J. of Nuclear Sci. and Tech.
No. 58, pp. 49-54, 2012

مجله علوم و فنون هسته‌ای
شماره ۵۸، صفحات ۵۴-۴۹، ۱۳۹۰

Short Paper
مقاله کوتاه

تأثیر پرتو گاما بر جوانه‌زنی هاگ و رشد ریسه‌ای پنی‌سیلیم اکپانسیم عامل بیماری پس از برداشت میوه‌ی سیب

حسین اهری مصطفوی*[1]، سیدمهیار میرمجلسی[2]، سیدمحمد میرجلیلی[3]، هادی فتح‌اللهی[1]، سیدمجتبی منصوری‌پور[2]، محمد بابایی[1]
۱. پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۴۹۸-۳۱۴۸۵، کرج ـ ایران
۲. گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۳۳۶-۱۴۱۱۵، تهران ـ ایران
۳. گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه جامع علمی- کاربردی مرکز کرج، صندوق پستی: ۲۳۴-۳۴۲۱۵، کرج ـ ایران

چکیده: بیماری کپک آبی با عامل پنی‌سیلیم اکپانسیم به عنوان خسارت‌زاترین عامل بیماری در طول دوره‌ی انبارمانی مطرح می‌باشد. در این تحقیق، اثر بازدارندگی دزهای مختلف پرتو گاما بر جوانه‌زنی هاگ و ریسه‌ای پنی‌سیلیم اکپانسیم، عامل بیماری پس از برداشت میوه‌ی سیب مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور پنی‌سیلیم اکپانسیم از میوه‌های سیب آلوده با علایم لهیدگی جداسازی شد. برای بررسی تاثیر پرتو گاما بر جوانه‌زنی، سوسپانسیون هاگ قارچ (با غلظت $۱۰^{۴}$ هاگ برمیلی‌لیتر) در معرض دزهای ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ گری پرتو گامای دستگاه گاماسل با چشمه‌ی کبالت-۶۰ و با نرخ دز ۰٫۲ گری در ثانیه قرار گرفت. هم‌چنین برای بررسی اثر پرتو گاما بر رشد ریسه‌ای، یک قطعه‌ی ۰٫۵ سانتی‌متری از کلنی سه روزه‌ی قارچ به محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار انتقال یافته و با دزهای ۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰،۲۵۰۰ و ۳۵۰۰ گری پرتودهی گردید. نتایج حاصل نشان داد که پرتودهی با دز حدود ۶۰۰ گری، به طور کامل مانع جوانه‌زنی هاگ قارچ می‌شود، و دزهای بالاتر از ۳۰۰۰ گری توانست به طور کامل مانع رشد ریسه‌ای پنی‌سیلیم اکپانسیم شود.

کلید واژه‌ها: ***پرتو گاما، بیماری‌های پس از برداشت، جوانه‌زنی هاگ، پنی‌سیلیم اکپانسیم، دزهای تابش، سیب‌ها***

Effect of Gamma Radiation on Spore Germination and Mycelial Growth of *Penicillium Expansum*, Postharvest Disease of Apple Fruit

H.A. Mostafavi*[1], S.M. Mirmajlessi[2], S.M. Mirjalili[3], H. Fathollahi[1], S.M. Mansouripour[2], M. Babaei[1]
1. Agriculture Medicine and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, P.O.Box: 31485-498, Karaj – Iran
2. Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P.O.Box: 14115-336, Tehran – Iran
3. Department of Plant Productions, University of Applied Science and Technology, Karaj Branch, P.O.Box: 34215-234, Karaj – Iran

Abstract: Blue mold caused by *Penicillium expansum* causes most of the losses during the storage period in the world. In this study, the inhibition effect of different doses of gamma radiation on spore germination and mycelial growth of *Penicillium expansum* was investigated. As a result, the *Penicillium expansum* was recovered from infected apple fruits. In order to evaluate the gamma radiation effect on the spore germination, spore suspension (10^4 spore/ml) exposed to 0, 100, 300 and 600 grey, using Co-60 gamma cell with a dose rate of 0.2 Gy/Sec. Also, a disk of mycelium (0.5 cm^2) was removed from the edge of a three-days colony and transferred to PDA plates and irradiated to 0, 1500, 2000, 2500, 3000 and 3500 Gy. The results showed that, the irradiation has completely inhibited the spore germination at 600Gy. While, a dose of 3000Gy completely inhibited the mycelial growth of *Penicillium expansum*.

