

اثرات پرتوتابی الکترون شتاب‌دار و نگهداری در سرمای بالای صفر بر روی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و ارگانولپتیکی گوشت بلدرچین

علیرضا پورحسینی^{۱*} و فریبا زینالی^۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۱۵

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

^۲ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

* مسئول مکاتبه: Email: a.pourhasani@yahoo.com

چکیده

پرتودهی به عنوان یکی از روش‌های غیرحرارتی مؤثر در استریل کردن گوشت مطرح است که به طور بالقوه باعث افزایش ماندگاری آن می‌گردد. در این بررسی نمونه‌های گوشت بلدرچین تحت تاثیر صفر (کنترل)، ۱/۵، ۳ و ۵ کیلوگری پرتو الکترون شتاب‌دار قرار گرفته و در دمای $1 \pm 4^{\circ}\text{C}$ به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند، سپس اثر پرتودهی و نگهداری در دمای یخچال روی کیفیت میکروبی و خواص شیمیایی و ارگانولپتیکی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بررسی میکروبی دلالت بر این دارد که پرتودهی با دز ۱/۵، ۳ و ۵ کیلوگری باعث کاهش معنی‌داری ($P < 0.05$) در تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی، باکتری‌های اسیدلاکتیک، قارچ‌ها و مخمرها گردید. پرتودهی با دز ۱/۵ و ۳ کیلوگری نیز، باعث کاهش معنی‌داری ($P < 0.05$) در تعداد کلی‌فرمها گردید. در طول مدت زمان نگهداری نمونه‌های کنترل و پرتودهی شده تحت شرایط یخچال، بار میکروبی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) در تمام نمونه‌ها افزایش یافت که سرعت این افزایش در نمونه‌های کنترل بیشتر بود. پرتودهی باعث افزایش عمر نگهداری نمونه‌های پرتوتابی‌شده به بالاتر از ۱۵ روز گردید، در حالی که نمونه‌های کنترل تحت همین شرایط تنها ۴ روز قابل نگهداری بودند. پرتودهی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) باعث افزایش میزان اولیه TBA در نمونه‌ها گردید و نگهداری در یخچال به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) منجر به افزایش TBA در همه‌ی نمونه‌ها شد. فرآوری گوشت بلدرچین با پرتو تاثیر معنی‌داری روی مشخصات حسی نمونه‌ها نداشت ($P > 0.05$) و باعث افزایش عمر نگهداری گوشت بلدرچین به بیشتر از ۱۵ روز شد، ولی نمونه‌های کنترل تحت همین شرایط تنها ۵ روز قابل نگهداری بودند. بدین ترتیب این مطالعه به طور واضح نشان داد که پرتودهی گوشت بلدرچین با الکترون شتاب‌دار اثرات مثبتی بر خصوصیات کلی گوشت و افزایش مدت ماندگاری آن تحت شرایط سرما دارد.

واژگان کلیدی: پرتودهی، الکترون شتاب‌دار، گوشت بلدرچین، ماندگاری، کیفیت

مقدمه

صنعت گوشت رشد قابل توجهی در سال‌های اخیر داشته است و به دلیل تقاضا برای محصولات گوشتی با خواص تغذیه‌ای عالی، توسعه‌ی محصولات گوشتی با روش‌های فرآوری جدید، افزایش یافته است. گوشت به عنوان یکی از منابع پرارزش پروتئینی و به سبب غنی بودن از اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی، انواع ویتامین‌ها و انرژی کافی در زمره بهترین و کامل‌ترین مواد غذایی طبقه‌بندی شده است. این در حالی است که ارزش غذایی گوشت بلدرچین بعنوان کوچکترین پرند حلال گوشت تقریباً مشابه گوشت مرغ است اما مقدار ویتامین‌های موجود در این گوشت آن را ارزشمندتر می‌سازد. این گوشت چربی کمتری داشته و کلسترول آن نیز کم است. گوشت بلدرچین منبع بسیار خوبی از پروتئین و مواد معدنی از قبیل سدیم، پتاسیم و آهن و همچنین اسیدهای چرب ضروری از جمله اسید لینولئیک و اسید لینولنیک می‌باشد (بونی و همکاران ۲۰۱۰). در طی مراحل مختلف کشتار، حمل و نقل، نگهداری و فرآوری، گوشت به انواع مختلفی از میکروارگانیسم‌ها آلوده می‌شود. گوشت خام بلدرچین بمدت محدودی قابل نگهداری در یخچال است اما بکارگیری سایر روش‌های نگهداری به همراه سرد کردن، باعث افزایش مدت زمان نگهداری آن می‌گردد. روش‌های متعددی از جمله نگهداری در یخچال، انجماد، تخمیر، نمک سود کردن، دودی کردن، خشک کردن، بسته بندی و غیره برای کاهش دادن و حذف میکروارگانیسم‌های گوشت جهت افزایش مدت ماندگاری آن ارائه شده است (ال-شدی و همکاران ۲۰۰۴). در این بین یکی از روش‌های نگهداری برای گوشت و فرآورده‌های گوشتی که در سال‌های اخیر معرفی شده است، استفاده از پرتوها می‌باشد. پرتودهی^۱ مواد غذایی جهت بهبود بخشیدن ایمنی محصول از سال ۱۹۵۰ مورد توجه قرار گرفت. به طور کلی همراه با بالا رفتن میزان دز پرتو تعداد بیشتری از

