مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

تاثیر پرتودهی گاما بر کیفیت میکروبی قارچ خوراکی

مرتضی اکبری*، عبدالرحیم بهاروند، امیر اکباتانی
گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان

چکیده: در این مطالعه اثر تابش اشعه گاما بر کیفیت حسی و باکتریایی قارچ خوراکی دکمه‌ای «Agaricus Bisporus» مورد بررسی قرار گرفته است. مقدار kg ۴ قارچ خوراکی دکمه‌ای، به طور تصادفی به چهار بسته تقسیم و بسته‌بندی شدند. یک گروه بدون قرار گرفتن در معرض اشعه به عنوان گروه کنترل و سه بسته دیگر در معرض ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ گری اشعه قرار گرفتند. نمونه‌ها در دمای یخچال °۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در زمان‌های نگهداری روز اول، چهارم، هشتم، دوازدهم, شانزدهم مورد آزمایش‌های باکتریایی و حسی قرار گرفتند. پس از انجام آزمایش داده‌ها با استفاده از برنامه‌های[Mini tab,SPSS] مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که پرتودهی با دوز ۱۰۰۰ گری به همراه نگهداری در دمای یخچال به طور معنی‌داری از نگهداری در دمای یخچال (به تنهایی) در افزایش مدت نگهداری قارچ (بدون هیچ‌گونه اثرقابل قبولی بر روی کیفیت محصول) مؤثر می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش دز پرتودهی بار کلی میکروارگانیسم های تیمارهای پرتودیده کاهش قابل توجهی یافته است. (P<۰۵/) پرتودهی مدت ماندگاری قارچ را از یک هفته به هجده روز افزایش داده است. همچنین دوز یک کیلوگری مناسب‌ترین دوز برای پرتودهی این محصول می‌باشد.

واژگان کلیدی: پرتودهی، اشعه گاما، باکتری، افزایش پایداری، قارچ خوراکی،

The effect of Gamma Irradiation on the Microbial Quality of Mushroom

Morteza akbari*, Abdulrahim baharvdan, Amir ekbatani
Department of Physics, Faculty of Science, University of Lorestan

Abstract: In this study the effect of gamma irradiation on microbial and sensory quality button mushroom «Agaricus Bisporus» has been studied. The button mushroom 4 kg randomly divided into four packages were packed. A control group without exposure to radiation and other packages 500, 1000, 1500, Gary received radiation. Samples were stored at refrigerator temperature of 4 ° C and storage time on the first day, fourth, eighth, twelfth, sixteenth and sensory tests were bacterial. After examination of the data using the programs of [*Mini tab*,SPSS] were analyzed. Our results indicate that doses of 1000 Gy irradiation plus storage in refrigerated storage at refrigerator temperatures significantly (only) increase shelf mushrooms (without any reasonable effect on product quality) effectively. The results showed that with increasing irradiation dose radiation treatments have significantly reduced the overall burden of microorganisms has. (P< /05) Shelf life of irradiated mushrooms has increased from one week to eighteen days. The dose of irradiation dose for this product is suitable for one kilo Gray

Keywords: radiation, gamma ray, bacteria, increase stability, mushroom,

مقدمه

پرتوافکنی محصولات یک فرآیند محافظت‌کننده غذایی بوده و روشی است که می‌تواند محصولات را در برابر میکروارگانیسم‌ها، حشرات و سایر آفاتی که می‌توانند منابع غذایی ما را ناسالم، فاسد و بیماری‌زا نمایند، محافظت نمایند. معمولاً کشاورزان حدود ۳۰٪ محصولاتشان را به علت آفات از دست می‌دهند و این خسارات می‌تواند با پرتوافکنی غذایی کاهش یابد. براساس اعلام سازمان خواروبار کشاورزی ملل متحد سالانه ۱۰ درصد از محصولات کشاورزی بر اثر خسارت انباری از بین می‌روند [۱].