Keywords: ***Gamma Radiation, Postharvest Diseases, Spore Germination, Penicillium Expansum, Radiation Doses, Apples***

*email: hahari@nrcam.org

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۹/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۶/۱۶

۱. مقدمه

بیماری‌های قارچی پس از برداشت محصولات کشاورزی، از عوامل اصلی خسارت‌زا در دوره‌ی انبارمانی محصول سیب می‌باشند. قارچ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم[۱] عامل کپک آبی با ایجاد پوسیدگی نرم، به عنوان مهم‌ترین و خسارت‌زاترین بیماری طی دوره‌ی انبارمانی مطرح است [۱ و ۲]. طی سالیان نسبتاً طولانی استفاده از مواد شیمیایی (خصوصاً ترکیبات دودزا[۲] نظیر متیل برومید) به عنوان مناسب‌ترین روش انبارداری و قرنطینه‌ی محصولات کشاورزی مطرح بود. اما بررسی‌های دهه‌های اخیر نشان داده است که کاربرد مواد شیمیایی علاوه بر خطرات زیست محیطی موجب بیماری‌های متعدد در مصرف‌کنندگان به دلیل انتقال باقی‌مانده‌ی سم به بدن آن‌ها می‌شود [۳، ۴ و ۵]. با توسعه‌ی روش‌های هسته‌ای و روشن شدن زوایای گوناگون این فن‌آوری جدید، کاربرد پرتودهی به عنوان روشی بدیل برای مواد شیمیایی مورد بحث و بررسی‌های فراوان قرار گرفته است. پانویاتا (۲۰۰۴) نشان داد که پرتودهی با تابش گاما در محدوده‌ی دز ۱٫۵ تا ۳ کیلوگری سبب کاهش معنی‌دار بیماری پوسیدگی ناشی از قارچ مونیلینیا فراکتیجنا[۳] می‌شود [۶]. بررسی‌های اسمیت و پیلای (۲۰۰۴) نشان داد که پرتودهی می‌تواند به عنوان جای‌گزین مناسبی برای سموم شیمیایی در کنترل بسیاری از بیماری‌های قارچی مطرح گردد [۷]. نتایج حاصل از پژوهش‌های اف.ام. اُبری و آر. بارکایی- گولان نشان داد که پرتو گاما با دز حدود ۳ کیلوگری می‌تواند رشد مجموعه‌ای از عوامل بیماری‌زای پس از برداشت، شامل پنی‌سیلیم‌اکپانسیم، ریزوپوس استولونیفر[۴]، مونیلینیا فراکتیجنا، بوتریتیس آکلادا[۵]، را به طور کاملاً معنی‌داری کاهش دهد [۸ و ۹]. تحقیق حاضر با هدف تعیین محدوده‌ی مناسب دز پرتو گاما برای کنترل جوانه‌زنی هاگ و رشد ریسه‌ای قارچ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم جدا شده از میوه‌های آلوده‌ی سیب انجام پذیرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲ جداسازی، شناسایی و اثبات بیماری‌زایی

