواد شیمیایی، دود دهی و پرتودهی به عنوان روش‌هایی برای حفظ مواد غذایی استفاده کنند (محمدرزداری و همکاران، ۱۳۹۲).

نخستین استفاده تجاری از پرتودهی مواد غذایی در سال ۱۹۵۷ در آلمان روی داد که یک تولیدکننده ادویه‌جات در اشتوتگارت با پرتودهی الکترون‌ها با استفاده از مولد الکتروستاتیکی، کیفیت بهداشتی محصول خود را بهبود بخشید. اولین پرتودهنده اشعه ایکس تجاری در پرتودهی مواد غذایی در جولای ۲۰۰۰ در هاوایی آغاز به کار کرد. این برنامه‌های تحقیقی در دهه ۱۹۹۰ بر بهبود روش‌های تشخیص مواد غذایی پرتودهی شده تاکید داشتند. در حالی که تا ۲۰ سال پیش امکان تمایز بین نمونه‌های پرتودهی شده و نشده مواد خوراکی، با آنالیز شیمیایی نبود. در آینده شاهد تحقیقات بیشتری در این زمینه هستیم از جمله: تحقیق روی مقاومت تابشی گونه‌های مختلف میکروارگانیسم‌ها و عوامل تأثیر گذار بر آن، تحقیق در مورد واکنش‌های شیمیایی ناشی از پرتودهی در محیط‌های مختلف، تحقیق روی از بین رفتن ویتأمین‌ها در شرایط مختلف پرتودهی و ذخیره‌سازی، تحقیق روی روش‌های ترکیبی، تحقیق روی کیفیت و تناسب مواد بسته‌بندی مختلف برای غذاهای پرتودهی شده و تحقیق و بررسی تأثیر شرایط پرتودهی بر کیفیت طعم و مزه مواد خوراکی (Diehl,2002).

مواد غذایی خام پرتودهی شده

روی مواد خام مختلف تأثیر اشعه گاما بر روی کیفیت مواد و افزایش زمان انبارداری و ذخیره سازی بررسی شد و نتایج مختلفی بدست آمد. از گروه سیزیجات و میوه‌ها می‌توان موارد زیر را نام برد: محصول سیب به دلیل بیشترین حجم تولید و مصرف درگروه میوه‌جات در جهان و همچنین ایران و همچنین مقاومت کم در مقابل عوامل بیمای‌زا، در فرآیند نگهداری نیاز به توجه بیشتر ی دارد. هدف از تحقیق بررسی نتایج مطالعات انجام شده تأثیر پرتو گاما بر روی خواص فیزیکی میوه سیب است. میزان دز وارد شده در حدود ۲ kGy در نظر گرفته شد. دزهای بیشتر باعث از بین رفتن طعم و سفتی ظاهری محصول می‌شود. فرآیند متابولیسم یا شدت تنفس سیب بعد از پرتودهی، دوباره به حالت اولیه، قبل از پرتودهی می‌رسد. مقدار اتیلن آزاد شده نیز با افزایش دز و زمان نگهداری کاهش میابد. دزهای متوسط تأثیر معنی‌داری بر روی مولفه‌های غذایی سیب مانند رطوبت، قند، تتراتبیل اسید و ویتأمین C ندارد (محمدرزداری و همکاران، ۱۳۹۲).

تحقیقی در چین در سال ۲۰۰۴ انجام شد که تأثیر پرتودهی روی میکروارگانیسم‌های این گیاه و تأثیر اشعه گاما روی کیفیت فیزیولوژیکی آن بررسی گردید. میزان اشعه مورد نظر برای این منظور در حدود ۱ kGy در نظر گرفته شد. رطوبت در طی ذخیره-سازی و بعد از پرتودهی در حدود ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. بعد از اشعه‌دهی فعالیت Polyphenoxidase از بین رفت.