میکروارگانیسم‌ها از بین خواهند رفت ولی بر اساس نظریه سازمان بهداشت جهانی (WHO)^۲ در سال ۱۹۸۱ غذاهایی که تا ۱۰ کیلوگری پرتو دریافت می‌کنند برای مصرف کننده سالم و بی‌خطر می‌باشند. دزهای پیشنهادی برای این منظور ۲/۵ کیلوگری برای گوشت طیور و ۴/۵ و ۷ کیلوگری به ترتیب برای گوشت قرمز تازه و منجمد می‌باشد (کاون و همکاران ۲۰۰۸). با این حال، نگرانی‌هایی در مورد تغییرات شیمیایی ناشی از پرتودهی در گوشت قرمز و طیور دیده می‌شود که استفاده از این تکنولوژی را به منظور بهبود کیفیت در محصولات گوشتی دچار مشکل می‌سازد (کاون و همکاران ۲۰۰۸). گزارش شده است که پرتودهی سبب تسریع اکسیداسیون در چربی‌ها (آهن و همکاران ۲۰۰۰) و ایجاد خصوصیات بدطعمی (آهن و همکاران ۲۰۰۱) و تغییر در رنگ گوشت می‌شود (لینچ و همکاران ۱۹۹۱). کیم و همکاران (۲۰۰۲) و کانات و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که پرتودهی محصولات گوشتی تازه مرغ، بوقلمون، گوسفند، گاو و خوک با دز ۳ کیلوگری و نگهداری در سردخانه °C -۴-۰ ضمن کاهش بار میکروبی و افزایش مدت زمان نگهداری فرآورده تا بیش از دو هفته، باعث افزایش میزان اکسیداسیون چربی‌ها و بالا رفتن میزان تیوباربتوریک اسید (TBA) صرف نظر از نوع گوشت حیوانات می‌شود، اما تاثیر چندانی بر روی ویژگی‌های حسی نمونه‌ها نمی‌گذارد. پرتودهی با الکترون شتاب‌دار، روش شناخته شده‌ای برای ارائه‌ی محصولات غذایی و بهداشتی با کیفیت از طریق کاهش میکروارگانیسم‌های عامل فساد می‌باشد (هونگ و همکاران ۲۰۰۸). پرتودهی با الکترون شتاب‌دار یک فرایند کوتاه از نظر زمانی است و سبب ایجاد ضایعات رادیو اکتیو نمی‌شود (بلک و همکاران ۲۰۰۶). واکتر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد را از بین می‌برد (رودریگز و همکاران ۲۰۰۶). بنابراین پرتودهی با الکترون شتاب‌دار به عنوان یک روش نگهداری برای

² World Health Organization¹ Irradiation

دمای $1^{\circ}\text{C} \pm 4$ برای پرتو دهی به مرکز پرتو فرآیند یزد انتقال داده شدند.

پرتو دهی

نمونه‌های گوشت بلدرچین که در کیسه‌های پلاستیکی زی‌پک به ابعاد 350×30 میلی‌متر و ضخامت کمتر از ۲ میلی‌متر بسته‌بندی شده بودند، در داخل پالت‌های مربوط به دستگاه پرتو دهی قرار گرفتند و با حرکت نوار نقاله در داخل محفظه‌ی دستگاه پرتو دهی رودترون^۷ مدل TT2000، ساخت بلژیک، با حداکثر قدرت ۱۰۰ کیلووات و ۱۰ مگا الکترون ولت انرژی دستگاه تحت تاثیر پرتو الکترون شتابدار قرار گرفتند. نمونه‌های قرار گرفته در محفظه دستگاه $1/5$ ، ۳ و ۵ کیلوگری پرتو، دریافت کردند. برای اندازه‌گیری میزان پرتو جذب شده از فیلم‌های دزیمتری FWT استفاده گردید. این فیلم‌ها که برای فرآیند پرتو دهی طراحی شده‌اند، فیلم‌های بی‌رنگ و نازکی هستند که به تدریج در اثر جذب پرتو، آبی رنگ می‌شوند. بعد از پرتو دهی، نمونه‌ها در داخل یخچال با دمای $1^{\circ}\text{C} \pm 4$ قرار گرفتند. آزمون‌های میکروبی، شیمیایی و ارزیابی حسی^۸ با فواصل زمانی سه روزه تا روز پانزدهم روی نمونه‌های ذخیره سازی شده در دمای $1^{\circ}\text{C} \pm 4$ صورت گرفت.