ابتدا با بررسی انبارهای نگه‌داری محصول سیب، تعدادی از نمونه‌هایی که علایم آلودگی به کپک آبی را نشان می‌دادند انتخاب و قارچ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم از آن‌ها جداسازی شد. برای این منظور، قطعات ۰٫۵cm×۰٫۵ cm ناحیه‌ی آلوده‌ی میوه‌ی سیب در محلول ده درصد سدیم هیپوکلریت به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شده و در دو مرحله با آب مقطر استریل (هر بار به مدت دو دقیقه) شستشو داده شد. پس از خشک نمودن با کاغذ استریل، قطعات میوه وارد محیط سیب‌زمینی- دکستروز- آگار شده، در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس نگه‌داری گردید. با گذشت ۴۸ ساعت، ریسه‌های قارچ از بافت آلوده به داخل محیط کشت گسترش یافت. مجدداً قطعاتی از ریسه به محیط کشت تازه انتقال یافته و پس از ۵ روز (نگه‌داری در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس) گونه‌ی قارچ براساس کلید بارنت و هانتر شناسایی گردید [۱۰]. به منظور انجام آزمون اثبات بیماری‌زایی، ابتدا با استفاده از آب مقطر استریل سطح کلونی هفت روزه‌ی پنی‌سیلیم‌اکپانسیم شستشو داده شده و با استفاده از همی‌سیتومتر[۶] سوسپانسیون هاگ به غلظت 10^4 هاگ بر میلی‌لیتر تهیه گردید. سپس با استفاده از اسکالپل استریل، برش‌هایی به طول تقریبی یک سانتی‌متر در مرکز میوه‌ی سیب زرد و قرمز ایجاد شد به گونه‌ای که امکان کنار زدن لایه‌ای از سطح میوه و تلقیح سوسپانسیون هاگ به زیر آن فراهم گردید. علاوه بر تلقیح سوسپانسیون هاگ به تعداد شش عدد سیب زرد و قرمز، آب مقطر استریل نیز به همان روش به همان تعداد سیب زرد و قرمز (به عنوان نمونه‌ی شاهد) تلقیح شد.

۲.۲ پرتودهی نمونه‌ها

ابتدا کشت سه روزه‌ی پنی‌سیلیم‌اکپانسیم در محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار تهیه شد. از حاشیه‌ی فعال کلونی، قطعه‌ای به مساحت ۰٫۵ سانتی‌متر مربع برداشته شده و در مرکز تشتک سفالی حاوی محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار قرار گرفت. سپس تشتک‌ها تا دزهای ۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۳۵۰۰ گری پرتودهی شدند. تشتک‌ها در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس قرار داده شده و قطر کلونی در ۷ روز متوالی اندازه‌گیری شد. این عملیات، برای هر تیمار چهار بار تکرار و میزان رشد ریسه با نمونه‌ی شاهد مقایسه گردید. برای تهیه‌ی سوسپانسیون هاگ، کشت دو روزه‌ی پنی‌سیلیم‌اکپانسیم با آب مقطر استریل شستشو داده شده و محلول به غلظت 10^4 هاگ بر میلی‌لیتر تهیه گردید. مقدار ۵۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون هاگ

در مرکز تشتک سفالی حاوی محیط سیب‌زمینی- دکستروز- آگار قرار داده شده و با استفاده از میله‌ی شیشه‌ای به طور یکنواخت پخش گردید. نمونه‌ها پس از پرتودهی (با دستگاه گاماسل با چشمه‌ی کبالت- ۶۰) تا دزهای ۰، ۱۰۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ گری (با نرخ دز ۰٫۲ گری در ثانیه) در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس نگه‌داری شدند. درصد جوانه‌زنی هاگ بعد از ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت اندازه‌گیری گردید. این عملیات نیز برای هر تیمار چهار بار تکرار شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) انجام و نتایج با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