ضرر یا آسیب ویتأمین C در نوع پرتودهی‌شده کمتر از نوع پرتودهی‌نشده بود (Lu *et al*; 2004). آزمایشگاهی در چین نیز در سال ۲۰۰۵ آزمایشی انجام داد که تأثیر اشعه گاما روی شاخص‌های خشک کردن گندم بررسی گردید. بعد از اشعه‌دهی با حدود دز ۰/۵ kGy ، میزان خشک شدن با افزایش دز به حدود ۱و ۲/۵ kGy افزایش یافت، اما دیواره‌های سلولی به دلیل از بین رفتن سیتوپلاسم غشایی از بین رفتند (Yu and Wnag,2005).

در کره در سال ۲۰۰۵ تحقیقی به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما روی میوه خیار و عوامل بیماری‌زای Salmonella Typhimurium، Escherichia coli، Staphylococcus aureus و Listeria ivanovii انجام شد. میزان دز مورد نظر برای این منظور در حدود ۲ kGy در نظر گرفته شد. برای این میوه با این حدود دز پرتودهی عوامل بیماری‌زای Salmonella Typhimurium و Listeria ivanovii از بین رفتند و به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما روی گیاه اسفناج و عوامل بیماری زای Salmonella Typhimurium، Escherichia coli، Staphylococcus aureus و Listeria ivanovii با میزان دز پرتودهی شده در حدود ۲ kGy نیز بررسی انجام گردید که برای این گیاه با این حدود دز پرتودهی عوامل بیماری‌زای Salmonella Typhimurium و Listeria ivanovii به طور مشابه از بین رفتند (Byun *et al*,2005).

آزمایشگاهی در چین در سال ۲۰۰۴ تأثیر حفاظتی اشعه گاما را روی محصول کرفس را بررسی کرد. میزان دز مورد نظر برای این محصول در حدود ۱ kGy در نظر گرفته شد. که با این میزان دز در حدود ۱۰۲ باکتری شناخته شده در این گیاه از بین رفتند و تعداد پاتوژن‌های Escherichia coli به کمتر از ۳۰ تعداد رسیدند. فعالیت Polyphenoxidase و درجه تنفس کرفس پرتودهی‌شده کمتر از نوع معمولی بود و میزان ویتأمین C، جامد محلول، شکر و شاخص‌های حسی نوع پرتودهی شده بهتر بودند (Lu et al, 2004).

در ترکیه در سال ۲۰۰۷ به منظور تأثیر پرتودهی روی هسته درخت کاج انجام تحقیقی انجام گردید. میزان دز در حدود ۰/۵، ۱ و ۳ kGy در نظر گرفته شد. بعد از پرتودهی در طول ۳ ماه تاییرات شیمیایی، فیزیکی و شاخص‌های حسی این میوه بررسی شدند. مقدار پروکسید هسته با افزایش دز افزایش یافت. فرآیند اشعه‌دهی تأثیری روی خصوصیات فیزیکی از جمله حالت میوه، رنگ، اسید چرب و شاخص‌های حسی آن نداشت (Go¨lge and Ova, 2007). به منظور بررسی پایداری دو رقم انگور در سوریه در در سال ۱۹۹۸ به ترتیب *بلدی* و *هلوانی* تحقیقی انجام شد. هدف از پرتودهی بررسی تأثیر اشعه گاما روی پایداری این دو رقم بود. در سال اول هر دو رقم در دز حدود ۰/۵، ۱ و ۱/۵ kGy میوه‌ها پرتودهی شدند و در سال دوم با دز حدود ۲ و ۲/۵ kGy و ۱ و ۲/۵ kGy به ترتیب برای رقم‌های *بلدی* و *هلوانی* اشعه‌دهی گردیدند. بعد از اشعه‌دهی در حدود ۲ هفته رقم *بلدی* و در حدود ۴ هفته رقم *هلوانی* مورد بررسی قرار گرفتند. اشعه‌دهی پایداری هر دو رقم و زمان ذخیره‌سازی را افزایش داد. بعد از آنجام پرتودهی و آزمایشات دز متعادل برای *بلدی* در حدود ۰/۵ و ۱ kGy و برای رقم *هلوانی* در حدود ۵/۱ و ۲ kGy در نظر گرفته شد (Bachir,1998).