آزمون‌های میکروبی

مقدار ۱۰ گرم گوشت چرخ شده‌ی بلدرچین به داخل ارلن استریل تحت شرایط اسپتیک منتقل شد و با ۹۰ میلی لیتر آب پپتونه‌ی ۱/۱ درصد استریل در دستگاه شیکر با ۲۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه، هموژنیزه گردید، سپس رقت‌های بعدی در لوله‌های حاوی آب پپتونه ۱/۱ درصد تهیه شد. شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی بر روی محیط پلیت کانت آگار پس از ۷۲-۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انجام شد (آفا ۱۹۹۲). باکتری‌های اسید لاکتیک در محیط آگار MRS دولایه (روش پورپلیت) پس از انکوباسیون در 30°C به

گوشت بلدرچین جهت کاهش بار میکروبی قابل استفاده می‌باشد. پرتو دهی با الکترون شتابدار برای کلوچه‌های گوشت گاو^۳ (وونگ و همکاران ۲۰۰۵) و فرانکفورترهای آماده مصرف نیز استفاده شده است (جانسون و همکاران ۲۰۰۹). اما هیچ گزارشی در مورد استفاده از الکترون شتابدار بر روی غیرفعال‌سازی میگروارگانیسیم‌های گوشت بلدرچین صورت نگرفته است. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی اثرات پرتو دهی با الکترون شتابدار و نگهداری در سرمای بالای صفر بر روی خصوصیات میکروبی، شیمیایی و ارگانولپتیکی گوشت بلدرچین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

محیط کشت‌های پلیت کانت آگار^۴ (PCA)، MRS^۵ آگار، آگار دکستروز سیب زمینی، آگار برلیانت گرین و مواد شیمیایی مورد استفاده شامل تری کلرواستیک اسید، تیوباربیتوریک اسید، اتانول، بوتیل هیدروکسی آنیزول، اسید سولفوریک و اسید کلریدریک غلیظ همگی از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند.

آماده کردن نمونه‌های گوشت

گوشت بلدرچین به مقدار لازم بلافاصله پس از کشتار خریداری گردید و بعد از تمیز کردن تمام لوازم و سطوح و تمیز کردن احشاء، گوشت حاصله به همراه پوست چرخ شد و نمونه‌ها به وزن ۱۰۰ گرم در پلاستیک‌های زی‌پک^۶ بسته بندی شدند. نمونه‌ها به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. یک گروه به عنوان گروه کنترل و سه گروه دیگر تحت پرتو دهی با پرتوهای الکترون شتابدار با دزهای $1/5$ ، ۳ و ۵ کیلوگری قرار گرفتند. نمونه‌ها داخل یک یخچال اتوماتیک دیجیتال قابل حمل و

³ Beef Patties

⁴ Plate Count Agar

⁵ de Man, Rogosa, Sharpe

⁶ Zipack

⁷ Rhodotron

⁸ Organoleptic Evaluation

ارزیابی حسی

ارزیابی‌های حسی روی گوشت بلدرچین چرخ شده به صورت خام انجام گرفت. نمونه‌های خام کنترل و پرتو دهی شده روزانه از لحاظ ظاهر (رنگ) و بو مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه اعضای پانل ده نفر از کارمندان بخش آزمایشگاهی مرکز پرتو فرآیند یزد بودند که با خصوصیات گوشت آشنایی کامل پیدا کردند و جهت ارزیابی سیستم نمره‌دهی هدونیک (نمره ۱ بسیار بد و نمره ۹ بسیار خوب) مورد استفاده قرار گرفت.

تحلیل آماری

آزمایشات در کلیه مراحل با ۳ تکرار انجام گرفت و نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار 3 Graphpad Instat و با آزمون آنالیز واریانس یکطرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. از تست Tukey برای بیان معنی‌دار بودن نتایج در سطح احتمال ۵ درصد ($P < 0.05$) استفاده شد. نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار (SE) بیان شده است.