۳. نتایج و بحث

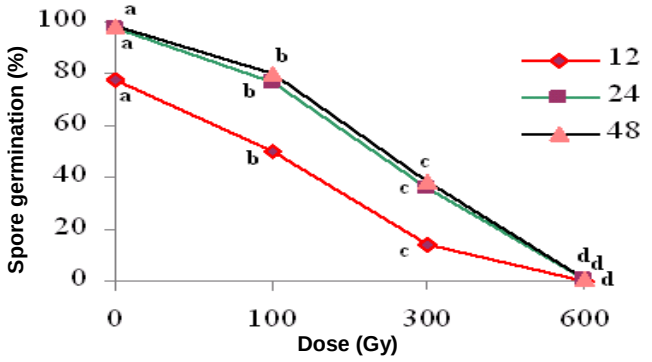
۱.۳ جداسازی، شناسایی و اثبات بیماری‌زایی

پس از جداسازی عامل پوسیدگی از میوه‌ی آلوده، شناسایی قارچ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم با بهره‌گیری از کلید بارنت و همکاران انجام شد. آزمون اثبات بیماری‌زایی نشان داد که گونه‌ی مزبور توانایی ایجاد پوسیدگی در میوه‌ی سیب زرد و قرمز را داشته و با گذشت ۵ روز (در مقایسه با تیمار شاهد) توانست علایم کامل لهیدگی در ناحیه‌ی تلقیح را ایجاد کند (شکل ۱).

۲.۳ پرتودهی نمونه‌ها

براساس نتایج به دست آمده، پرتودهی در دزهای بالاتر از ۶۰۰ گری توانست به طور کامل جوانه‌زنی هاگ قارچ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم را متوقف کند، در حالی‌که در دز ۱۰۰ گری بازدارندگی در جوانه‌زنی هاگ حداقل بود (شکل ۲ و جدول ۱). هم‌چنین پرتودهی در محدوده‌ی دز ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ گری توانست به طور کامل رشد ریسه‌ای قارچ را کنترل نماید (شکل ۳ و جدول ۲).

شکل ۱. بروز علایم پوسیدگی نرم در میوه‌ی سیب ۵ روز پس از تلقیح پنی‌سیلیم‌اکپانسیم.

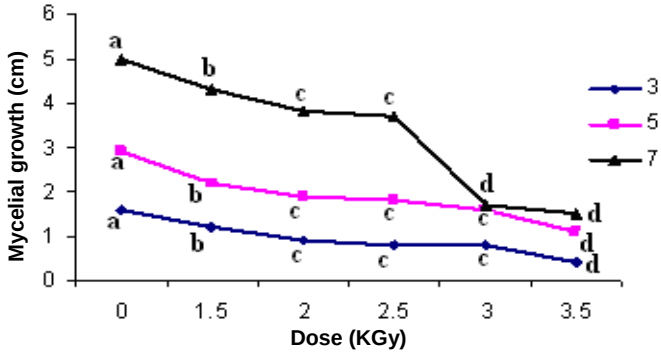


شکل ۲. اثر پرتو گاما بر جوانه‌زنی هاگ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم بعد از ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از پرتودهی.

جدول ۱. تأثیر پرتو گاما بر جوانه‌زنی هاگ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم در محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار

دز (Gy)				
زمان (h)	۰	۱۰۰	۳۰۰	۶۰۰
درصد جوانه‌زنی هاگ				
۱۲	۷۷٫۲ (a)*	۵۰ (b)	۱۴٫۵ (c)	۰ (d)
۲۴	۹۷٫۷ (a)	۷۷ (b)	۳۵٫۵ (c)	۰٫۵ (d)
۴۸	۹۸٫۲ (a)	۸۰ (b)	۳۸ (c)	۰٫۷ (d)

*: در هر ردیف، میانگین‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۳. اثر دزهای ۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۳۵۰۰ گری پرتو گاما بر رشد ریسه‌ای پنی‌سیلیم‌اکپانسیم بعد از ۳، ۵ و ۷ روز پس از پرتودهی.