در کره در سال ۲۰۰۹ به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما روی کیفیت میوه کیوی انجام گردید. میزان دز مورد نظر برای این منظور در حدود ۳ kGy در نظر گرفته شد. بعد از فرآیند اشعه‌دهی فعالیت آنزیم‌های Botrytiscinere، Diaportheactinidia و Botryosphaeriadothidea از بین رفت. کیوی پرتودهی‌شده نسبت به نوع پرتودهی‌نشده نرم‌تر بود. مقدار رنگ و اسید ارگانیک تحت تأثیر واقع شد. با افزایش دز پرتودهی درصد جامد محلول کاهش یافت. این مقدار دز تأثیر منفی روی مقدار ویتأمین C و آتنتی اکسیدان داشت ولی شاخص‌های حسی را افزایش داد (Kim and Yook,2009). تأثیر اشعه گاما بر روی بسته‌بندی خرما و کیفیت میکروبی آن انجام گرفت. میزان دز پرتودهی در حدود ۱ kGy در نظر گرفته شد. با این میزان دز پرتودهی لانه‌گزینی حشرات در هنگام انبارداری بسته‌ها کاهش یافت. تأثیر اشعه گاما بر روی کیفیت گیاه پیاز انجام شد. میزان دز در حدود ۰/۱۵ kGy در نظر گرفته شد. اشعه گاما از جوانه زدن میوه در انبارداری جلوگیری کرد. تحقیقی در چین در سال ۲۰۰۲ به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما روی کیفیت سیب زمینی خشک شده انجام گرفت. میزان دز در حدود ۰/۱۵ kGy در نظر گرفته شد. اشعه‌دهی باعث افزایش خشک شدن و جلوگیری از جوانه زدن در هنگام انبارش گشت. در دزهای پایین از بین رفتن درصد ویتأمین C کمتر صورت گرفت (Wang and Chao, 2002). تأثیر اشعه گاما روی کیفیت غلات در هنگام انبارداری بررسی شد. میزان دز مورد نظر برای این منظور در حدود ۱ kGy در نظر گرفته شد. اشعه دهی باعث کنترل آلودگی و جلوگیری از لانه گزینی حشرات گردید (شکل ۳). آزمایشی در چین در سال ۲۰۰۵ به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما روی برنج خیس و روی کیفیت این محصول صورت گرفت. میزان دز برای این منظور در حدود ۱ kGy و حتی بیشتر نیز در نظر گرفته شد. بعد از اشعه دهی برنج را در دمای ۳۰–۵۰ درجه سانتی گراد خشک کرده و مقدار رطوبت موجود در آن در حدود ۲۰–۳۰٪ بود. اشعه‌دهی باعث افزایش کنترل آلودگی بیشتر و جلوگیری از لانه‌گزینی حشرات در هنگام انبارداری گردید و شاخص‌های کیفی در طی خشک کردن افزایش یافت (Yu and Wnag,2005).

شکل ۳– پرتودهی مانع از لانه‌گزینی حشرات می‌گردد (ICGFI,1996).

تأثیر اشعه گاما روی خصوصیات میکروبی و ذخیره سازی ادویه‌جات با میزان دز در حدود ۱ kGy و گاهی تا ۱۰ kGy در بعضی موارد نیز در نظر گرفته شد. با اشعه‌دهی با دز حدود ۱ kGy می‌توان آلودگی را بیشتر کنترل کرد و بار میکروبی را کاهش داد. با