نتایج و بحث

بررسی خصوصیات میکروبی

میانگین لگاریتمی شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، باکتری‌های اسید لاکتیک، کلی‌فرم‌ها و قارچ‌ها و مخمرها در نمونه‌های کنترل و پرتوتابی شده (۱/۵، ۳ و ۵ کیلوگری) گوشت بلدرچین در زمان نگهداری تحت شرایط یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) در جدول ۱ نمایش داده شده است.

مدت ۷۲ ساعت شمارش گردیدند. شمارش کپک‌ها و مخمرها بر روی محیط آگار دکستروز سیب زمینی بعد از گرمخانه‌گذاری در $25-20^\circ\text{C}$ به مدت ۷-۱ روز انجام گرفت (آفا ۱۹۹۲). شمارش کلی‌فرم بر روی محیط جامد برلیانت گرین به روش پورپلیت پس از گرمخانه‌گذاری در 37°C به مدت ۲۴ ساعت انجام گرفت (روبرتز و همکاران ۲۰۰۳).

آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی

برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون چربی‌ها، اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید^۹ با روش اسپکتروفتومتری آهن و همکاران (۱۹۹۸) انجام گرفت. ۵ گرم گوشت چرخ شده بلدرچین در داخل یک لوله فالكون ۵۰ میلی لیتری قرار گرفت و با ۱۵ میلی لیتر آب دیونیزه مخلوط شد، سپس در داخل دستگاه سانتیفریژ به مدت ۱۵ ثانیه و ۱۲۰۰۰ دور در ثانیه^{۱۰} هموژن شد. سپس ۱ میلی لیتر آبگوشت هموژنیزه در داخل یک لوله آزمایش درب‌دار قرار گرفت و با ۵۰ میکرولیتر بوتیل هیدروکسی آنیزول ۷/۲ درصد و ۱ میلی لیتر تری کلرواستیک اسید و ۱ میلی لیتر تیوباربیتوریک اسید ترکیب شد و با ورتکس مخلوط گردید. محلول شاهد نیز به وسیله مخلوط کردن ۱ میلی لیتر تری کلرواستیک اسید و ۱ میلی لیتر تیوباربیتوریک اسید و ۱ میلی لیتر آب دیونیزه در یک لوله آزمایش درب‌دار تهیه شد. سپس لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای 90°C قرار گرفتند و سپس ۱۰ دقیقه زیر شیر آب خنک شدند. در نهایت محلول تهیه شده توسط فیلتر واتمن فیلتر شد. بعد از صفر کردن دستگاه اسپکتروفتومتر با شاهد، جذب نوری نمونه در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد و میزان تیوباربیتوریک اسید بر اساس میلی گرم مالون آلدئید (MDA^{۱۱}) در هر کیلوگرم نمونه محاسبه گردید.

⁹ Thiobarbituric Acid

¹⁰ Round per second

¹¹ Malonaldehyde

جدول ۱- میانگین لگاریتمی تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی، باکتری‌های اسید لاکتیک، کلی‌فرم‌ها، قارچ‌ها و مخمرها (Log CFU/g) در نمونه‌های کنترل و پرتوتابی‌شده گوشت بلدرچین در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$