پرتوافکنی فرآیندی است که در آن غذا از اتاقکی عبور کرده و در آن با اشعه گاما یا پرتوهای X مواجهه می‌شود. این پرتوهای پرانرژی برای شکستن باندهای شیمیایی به اندازه کافی قوی هستند و دیواره‌های سلولی و غشای سلولی را تخریب نموده و DNA را درهم می‌شکنند. بنابراین پرتوافکنی، اکثر باکتری‌ها، کپک‌ها و حشراتی که ممکن است غذا را آلوده و یا فاسد کنند را می‌کشد. پرتوافکنی رسیدن میوه‌ها و سبزی‌ها را نیز به تأخیر می‌اندازد و این امکان را فراهم می‌آورد که محصولات برای مدت بیشتری ذخیره شوند. به دلیل اینکه پرتوافکنی واجد حداقل حرارت‌دهی می‌باشد، اثرات اندکی بر طعم، بافت و ارزش غذایی غذاها دارد [۱] . در این روش از مسمومیت مواد غذایی جلوگیری شده و آلودگی مواد غذایی و هدر رفتن آنها کاهش می‌یابد [۲]. در مواردی استفاده از دوز های بالا، باعث کاهش نیاز به نگهداری مواد غذایی در یخچال می‌شود، که این امرکاهش مصرف انرژی را به دنبال دارد.[۳] پرتودهی مواد غذایی تا حدود ۱۰ کیلو گری در بسیاری از کشورها برای فرآوری غذاهای تجاری پذیرفته شده است [۴].

اصولاً پرتوهای یونیزان با ورود به داخل بافت و سلول، یک اثر فیزیکی بر مادهٔ ژنتیکی وارد می‌سازند، سپس با جذب فوتوالکتریک[۱] پدیدهٔ یونیزاسیون در سلول به وقوع می‌پیوندد. یعنی مادهٔ ژنتیکی به وسیله عوامل جهش‌زا مورد هدف قرار گرفته و محتمل تغییراتی می‌گردد. براساس فرضیه هدف[۲] هر ذرهٔ یون‌زا می‌تواند یک جهش ایجاد نماید یعنی یک رابطهٔ خطی بین جهش‌های ایجاد شده و تراکم ذرات یون‌زا وجود دارد [۵].

در باکتری DNA دو رشته‌ای بوده و پیوندهای کوالان آن در اثر اشعه از بین می‌روند که این امر موجب از دست دادن پورین و پیریمیون و در نهایت موتاسیون در DNA باکتری می‌گردد. اشعه قادر است روی خود زنجیره DNA نیز اثر گذاشته و آن را شکسته و مانع همانندسازی DNA گردد [۶].

در روش مستقیم انرژی پرتو زیاد بوده و موجب شکسته شدن ماکرومولکول‌های زیستی مهم مانند DNA و پروتئین‌ها می‌شود. در چنین مواردی سه حالت روی می‌دهد.

۱ Photoelectric Absorption

۲ Target theory

۱) ممکن است که سلول‌های آسیب‌دیده ترمیم شوند و در نتیجه سلول و موجود زنده به حیات خود ادامه دهد.
۲) چنانچه این آسیب‌ها ترمیم نگردد و شدت آنها زیاد باشد در اکثر موارد منجر به مرگ سلول و در نهایت موجود زنده می‌شود.
۳) در برخی موارد آسیب‌های ایجاد شده ترمیم نمی‌گردد، بلکه منجر به موتاسیون می‌شود [۷].

قارچ یکی از محصولات مهم کشور است که از نظر تغذیه و اقتصادی بسیار مهم میباشد. همه قارچ‌های تازه مستعد ابتلا به فساد هستند[۸]. فساد قارچ های خوراکی بسته بندی شده ازمسایلی است که ازیک طرف بازار پسندی آن واز طرف دیگر احتمال انتقال عوامل بیماری زا به مصرف کننده را مورد تهدید قرار میدهد. قارچ ها پس ازبرداشت و بسته بندی طی حمل ونگهداری تا زمان مصرف دچارتغییراتی میشوند که در بعضی مواقع غیر قابل مصرف تشخیص داده میشوند. به دلیل فاسد شدن سریع این محصول استفاده از روشی که بتواند بدون ایجاد اثرات منفی کنترل آلودگی های میکروبی این محصول را امکان پذیر سازد، بسیار حائز اهمیت است.

روش کار

قارچ انتخابی از خانواده آگاریکوس‌ها[۱] می‌باشد این خانواده تنها قارچ‌هایی هستند که کاملاً خوراکی بوده و از لحاظ ایمنی و سلامت و سمی نبودن با اطمینان در محیط مصنوعی مورد کشت قرار می‌گیرند. قارچ های دکمه ای و یا سفید[۲] «آگاریکوس» پرمصرف ترین قارچ‌های خوراکی در سطح جهان می‌باشند [۹].