پرتودهی در حدود ۱۰ kGy بار میکروبی و فعالیت میکروارگانیسم ها کاهش می‌یابد. تأثیر اشعه گاما روی کیفیت میکروبی و ذخیره سازی دانه کاکائو صورت گرفت. میزان دز مورد نظر در حدود ۱ و ۵ kGy در نظر گرفته شد. دز در حدود ۱ kGy میتوان کنترل بیشتری روی آلودگی و لانه‌گزینی حشرات در شرایط انبارداری داشت (شکل ۴). دز در حدود ۵ kGy بار میکروبی دانه‌های تخریب شده بدون اعمال پرتوفرآوری حرارتی را کاهش داد. اشعه گاما روی کیفیت میکروبی و شرایط انبارداری انبه با میزان دز در حدود ۰/۱۵ و ۰/۵ kGy تابیده شد. با اشعه‌دهی می‌توان کنترل بیشتری روی آلودگی و لانه‌گزینی حشرات داشت و کیفیت نگهداری را به وسیله تأخیر در زمان رسیدن محصول بهبود بخشید و بار میکروبی را به وسیله ترکیبی از اشعه‌دهی و پرتو حرارتی کاهش داد. میوه توت فرنگی با میزان دز در حدود ۳ kGy پرتودهی شد. اشعه‌دهی باعث حذف نسبی ارگانیسم های عامل فساد گشته و زمان انبارداری را افزایش میدهد. میوه پرتقال با میزان دز در حدود ۰/۲ و ۰/۵ kGy پرتودهی شد. اشعه دهی به طور مشابه باعث حذف میکروارگانیسم‌های فعال برای کپک‌زدگی و از بین بردن مخمرها شد (Placek *et al*;2004).

شکل ۴- اشعه‌دهی روش مناسب برای افزایش ماندگاری حبوبات است (ICGFI,1996).

در ایران در سال ۲۰۰۵ به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما و ذخیره‌سازی یخچالی روی کیفیت میکروبی، شیمیایی و شاخص-های حسی گوشت مرغ تحقیقاتی انجام شد. میزان دز مورد نظر در حدود ۰/۷۵ و ۳ kGy در نظر گفته شد و بعد از اشعه‌دهی محصول در دمای یخچالی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. این محصول در حدود ۹ ماه در یخچال نگهداری شد و در حدود ۳ ماه اول اهداف مورد نظر بررسی شدند. اشعه‌دهی و سپس ذخیره‌سازی یخچالی تأثیر قابل توجهی روی کاهش بار میکروبی داشت، اما تأثیری روی مشخصه‌های حسی و شیمیایی نداشت (Javanmard et al, 2005). در ترکیه در سال ۲۰۱۲ به منظور بررسی تأثیر اشعه گاما روی خواص میکروبی شیمیایی میگو تحقیقی انجام شد. میزان دز مورد نظر در حدود ۱، ۳ و ۵ kGy در نظر گرفته شد. بعد از فرآیند پرتودهی محصول در دو دمای ۴ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد ذخیره‌سازی شد. با آنالیز بافت‌های انجام شده میزان اسید Thiobarbituri برای نمونه پرتودهی‌شده بیشتر بود. مقدار PH به طور قابل توجهی تحت تأثیر دز پرتودهی در هر دو دمای ذخیره‌سازی است. تعداد میکروب‌های برای نمونه‌های پرتودهی شده کمتر بود. مقدار دز بالا در حدود ۵ kGy میزان اکسیداسیون را افزایش می‌دهد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها منع می‌گردد (Demirci, et al, 2012). تأثیر اشعه گاما روی ذخیره-

سازی و کیفیت میکروبی ماهی انجام گرفت. میزان دز در حدود ۵ و ۷ kGy در نظر گرفته شد. افزایش دز پرتودهی باعث افزایش زمان نگهداری می‌گردد. فعالیت میکروارگانیسم‌های فعال مانند سالمونلا کاهش میابد (صفاریان و همکاران،۱۳۸۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به تنوع مواد غذایی و تنوع در روش‌های نگهداری آن‌ها، پرتودهی مواد غذایی یکی از بهترین روش‌ها در حال حاضر است. با فرآوری مواد غذایی به روش پرتودهی و نگهاری محصولات با اشعه دهی آن‌ها در حد مطلوب، کیفیت مواد غذایی تا مدت زمان‌های مختلف ثابت مانده و با کنترل میکروارگانیسم‌ها عوامل فساد نیز کنترل می‌گردد. مواد غذایی عاری از وجود باکتری‌های بیماری‌زا، مخمرها، کپک‌ها و حشرات شده و رسیدگی، پیری و جوانه‌زنی میوه‌ها و سبزی‌ها را کنترل می‌کند. ترکیبات شیمیایی مواد غذایی در جهت بهبود کیفیت مواد غذایی تغییر پیداکرده و در نهایت بعد از اعمال پرتو هیچگونه سمی در مواد غذایی باقی نمی‌ماند. در کنار این مزایا فزایش دز پرتودهی برای مواد غذایی تأثیرات غیر مفید روی آن دارد و بهترین دز برای اکثر مواد غذایی در حدود ۴ kGy معرفی شده است. پرتودهی در سبزیجات باعث افزایش ماندگاری، در فرآورده‌های شیلاتی باعث حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری و خواص تغذیه ای و حسی را حفظ می‌کند.