جدول ۲. تأثیر پرتو گاما بر رشد ریسه‌ای پنی‌سیلیم‌اکپانسیم در محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار

دز (kGy)						
زمان (روز)	۰	۱٫۵	۲	۲٫۵	۳	۳٫۵
رشد ریسه‌ای (cm)						
۳	۱٫۶ (a)	۱٫۲ (b)	۰٫۹ (c)	۰٫۸ (c)	۰٫۸ (c)	۰٫۴ (d)
۵	۲٫۹ (a)	۲٫۲ (b)	۱٫۹ (c)	۱٫۸ (c)	۱٫۶ (c)	۱٫۱ (d)
۷	۵ (a)	۴٫۳ (b)	۳٫۸ (c)	۳٫۷ (c)	۱٫۷ (d)	۱٫۵ (d)

*: در هر ردیف، میانگین‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نوین و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که پرتودهی هاگ‌های پنی‌سیلیم‌اکپانسیم تا دز حدود ۱۰۰۰ گری از جوانه‌زنی هاگ‌ها جلوگیری می‌کند [۱۱]. مطالعات ان. وی. میروننکوو همکاران نشان داد که مقاومت ریسه‌های از جنس‌های مختلف قارچ‌ها در مقابل پرتودهی متفاوت است [۱۲]. در این ارتباط مطالعات جیتاریرات و همکاران (۲۰۰۵) در زمینه‌ی کنترل رشد ریسه‌ای قارچ‌های بیماری‌زا نشان داد که، دز کنترل‌کننده‌ی رشد ریسه‌ای قارچ‌های کالتوتریکام موسایی[۷] و سی. گلوسپوریویدس[۸] برابر با ۲۰۰۰ گری می‌باشد، در حالی‌که برای کنترل ریسه در قارچ‌های لاسیودیپلودیا تئوبرومئا[۹]، دوتیورلا اس‌پی[۱۰] و فوزاریم اس‌پی‌پی[۱۱] حداقل ۴۰۰۰ گری لازم است [۱۳ و ۱۴]. اختلاف در حساسیت نسبت به پرتو، می‌تواند از تفاوت در مقدار آب داخل سلول‌های ریسه ناشی شده باشد که باعث تولید آنزیم‌های مؤثر در ترمیم خسارات ناشی از پرتو و هم‌چنین شکل‌گیری مواد شیمیایی تنظیم‌کننده‌ی رشد سلولی می‌شود. هم‌چنین ضخامت دیواره‌ی سلولی و میزان رنگیزه‌ی ملانین به عنوان دو عامل مهم در افزایش مقاومت نسبت به پرتو شناخته شده‌اند، به طوری‌که قارچ پنی‌سیلیم‌اکپانسیم به دلیل ضخامت کم دیواره‌ی سلولی و میزان کم ملانین در مقایسه با آلترناریا آلترناتا[۱۲] حساسیت بیش‌تری در برابر پرتو از خود نشان می‌دهد. برای توقف کامل رشد آلترناریا آلترناتا دز ۱۰ کیلوگری ضروری است [۱۱]. در همین راستا، اسمیت و پیلای گزارش کردند که با استفاده از پرتو گاما توانستند مانع رشد طیف وسیعی از قارچ‌های عامل تخریب محصولات کشاورزی شوند. آن‌ها اظهار داشتند که پرتو گاما باعث تخریب ساختار DNA سلول می‌شود و در نتیجه سلول قادر به ادامه‌ی عملکرد خود نمی‌باشد. چنان‌چه میزان آسیب سلولی اندک باشد، رشد قارچ به طور کامل متوقف نخواهد شد. به عبارت دیگر، اگر میزان خسارت ناشی از پرتو کم باشد سلول‌های قارچ خود را ترمیم کرده و حالت اولیه‌ی خود را بازمی‌یابند [۱۴ و ۱۵]. تاکسه گزارش کرد که پرتودهی با دز بالا سبب خسارت مستقیم به DNA موجود زنده می‌شود و این تغییر ممکن است موجب توقف رشد و تولید مثل گردد. هنگامی که پرتو با مولکول‌های آب موجود در سلول برهم‌کنش می‌کند رادیکال‌های آزاد ناپایدار تولید می‌شود که عامل ایجاد خسارت غیرمستقیم در DNA خواهند بود [۱۶ و ۱۷]. از آن‌جا که تولیدات برون‌سلولی بیماری‌زاها می‌توانند در رشد، میزان بیماری‌زایی و شدت آن مؤثر باشد صدمه‌ی وارد بر DNA هسته سبب ایجاد جهش شده و با تغییر در تولیدات سلول عامل بیماری موجب تغییرات در رشد، میزان بیماری‌زایی و شدت بیماری‌زایی آن خواهد شد. با توجه به این‌که میزان دز بازدارنده‌ی رشد ریسه‌ای قارچ حدود ۵ برابر دز کنترل هاگ می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت هاگ قارچ نسبت به پرتو گاما به مراتب بیش‌تراز ریسه می‌باشد [۱۸]. نتایج حاصل از تحقیق ویلوکوت و همکاران بر روی آنسینولا نکاتور[۱۳] (عامل بیماری سفیدک سطحی انگور) نیز همین اختلاف در حساسیت هاگ و ریسه نسبت به پرتو را نشان می‌دهد [۱۹]. هاگ قارچ‌های مختلف نیز مقاومت متفاوتی در برابر پرتو از خود نشان می‌دهند. میزان ضخامت دیواره‌ی هاگ و رنگیزه‌ی ملانین در مقاومت یا حساسیت نسبت به پرتو مؤثر است به گونه‌ای که با افزایش ملانین و ضخامت دیواره‌ی هاگ، مقاومت قارچ در برابر پرتو افزایش می‌یابد [۱۱]. گزارش‌های متعددی در رابطه با مقاومت بیش‌تر هاگ‌های دو و چندسلولی در برابر تابش گاما نسبت به هاگ‌های تک‌سلولی موجود است [۱۸]. شاتله گزارش نموده است که هاگ تک خانه‌ای کریپتوکوکوس لاورنتی[۱۴] نسبت به پرتو گاما حساس‌تر از هاگ چندخانه‌ای کاندیدیا سکی[۱۵] است [۵].