محل نمونه‌برداری از سالن‌های پرورش قارچ ملارد واقع در کرج انجام شد. انتخاب قارچ‌ها به صورت تصادفی بوده و تنها کیفیت و سلامت آنها در هنگام برداشت مورد نظر بوده است.

میانگین قطر قارچ‌های انتخابی ۳/۵cm و ارتفاع میانگین نمونه‌ها ۴cm بوده است همچنین سعی شده است نمونه‌ها به طور یکنواخت انتخاب شوند. کلاهک نمونه‌های انتخابی کاملاً سفید و سفت و عاری از هر گونه صدمه، شن، مواد بستر و حشرات و غیره می‌باشد. در همین مکان از قارچ‌های بسته‌بندی شده چهار بسته با وزن حدود یک کیلو گرم نمونه‌برداری شده و به مرکز کشاورزی هسته‌ای واقع در کرج جهت پرتودهی منتقل شدند.

پرتودهی نمونه‌ها توسط دستگاه گاماسل مدل PX-30 ساخت کشور روسیه انجام شد. در این دستگاه امکان پرتودهی نمونه‌های آزمایشگاهی در دُزهای بالا با رادیو ایزوتوپ کبالت ۶۰ فراهم شده است. نمونه‌هایی که باید پرتودهی شوند، درون اتاقک استوانه‌ای، که بازوی متحرک دارد، قرار می‌گیرند. این اتاقک گنجایش نمونه‌هایی به ارتفاع ۲۰cm و به قطر ۱۳cm

Agaricus۳

Button mushrooms۴

را دارد. هندسه چشمه رادیواکتیو به صورت میله‌ای نازک، که با تقریب بسیار خوبی می‌توان آن را به‌عنوان چشمه پرتودهی خطی محدود متشکل از بی‌نهایت چشمهٔ نقطه‌ای فرض کرد، در نظر گرفته شده است [۱۰].

انرژی میانگین پرتوهای گامای ساطع شده 1/25 Mev با آهنگ دوز ۰/۱۴ Gry/s مورد استفاده قرار گرفت. قارچ-های نمونه‌برداری شده همراه با بسته‌بندی در سه دوز متفاوت ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ گری در معرض اشعه گاما قرار گرفتند. همچنین یک بسته بدون قرار گرفتن در معرض اشعه به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد.

پرتودهی در دمای اتاق ۲۵°C انجام گرفت و تیمارها پس از پرتودهی جهت انجام آزمایش‌های میکروبیولوژی و ارگانولیتیک به آزمایشگاه میکروبیولوژی توحید واقع در تهران انتقال یافتند.

ابتدا از هر چهار گروه تیمار قارچ‌های خوراکی بسته‌بندی شده به صورت تصادفی به مقدار ۲۵gr در شرایط استریل جدا کردیم و با ۲۲۵ml آب مقطر در دستگاه استومکر به صورت یکنواخت و هموژن در می‌آوریم. از نمونه‌های هموژن برای انجام آزمایش‌های میکروبیولوژی می‌بایست نمونه‌هایی با رقت‌های مختلف از باکتری‌های موجود در قارچ تهیه کنیم زیرا در اکثر مواقع تعداد باکتری‌های خیلی زیاد بوده و سطح پلیت را می‌پوشانند و تفکیک و شمارش تعداد کلنی‌ها ممکن نیست برای رفع این مشکل از روش تهیه سریال رقت مورد استفاده واقع گردید.

برای شمارش باکتری های هوازی محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA) مورد استفاده قرار گرفت. این محیط کشت یک محیط کشت غیرانتخابی برای میکرو ارگانیسم‌هاست. این محیط صرفاً برای باکتری‌هاست آن هم فقط باکتری‌های هوازی.این محیط کشت در درجه حرارت معمولی بسته می‌شود و حالت ژل پیدا می‌کند. برای کشت از روش کشت آمیخته یا پورپلیت[۱] استفاده کرده‌ایم. در این روش کشت نیاز به تهیه سوسپانسیون از باکتری می‌باشد. یعنی باید از باکتری مورد نظر در محیط مایع رقت معینی را تهیه نمود، سپس توسط پیپت مقدار معینی «1cc» از هر رقت را درون پلیت ریخته و محیط کشت را نیز به مقدار معین «15cc» درون پلیت‌ها می‌ریزیم. بعد از بسته شدن محیط کشت پلیت‌ها را در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی-گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و بعد از رشد کلونی‌ها آنها را شمارش می‌کنیم. ما در این تحقیق از روش شمارش صفحه ای استاندارد (SPC)[۲] استفاده کرده‌ایم.