روز آزمایش							دز پرتودهی (کیلوگری)	فلور میکروبی
۱۵	۱۲	۹	۶	۳	.	کنترل		
-	-	-	-	۸/۲۷±۰/۰۳ ^{b,w}	۷/۲۴±۰/۰۲ ^{a,w}	کنترل		
۸/۳۷±۰/۰۳ ^{e,x}	۶/۲±۰/۰۶ ^{d,x}	۵/۲۶±۰/۰۲ ^{c,x}	۴/۳۳±۰/۰۹ ^{b,x}	۴/۳۷±۰/۰۲ ^{b,x}	۴/۰۲±۰/۰۱ ^{a,x}	۱/۵	باکتری‌های مزوفیل هوازی	
۴/۷۳±۰/۰۱ ^{f,y}	۴/۱۴±۰/۰۴ ^{e,y}	۳/۲۱±۰/۰۳ ^{d,y}	۳/۱۴±۰/۰۶ ^{c,y}	۲/۶۸±۰/۰۱ ^{b,y}	۲/۴۴±۰/۰۲ ^{a,y}	۳		
۱/۷۳±۰/۰۲ ^{e,z}	۱/۶۱±۰/۰۳ ^{d,z}	۱/۵۰±۰/۰۲ ^{c,d,z}	۱/۳۹±۰/۰۴ ^{c,z}	۱/۲۴±۰/۰۶ ^{b,z}	۱/۰۹±۰/۰۵ ^{a,z}	۵		
-	-	-	-	۷/۴۶±۰/۰۱ ^{b,w}	۵/۸۳±۰/۰۱ ^{a,w}	کنترل		
۶/۱۴±۰/۰۱ ^{e,x}	۵/۳۸±۰/۰۲ ^{d,x}	۴/۵۸±۰/۰۱ ^{c,x}	۳/۶۶±۰/۰۱ ^{b,x}	۳/۵۷±۰/۰۱ ^{b,x}	۳/۰۹±۰/۰۱ ^{a,x}	۱/۵	اسید لاکتیک باکتری‌ها	
۵/۰۶±۰/۰۴ ^{e,y}	۴/۰۵±۰/۰۳ ^{d,y}	۲/۶۵±۰/۰۲ ^{c,y}	۲/۵۰±۰/۰۲ ^{b,y}	۲/۳۱±۰/۰۳ ^{a,y}	۲/۲۵±۰/۰۲ ^{a,y}	۳		
<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	۵		
-	-	-	-	۷/۲۶±۰/۰۳ ^{b,x}	۵/۹۷±۰/۰۱ ^{a,x}	کنترل		
۵/۰۷±۰/۰۳ ^{e,y}	۴/۶۸±۰/۰۱ ^{e,x}	۴/۲۰±۰/۰۳ ^{d,x}	۳/۰۶±۰/۰۴ ^{c,x}	۲/۹۶±۰/۰۱ ^{b,y}	۲/۰۲±۰/۰۳ ^{a,y}	۱/۵	کلی‌فرم‌ها	
۳/۶۳±۰/۰۱ ^{e,y}	۲/۶۳±۰/۰۳ ^{d,y}	۲/۲۸±۰/۰۲ ^{c,y}	۱/۷۶±۰/۰۳ ^{b,y}	<۱ ^{a,z}	<۱ ^{a,z}	۳		
<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	<۱ ^z	۵		
-	-	-	-	۷/۷۷±۰/۰۱ ^{b,w}	۵/۵۱±۰/۰۱ ^{a,w}	کنترل		
۷/۵۱±۰/۰۲ ^{f,x}	۶/۷۶±۰/۰۱ ^{e,x}	۶/۶۵±۰/۰۱ ^{d,x}	۳/۷۲±۰/۰۱ ^{c,x}	۲/۳۹±۰/۰۲ ^{b,x}	۲/۹۰±۰/۰۱ ^{a,x}	۱/۵	قارچ‌ها و مخمرها	
۷/۳۹±۰/۰۱ ^{f,y}	۶/۱۹±۰/۰۴ ^{e,y}	۴/۷۴±۰/۰۱ ^{d,y}	۳/۱۹±۰/۰۳ ^{c,y}	۲/۶۶±۰/۰۱ ^{b,y}	۲/۵۸±۰/۰۱ ^{a,y}	۳		
۲/۹۹±۰/۰۱ ^{e,z}	۲/۳۳±۰/۰۲ ^{d,z}	۱/۳۴±۰/۰۱ ^{c,z}	۱/۱۰±۰/۰۵ ^{b,z}	<۱ ^{a,z}	<۱ ^{a,z}	۵		

حروف غیر مشابه در یک ستون و ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

مخمرها می‌گردد و پس از گذشت ۱۵ روز نیز تعداد آنها به $7 \log \text{CFU/g}$ نرسید. نیک و همکاران (۱۹۹۴)، گومز و همکاران (۲۰۰۳)، بدر و همکاران (۲۰۰۴) و ازدن و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پرتودهی گوشت مرغ، گوسفند، خوک، بوفالو، خرگوش و ماهی با دز ۱ الی ۵ کیلوگری و نگهداری در شرایط یخچالی به نتایج مشابهی دست یافتند.

اکسیداسیون چربی‌ها

حساسیت گوشت نسبت به اکسیداسیون چربی و افزایش میزان TBA بستگی به فاکتورهای مختلفی از قبیل گونه حیوان، موقعیت تشریحی عضلات بدن یک دام، دز پرتودهی، مدت زمان نگهداری، روشهای بسته‌بندی و اضافه کردن آنتی‌اکسیدانها دارد. اگر چه رادیکال‌های آزاد بعنوان عامل تشدید کننده اکسیداسیون چربی در گوشت شناخته شده‌اند اما میزان چربی و ترکیب اسید چرب نیز اهمیت زیادی در اکسیداسیون چربی گوشت در طول مدت نگهداری دارد (کیم و همکاران ۲۰۰۲).