استفاده از مواد شیمیایی (به منظور افزایش دوره‌ی انبارمانی میوه‌ی سیب) به دلیل خطرات احتمالی ناشی از باقی‌مانده‌ی سموم برای مصرف‌کنندگان پیشنهاد نمی‌گردد. از سوی دیگر استفاده از سردخانه‌های صنعتی نیز با وجود هزینه‌ی زیاد، قادر به جلوگیری کامل از جوانه‌زنی هاگ قارچ نمی‌باشد. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهاد می‌گردد با انجام مطالعات تکمیلی در محدوده‌ی پایداری میوه‌ی سیب در برابر تابش گاما، از روش پرتودهی به عنوان جای‌گزینی مناسب برای روش شیمیایی و یا تلفیق آن با روش سردخانه‌ای صنعتی استفاده شود.

پی‌نوشت‌ها:

۱. *Penicillium Expansum*

۲. Fumigant

۳. *Monilinia Fructigena*

۴. *Rhizopus Stolonifer*

۵. *Botrytis Aclada*

۶. Hemicytometer

۷. *Colletotrichum Musae*

۸. *C. Gloeosporioides*

۹. *Lasiodiplodia Theobromea*

۱۰. *Dothiorella SP*

۱۱. *Fusarium SPP*

۱۲. *Alternaria Alternata*

۱۳. *Uncinula Necator*

۱۴. *Cryptococcus Laurentii*

۱۵. *Candidia Sake*

References:

1. P. Sobiczewski, H. Bryk, S. Berczynski, "Evaluation of epiphytic bacteria isolated from apple leaves in the control of postharvest apple diseases," Journal of Fruit Ornamental Plant Research, 4: 35-4 (1996).