نتایج حاصل از شمارش باکتری‌های هوازی

برای شمارش باکتری های این گروه محیط کشت پلیت کانت آگار مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها در دمای یخچال ۴° درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در زمان‌های نگهداری روز اول، چهارم، هشتم، دوازدهم, شانزدهم مورد آزمایش‌های

[۵] Pour plate

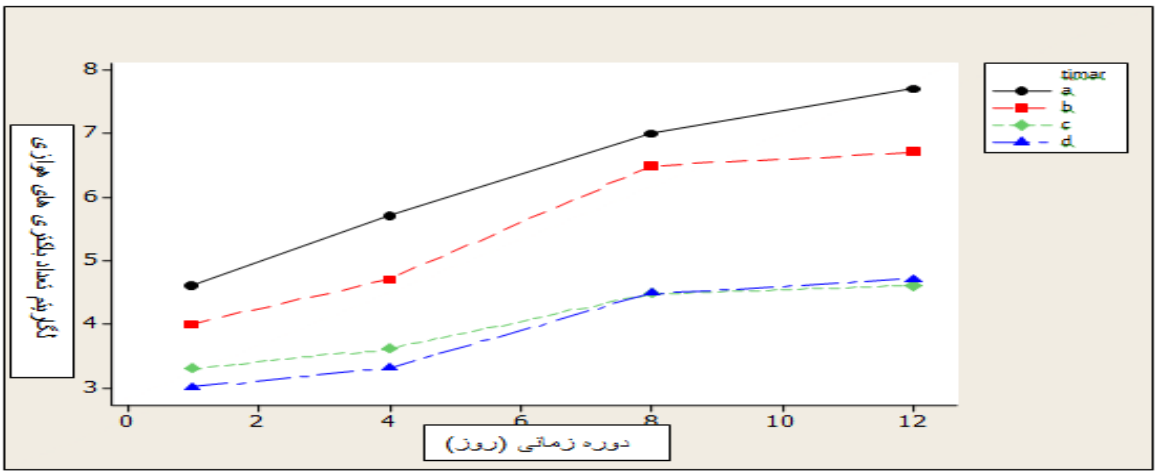
[۶] Standard Plate Count

روز آزمون / تیمار	اول	چهارم	هشتم	دوازدهم
شاهد	4×10^4	5×10^6	10^7	5×10^7
500Gy	10^4	5×10^4	3×10^6	5×10^6
1000Gy	2×10^3	4×10^3	3×10^4	4×10^4
1500Gy	10^3	2×10^3	3×10^4	5×10^4

باکتریایی قرار گرفتند. پس از انجام آزمایش داده‌ها با استفاده از برنامه‌های[*Mini tab*,SPSS] مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بعد از رشد کلنی‌ها نتایج شمارش در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول(۱)نتایج حاصل از شمارش باکتری‌های هوازی

اگر لگاریتم تعداد باکتری ها را بر حسب زمان رسم کنیم منحنی رشد باکتری های هوازی به دست می آید.



شکل (۱) منحنی رشد باکتری های هوازی(a تیمار شاهد،b، c و d به ترتیب ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ گری اشعه دیده)

با بررسی منحنی رشد کاملا مشهود است که با افزایش دوز اشعه با سترون سازی باکتری ها رابطه ای مستقیم دارد. مشاهده می شود در زمان های مختلف بین تعداد میکروارگانیسم های نمونه شاهد در مقایسه با تیمار های پرتو دیده اختلاف معنی داری وجود دارد. همچنین سرعت رشد باکتری ها در تیمار سوم از دیگر نمونه ها کمتر می باشد.

وضعیت ظاهری نمونه ها به طور روزانه و همزمان با هم مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی عواملی از قبیل دهیدراته شدن،پلاسیدگی, لزج شدن کلاهک، بسته بودن تیغه های لامل، تغییر رنگ ولکه دار شدن، آفت زدگی و تغییر شکل هندسی مورد توجه قرار گرفت نتایج بررسی به صورت روزانه در جدول زیر آورده شده است.