منابع

۱- اهری مصطفوی، ح.، میرمجلسی، م.، میرجلیلی، م.، فتح اللهی، ه.، منصوری پور، م.، و بابایی، م. ۱۳۹۰. تأثیر پرتو گاما بر جوانه زنی هاگ و رشد ریسه ای پتی سیلیم اکپانسیم عامل بیماری پس از برداشت میوه سیب. مجله علوم و فنون هسته ای سازمان انرژی اتمی ایران، جلد ۴ (شماره ۵۸)، صفحات ۴۹ تا ۵۴.

۲- رئیسی، م.، محمد رزداری، آ.، و ابراهیمی، ر. ۱۳۹۲. بررسی روش پرتو دهی گاما بر ذخیره‌سازی میوه سیب، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز.

۳- غلامی، س ر.، جاهد خانیکی، غ.، راستکاری، ن.، الهی، ط.، و شکرالهی، ف. ۱۳۹۰. راهنمای برنامه های پیش نیازی و شرایط خوب ساخت برای سلامت و ایمنی مواد غذایی در سطح توزیع و عرضه. مرکز سلامت و محیط کار، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۴- صفاریان، ع.، آخوندزاده بستی، ا.، باهنر، ع.، ابراهیم‌زاده موسوی، ح.، و نوری، ن. ۱۳۸۷. تأثیر پرتودهی با اشعه گاما و نگهداری در انجماد بر روی خواص حسی، شیمیایی و باکتریایی گوشت ماهی. مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۳، شماره ۳، ۱۱۳– ۱۱۵.

۵- محمد رزداری، آ.، رئیسی، م.، ابراهیمی، ر.، و کیانی، ح. ۱۳۹۲. علم پرتو دهی و تأثیر آن در افزایش ماندگاری مواد غذایی، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز.

۶- مک دانلد، دانلد ج واینگل.، و داگسر، م. ۲۰۰۴. راهنمای کاربرد HACCP برای واحدهای کوچک. ترجمه: جلالی، محمد و عابدی، داریوش. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

7- Bachir, M. 1198. Effect of gamma irradiation on storability of two cultivars of Syrian grapes. Radiation Physics and Chemistry. 81-85.

8- Berk, Z. (2009). Food process engineering and technology, 1th edn. Oxford, UK.

9- Demirci, A., G¨um¨us, A., Demirci, M. 2012. Effects of gamma irradiation on chemical, microbial quality and shelf life of shrimp. Radiation Physics and Chemistry. 1923-1929.

10- Diehl, J.F.2002. Food irradiation-past, present and future, Radiation Physics and Chemistry, 63 : 211–۲۱-.۱۰

11- FDA. 1997. FDA Food Code. US Public Health Service, US Department of Health and Human Services. Food and Drug Administration. Pub. No. PB97-141204.

12- Go¨lge, E., and G, Ova. 2007. The effects of food irradiation on quality of pine nut kernels. Radiation Physics and Chemistry. 365-369.

13- ICGFI (1996). ÒReport of ICGFI Workshop on Implications of GATT Agreements on Trade in Irradiated FoodÓ. International Consultative Group on Food Irradiation Document 23. IAEA, Vienna.

14- ICGFI (1998) ÒIrradiation and Trade in Food and Agriculture ProductsÓ. International Consultative Group on Food Irradiation Policy Document,Vienna.