2. C. Stevens, V.A. Khan, J.Y. Lu, C.L. Wilson, P.L. Pusey, E.C. Lgwegbe, K. Kabwe, Y. Mafolo, J. Liu, E. Chalutz, S. Droby, "Integration of ultraviolet (UV-C) light with yeast treatment for control of postharvest storage rots of fruits and vegetables," Biological Control, 10, 98-103 (1997).

3. A. Prakash, P. Inthajak, H. Huibregtse, F. Caporaso, D.M. Foley, "Effect of low dose gamma irradiation and conventional treatments on shelf life and quality characteristics of diced celery," Journal of Food Science, 65: 1070-1075 (2000).

4. M. Patterson, "Food irradiation: Microbiological safety and disinfestations," International Symposium on New Frontier of Irradiated Food and Non-Food Products KMUTT, Bangkok, Thailand (2005).

5. M.S. Shathele, "Effects of gamma irradiation on fungal growth and associated pathogens," Reseaech Journal of Environmental Toxicology. 3: 94-100 (2009).

6. M. Panayota, "Investigation of the radiation effects on Brown Rot disease of Golden Delicious apples, inoculated with the fungus *Monilinia fructigena*," Mycopathologia, 142: 33-36 (2004).

7. J.C. Smith and S. Pillai, "Irradiation and food safety," Food Technology., 58(11): 48-54 (2004).

8. F.M. Aubrey, "Inactivation by Irradiation, Control of food borne microorganisms," Marcel Dekker, Inc., 535 (2002).

9. R. Barkai-Golan, "Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control," Elsevier Science, B.V. 418 (2001).

10. H.L. Barnett and B.B. Hunter, "Illustrated genera of imperfect fungi," Third Edition, Burgess Publishing, Co. 241, (1972).

11. S.I. Neveen, Geweely, L.S. Nawar, "Sensitivity to Gamma Irradiation of Post-harvest Pathogens of Pear," International Journal of Agriculture and Biology, 6: 710-716 (2006).

12. N.V. Mironenko, A.A. Irina, N.Z. Nelli, A.B. Sergey, "Intraspecific variation in gamma-radiation resistance and genomic structure in the filamentous fungus A*lternaria alternata*: a case study of strains inhabiting chernobG yl reactor No. 4," Ecotoxicollogy Environment Safety, 45: 177–87 (2000).

13. C. Jitareerat, P. Mohavey, U. Apiradee, K. Songsin, "Effect of irradiation on fungal growths and their pathogenesis on Mangoes cv. Nam Dok Mai," International Symposium "New Frontier of Irradiated food and Non-Food Products," KMUTT, Bangkok, Thailand (2005).

14. G.P.C. Salmond, "Secretion of extra cellular virulence factors by plant pathogenic bacteria," Annual Review of Phytopathology., 32: 181-200 (1994).

15. J.C. Smith and S. Pillai, “Irradiation and food safety,” Food Technology., 58:48-54 (2004).

16. K.P. Satish, G. Benjamin, K.P. Sergei, K.W. Joseph, C.S. Matt, D.R. Douglas, D.M. Smith, “Semen-specific genetic characteristics of human immunodeficiency virus type 1,” Environmental Journal of Virology, 79:1734-1742 (2005).

17. R.V. Tauxe, “Food safety and irradiation: Protection the public from food borne infections,” Emergency of Infective Disease, 7:516-521 (2001).

18. L. Willocquet, D. Colombet, M. Rougier, J. Fargues, M. Clerjeau, “Effects of radiation, especially ultraviolet B, on conidial germination and mycelial growth of grape powdery mildew,” European Journal of Plant Pathology, 102: 441-449 (1996).

19. R. Braghini, C.R. Pozzi, S. Aquino, L.O. Rocha, B. Corrêa, “Effects of gamma-radiation on the fungus *Alternaria alternata* in artificially inoculated cereal samples,” Applied Radiation and Isotopes, 67(9):1622-1628 (2009).