میزان تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت در نمونه‌های کنترل و پرتودهی شده گوشت بلدرچین در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است. میزان TBA در نمونه‌های پرتودهی شده (۱/۵، ۳ و ۵ کیلوگری) بطور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های کنترل است. با افزایش دز پرتودهی و مدت زمان نگهداری میزان TBA در نمونه‌ها افزایش یافت. بسیاری از محققین گزارش کردند که پرتودهی گوشت و فرآورده‌های گوشتی باعث افزایش اکسیداسیون چربی‌ها در آنها می‌شود. در واقع پرتوهای یونیزان باعث تولید رادیکال‌های هیدروکسیل در سیستم آبی می‌شوند و از آنجاکه گوشت حاوی مقدار زیادی آب است، پرتودهی باعث شتاب بخشیدن به تغییرات اکسیداتیو در گوشت می‌گردد.

پرتودهی روش مستقیمی برای ممانعت از فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه نگهداری مواد غذایی می‌باشد (لاویر ولدوارد، ۲۰۰۶). به طور کلی اثر اولیه‌ی پرتو الکترون شتاب‌دار، کاهش معنی‌دار ($P < 0.05$) فلور میکروبی و در نتیجه‌ی آن افزایش مدت زمان نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچالی است. بعد از گذشت زمان ۳ روز، شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک در نمونه‌های کنترل به حدود $7/5$ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید، در حالیکه در نمونه‌های پرتوتابی‌شده با دز $1/5$ ، ۳ و ۵ کیلوگری بعد از گذشت ۱۵ روز، به ترتیب حدود $6/1$ ، ۵ و کمتر از ۱ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید. بعد از گذشت زمان ۳ روز، شمارش کلی‌فرم‌ها در نمونه‌های کنترل به حدود $7/3$ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید، در حالیکه در نمونه‌های پرتوتابی‌شده با دز $1/5$ ، ۳ و ۵ کیلوگری بعد از گذشت ۱۵ روز، به ترتیب حدود $5/1$ ، $3/6$ و کمتر از ۱ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید. میانگین لگاریتمی تعداد قارچ‌ها و مخمرها در گرم در نمونه‌های کنترل و پرتودهی شده ($1/5$ ، ۳ و ۵ کیلوگری) در روز اول به ترتیب حدود $5/5$ ، $2/9$ ، $2/6$ و کمتر از ۱ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید. بعد از گذشت زمان ۳ روز، شمارش قارچ‌ها و مخمرها در نمونه‌های کنترل به حدود $7/8$ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید، در حالیکه در نمونه‌های پرتوتابی‌شده با دز $1/5$ ، ۳ و ۵ کیلوگری بعد از گذشت ۱۵ روز، به ترتیب حدود $7/5$ ، $7/4$ و ۳ لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه در گرم رسید. نتایج این مطالعه با یافته‌های فلاح و همکاران (۲۰۱۰) منطبق است. این محققین گزارش کردند که پرتودهی گوشت جوجه کبابی آماده مصرف با دز $1/5$ ، ۳ و $4/5$ کیلوگری باعث کاهش معنی‌داری در شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، اسید لاکتیک باکتری‌ها، کلی‌فرم‌ها، قارچ‌ها و

جدول ۲- میزان تیوباربیئوریک اسید در نمونه های کنترل و پرتوتابی شده گوشت بلدرچین در زمان های مختلف نگهداری در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$

روز آزمایش	روز آزمایش					دوز پرتو دهی (کیلوگری)	نوع آزمایش
	۱۵	۱۲	۹	۶	۳		
-	-	-	$0.41 \pm 0.01^{a,y}$	$0.39 \pm 0.05^{a,x}$	$0.30 \pm 0.02^{a,w}$	کنترل	
$4.13 \pm 0.03^{a,z}$	$2.68 \pm 0.02^{a,y}$	$2.57 \pm 0.01^{a,x}$	$2.49 \pm 0.03^{b,w}$	$1.65 \pm 0.01^{b,v}$	$1.48 \pm 0.06^{b,w}$	۱/۵	
$3.83 \pm 0.02^{b,z}$	$2.80 \pm 0.05^{b,y}$	$2.92 \pm 0.01^{b,x}$	$2.86 \pm 0.02^{c,w}$	$2.33 \pm 0.03^{c,v}$	$2.12 \pm 0.03^{c,u}$	۳	TBA
$3.58 \pm 0.01^{c,z}$	$1.36 \pm 0.01^{c,y}$	$3.46 \pm 0.03^{c,x}$	$3.20 \pm 0.05^{d,w}$	$3.06 \pm 0.01^{d,v}$	$2.32 \pm 0.02^{d,u}$	۵	

حروف غیر مشابه در یک ستون و ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) است.

و همکاران (۲۰۰۷) در پرتو دهی گوشت گاو با دزهای مختلف دریافتند که هر چند پرتو دهی باعث افزایش عدد پراکسید می شود ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین نمونه های کنترل و پرتوتابی شده مشاهده نمی شود. چن و همکاران (۲۰۰۷) و جوانمرد و همکاران (۲۰۰۶) نیز در پرتو دهی گوشت گاو و مرغ با دزهای مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند.