جدول(۲) وضعیت ظاهری نمونه ها به صورت روزانه

نمونه / روز مشاهده	شاهد	500Gy	1000Gy	1500Gy
اول	هیچ موردی مشاهده نشد	هیچ موردی مشاهده نشد	هیچ موردی مشاهده نشد	بعد از پرتو دهی کمی تغییر رنگ به سمت تیرگی مشاهده شد
دوم				
سوم	لکه های قهوه ای به قطر نیم سانتی متر در سطح کلاهک مشاهده شد			
چهارم				
پنجم	بزرگتر شدن لکه های قهوه‌ای همراه با دهیدرانه شدن کلاهک باز شده و شکل شده T			
ششم	تیغه های لامل کاملا ظاهر شده			
نمونه / روز مشاهده	شاهد	500Gy	1000Gy	1500Gy
هفتم	کلاهک بعضی نمونه ها لزج شده ولکه های قهوه به سمت تیرگی میل نموده است			
هشتم	عدم پذیرش توسط مصرف کننده		تمام ویژگی های قارچ درجه یک را داراست	حالت ترک خوردگی در روی بعضی از نمونه ها به عمق ۱ mm مشاهده شد
نهم		تیغه های لامل به اندازه دو میلی متر باز شده است		
دهم	فساد کامل	مشاهده لکه های قهوه ای به قطر /75cm	نمونه از نظر ظاهری سالم میباشد و قارچ درجه یک است	
یازدهم	فساد کامل	افزایش قطر لکه ها همراه با تغییر رنگ به قهوه ای تیره، کلاهک پهن شده و شکل T دارد.	درجه یک	
دوازدهم	فساد کامل	لزج شدن سطح کلاهک, ظاهر شدن کامل تیغه های لامل، پلاسیدگی در سطح بعضی نمونه ها	درجه یک	لایه رویین قارچ در بعضی نمونه بلند شده
سیزدهم	فساد کامل	عدم پذیرش توسط مصرف کننده ،تغییر رنگ لکه ها به قهوه ای تیره	درجه یک	
چهاردهم	فساد کامل		درجه یک	بین ترک خوردگی ها تغییر رنگ به تیرگی داده است
پانزدهم	فساد کامل		وجود لکه های قهوه ای روشن در سطح کلاهک مشاهده می شود	در بعضی نمونه ها حالت پلاسیدگی مشاهده می شود
شانزدهم	فساد کامل		ظاهر شدن تیغه های لامل، پر رنگ شدن لکه ها	
هفدهم	فساد کامل		کلاهک پهن شده	کلاهک پهن شده شکل Tدارد

هجدهم	فساد کامل		رنگ لکه ها به تیرگی میل کرده و کلاهک لزج شده بعضی از قسمت ها دهیدراته شده	بین ترک ها کاملا سیاه شده بعضی قسمت پلاسیده شده تیغه های لامل کاملا ظاهر و سطح قارچ لزج شده
نوزدهم	فساد کامل		وجود کپک های روی لکه های تیره مشاهده می شود عدم پذیرش توسط مصرف کننده	عدم پذیرش توسط مصرف کننده

بحث و نتیجه گیری

زمانی یک ماده غذایی فاسد می شود خصوصیات آن تغییر یافته و دیگر قابل قبول برای مصرف خوراکی نخواهد بود.[۱۲] طبق استاندارد ایران _شماره ۱۶۲۷ قارچ خوراکی زمانی فاسد محسوب می شود که رنگ آن غیر طبیعی (در زمان برداشت رنگ آن سفید است) بو و طعم خود را دارا نباشد و بافت نرم داشته باشد .

یک جنبه عمومی در فساد میکروبی وقوع ناگهانی آن است که این مسئله نشان دهنده طبیعت نمایی رشد میکروبی است که در نتیجه آن متابولیسم میکروبی نیز با یک سرعت نمایی افزایش می یابد. در بررسی تعداد کلی میکرواورگانیسم ها در زمان های مختلف مشاهده میشود، در زمان برداشت مقدار۴×۱۰^{۴} کلنی رشد کرده است. این نشانگر آن است که محصول حاوی میکرو اورگانیسم بوده ودر طول نگهداری و مصرف احتمال فساد را در قارچ بسته بندی شده ایجاد نماید.