15- Javanmard, M., Rokni, N., Bokaie, S., Shahhosseini, G. 2005. Effects of gamma irradiation and frozen storage on microbial, chemical and sensory quality of chicken meat in Iran. Food Control. 469-473.

16- Kim, K., Yook, H. 2009. Effect of gamma irradiation on quality of kiwifruit. Radiation Physics and Chemistry.414-421.

17- Lee, N., Jo, D., Shin, D., Kim, M., and Byun, M. 2005. Effect of g-irradiation on pathogens inoculated into ready-to-use vegetables Radiation Food Science and Biotechnology Team, Advanced Radiation Technology Institute. Food Microbiology, 649-656.

18- Lester, G. E. and. Hallman, G. J. (2010). Γ-irradiation dose: effects on baby-leaf spinach ascorbic acid, carotenoids, folate, r-tocopherol, and phylloquinone concentrations. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 4901-4906.

19- Lu, Z., Zhang, L., Lu, F., and Bie, X. 2004. Effect of c irradiation on quality-maintaining of fresh-cut lettuce. College of Food Science and Technology, 225-228.

20- Lu, Z., Yu, Z., Gao, X,. Lu, F., and Zhang, L. 2004. Preservation effects of gamma irradiation on fresh-cut celery. College of Food Science and Technology. Journal of Food Engineering. 347-351.

21- Marriott, N. G. 1999. Principles of food sanitation. AN Aspen Publication.

22- Roday, S. 1999.Food hygiene and sanitation, Tata McGraw-Hill publishing company limited

23- NRA. 2010. Increased restaurant industry sales, employment growth predicted. National Restaurant Association (NRA). National Restaurant Association Economic Forecast. Ohlsson, Th. And Bengtsson, N. (2002). Minimal processing technologies in the food industry. Crc press.

24- Placek, V., Svobodova, V., Bartonicek, B., Rusmus, J. and Camra, M. 2004. Shelf-stable food through high dose irradiation. Radiation Physics and Chemistry 71 (2004) 513–516.

25- Ray, B. 2004. Fundamental of Food Microbiology. CRC Press .Washington, DC.

26- Torkamani, A. E, and. Niakousari, M. (2011). Impact of UV-C light on orange juice quality and shelf life. International Food Research Journal, 18:1265-1268.

27- Wang, J., Chao, Y. 2002. Effect of gamma irradiation on quality of dried potato. Radiation Physics and Chemistry. 293-297.

28- WHO. 2000. Foodborne disease: Focus on health education. World Health Organisation, Geneva.

29- WHO. 2008. Foodborne disease outbreaks: Guidelines for investigation and control. WHO publication, Geneva.

30- Yu, Y and Wang, J.2005. Effect of Gamma-ray Irradiation on Drying Characteristics of Wheat Department of Biosystems Engineering, Zhejiang University, 219-225.

Application of irradiation in food industry: Review

Seyede Hoda Yoosefian[1*], Ebrahim Ahmadi[2]

1- Msc Student, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina Univesity of Hamedan.
Hoda.mchanic@yahoo.com

2-Assistant Professor. Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina Univesity of Hamedan.

Abstract

Today, non-traditional methods and maintenance process is rapidly expanding. Different methods of preserving foods of various processes such as thermal, chemical consumption, as the smoke exposure system and methods used to preserve food. Food processing and preservation through irradiation with gamma -ray production rate with optimum food quality control microorganisms to different exposure times and remained constant control of the corruption is. Food is free of pathogenic bacteria, yeast, mold and insects and maturity, aging and germination of fruits and vegetables controls. To improve food quality, food chemistry and ultimately find a change of the beam does not leave any toxic food ¬ stand. These advantages increase with irradiation dose for non-beneficial effects of food on it, and the best dose for most food has been introduced in about 4 kGy. Exposure increases the shelf life of vegetables, fishery products, maintain quality and increase the shelf life and nutritional properties and sensory preserves.

Keywords: Irradiation, Gamma ray, Quality, Persistence, Foods.