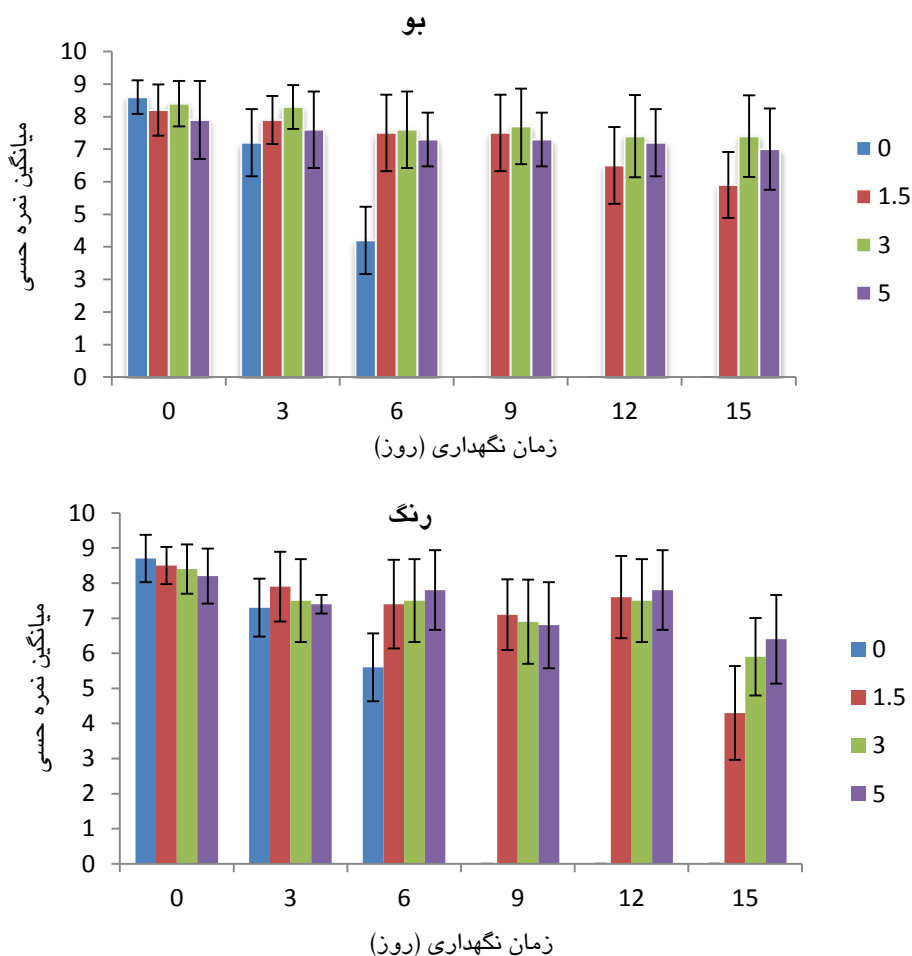
بررسی ویژگی های ارگانولپتیکی (بو و رنگ)

یکی از تغییرات حسی مهم گوشت های پرتو دهی شده بخصوص در بسته بندی نفوذ پذیر به اکسیژن، ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ، بو و طعم آن می باشد که به علت رشد باکتریایی و تغییرات شیمیایی ناشی از اکسیداسیون و تولید ترکیبات فرار ایجاد می شود که باعث کاهش ماندگاری گوشت می گردد. میزان این ترکیبات در بین گوشت های مختلف، متفاوت می باشد (کاون و همکاران ۲۰۰۸). گزارش شده است که ترکیبات گوگرد دار حاصل از مواد فرار خصوصا دی متیل تری-سولفید از عوامل اصلی ایجاد بوی پرتو دهی در گوشت می باشد ولی با این حال در آزمایش حسی مخالفت کمتری نسبت به بوی پرتو دهی در گوشت وجود دارد