نتایج این مشاهدات نشان داد با افزایش دز پرتودهی بار کلی میکروبی کاهش معنی داری یافته است ($p<$ ۰۱/). هر چه میزان دوز اشعه بیشتر می شود تعداد باکتری های مزوفیل هوازی کاهش پیدا می کند. پرتو دهی باعث می شود باکتری ها دیرتر وارد فاز تصاعدی شوند همچنین فاز حد اکثر ایستایی از نظر عددی با افزایش دوز اشعه به طور معنی داری کاهش پیدا کند.

بررسی کیفیت میکروبیولوژی نمونه های مورد آزمایش در ۱۶،۱۲،۸،۴روز بعد از پرتو دهی نشان می دهد با افزایش زمان نگهداری بار میکروبی افزایش یافته است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر جمعیت باکتری های هوازی از۴×۱۰^{۴}کلنی در هر گرم از نمونه شاهد در روز اول به،$۱۰^{۳}$،۲×۱۰^{۴}و $۱۰^{۳}$ به ترتیب در نمونه های ۵۰۰،۱۰۰۰،۱۵۰۰گری کاهش یافته و با توجه به کاهش قابل توجه اولیه بار میکروبی نمونه ها پس از پرتودهی مدت نگهداری قارچ خوراکی از هفت روز در نمونه ۵۰۰ گری به دوازده روز ودر نمونه‌هایی که با دوز۱۰۰۰گری و۱۵۰۰گری مورد تابش قرار گرفتند تا هجده روز افزایش یافته است. براساس نتایج حاصل از آزمایش می‌توان اینگونه نتیجه گیری نمود که قارچ خوراکی در صورتی که بدون پرتودهی بسته بندی شود به مدت ۸ روز امکان نگهداری در یخچال وجود دارد ولی زمانی که از دوز یک کیلو گری استفاده شود این میزان تا ۱۸روزقابلیت نگهداری در یخچال را داراست. بین دوزهای ۱کیلو گری و۱/۵کیلو گری اختلاف معنی دار چندانی وجود نداشت،بنابراین با توجه به رعایت شرایط اقتصادی دوز۱۰۰۰ گری مناسبتر می باشد.

References:

1. M. Ahmad, " Irradiation Disinfestatins of Stored food" International conference of stored product protection York Uk405p(2002).

2. ح. خلفی و م.قنادی مراقه ای و ف. فاطمی و الف .داد خواه، " پرتودهی مواد غذایی اصول و کاربردها".تهران. ناشر: زلال کوثر (۱۳۸۶).

3. H. Khalafi, M. Ghanadi Maragheh, F. Fatemi, "Food irradiation: principle and application" Tehran Publisher. Kosar zolal . (2008).

4. L.acroix, M. Quattara, "Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity andpreservation of food products" a review. Food Res. Int. 33: 719-724(2000).

5. DS. Aquino, " Sterilication by Gamma Irradition" Iederal University of Pernambuco – Departement of Nuclear Energy brazeil(2004).

6. SN.Mahindru," Food Preservation and Irradiation, " New Delhi A.P.H. Pub. Corp(2005).

7. MH. Navarrete, P. Carrera ,M. Miguel and C. dela torre, " A fast comet assay variant for solid tissue cells The assessment of DNA damage in higher plants" Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 389:271-277 (1997)

8. MH. Brennan, TR. Gormley, " Extonding the Shelf life of Fresh Shiced Mushrooms"Final report project ARMIS No 4196 .The National Food Centre. Dunsinea. Castleknock. Dublin15 (1998).

9. I. Sommer, " Effect of Gamma Irradiation on Selected Compunds of Fresh Mushrooms" DIPLOMARBEIT, University of Wien, Matrikel-Nummer: 0105517,(2008).

۱۰. هفتح الهی و ح. اهری مصطفوی و ف. مجد،" توسعه دامنه کاربرد دستگاه گاماسل برای پرتودهی برای دزهای پایین تر" مجله علوم و فنون هسته ای، شماره۳۱، صفحات ۴۳-۴۶، (۱۳۸۳).

۱۱. ع.قربانی ، "شناسایی میکروارگانیسم های عامل فساد قارچ خوراکی" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد تهران(۱۳۸۶)

ع.صفاریان، " اثرات اشعه گاما و نگهداری در انجماد بر روی کیفیت شیمیایی ،میکروبی و خواص ارگانولینیک و مدت زمان ماندگاری گوشت ماهی فیتوفاگ" پایان نامه دکترای تخصصی ، دانشکده دامپزشکی،دانشگاه تهران(۱۳۸۶).