رادیکال های هیدروکسیل که به واکنش با ترکیبات اکسیژن تمایل زیادی دارند، می توانند باعث شروع اکسیداسیون چربی در گوشت گردند. بر اساس مطالعات مختلف، گزارش شده است که پرتو دهی چربی ها باعث تولید کربونیل ها و دیگر محصولات اکسیداسیون از قبیل پراکسیدها می گردد، که میزان تولید کربونیل ها با افزایش دز پرتو دهی، افزایش می یابد (آهن و همکاران ۲۰۰۶). کانات و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند که پرتو دهی گوشت مرغ، بره و بوفالو به طور معنی داری باعث افزایش میزان تیوباربیئوریک اسید در روز صفر و طی مدت زمان نگهداری آن (۴ هفته) در دمای $3-0^\circ\text{C}$ می شود. در پرتو دهی گوشت مرغ، گومز و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که پرتو دهی به طور معنی داری باعث افزایش تیوباربیئوریک اسید در طول ۲۱ روز نگهداری فرآورده در دمای 4°C می شود. فلاح و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که پرتو دهی گوشت شتر به طور معنی داری باعث افزایش میزان تیوباربیئوریک اسید در نمونه های پرتوتابی شده نسبت به نمونه های کنترل می شود. در مقابل برخی محققین گزارش کردند که پرتو دهی گوشت تاثیر معنی داری روی اکسیداسیون چربی ها ندارد. سده

کنترل، بدون تاثیر قابل توجه در خصوصیات حسی آن افزایش می‌دهد. در این ارتباط نتایج مطالعات گومز و همکاران (۲۰۰۶) و (۲۰۰۳)، ابوتربوش و همکاران (۱۹۹۷) و جوانمرد و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی‌های حسی گوشت مرغ پرتودهی شده، تاییدی بر یافته‌های این مطالعه است. آنها مشاهده کردند که تغییرات حاصل از پرتو با توجه به آزمایش‌های میکروبی، شیمیایی و حسی، در رنگ و بو نمونه‌های پرتودهی شده تاثیر نداشت. پائول و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که عمر نگهداری گوشت‌های چرخ شده بره که تحت پرتودهی با دزهای ۱ و ۲/۵ کیلوگری و شرایط نگهداری در 3°C -۰ قرار گرفتند به ترتیب ۲ و ۴ هفته بود، در حالی که تحت همین شرایط نمونه‌های کنترل ظرف مدت یک هفته فاسد می‌شدند. کیم و همکاران (۲۰۰۲) و لی و همکاران (۲۰۰۵) نیز در پرتودهی گوشت بوقلمون، خوک و گاو با دزهای مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند.

(پاترسون و همکاران ۱۹۹۵ و کیم و همکاران ۲۰۰۲). ضمناً برور (۲۰۰۴) اعلام کرده است که تغییرات رنگ در گوشت‌های پرتودهی شده به عوامل مختلفی از جمله نوع بسته‌بندی گوشت بستگی دارد و این تغییرات در بسته‌بندی نفوذپذیر به اکسیژن بسیار ناچیز می‌باشد. نتایج بررسی‌های حسی بر روی نمونه‌های خام کنترل و پرتودهی شده گوشت بلدرچین در طول زمان نگهداری در دمای $1^{\circ}\text{C} \pm 4$ با ارزیابی ظاهر (رنگ) و بو توسط اعضای پانل در شکل شماره ۱ نمایش داده شده است. پرتودهی گوشت بلدرچین با دزهای ۱/۵، ۳ و ۵ کیلوگری تاثیر معنی‌داری روی مشخصات حسی اولیه نمونه‌ها نداشت. علاوه بر این نمونه‌های کنترل و پرتودهی شده نمرات تقریباً مشابهی در بررسی رنگ و بو در طول زمان نگهداری در یخچال تا زمان حذف نمونه‌ها توسط پانل دریافت کردند. در روز ششم نگهداری در یخچال، نمونه‌های کنترل به علت اکسیداسیون چربی و رشد میکروبی، علائم فساد را به صورت بوی نامناسب و ایجاد حالت لزج نشان دادند. بنابراین به عنوان نمونه‌های ضعیف تلقی گردیده و حذف شدند. در حالی که نمونه‌های پرتودهی شده تا روز پانزدهم بر اساس مشاهدات حسی هیچ‌گونه علائمی از فساد و بوی نامناسب را نداشتند. بنابراین بر اساس مشاهدات حسی، پرتودهی باعث افزایش عمر نگهداری گوشت بلدرچین به بیشتر از ۱۵ روز شد. این در حالی است که نمونه‌های کنترل تنها ۵ روز قابل نگهداری بودند. سده و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که پرتودهی با دز ۳ کیلوگری باعث افزایش عمر نگهداری گوشت گاو در شرایط یخچال ($7^{\circ}\text{C} - 4$) به مدت ۱۴ روز می‌گردد، در حالی که عمر نگهداری نمونه‌های کنترل در این شرایط ۳ روز بود. کیس و همکاران (۱۹۸۲) و کانات و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که پرتودهی گوشت مرغ، گوسفند و خوک با دزهای ۵-۱ کیلوگری، کیفیت و مدت نگهداری گوشت را در شرایط سرما تا بیش از دو هفته نسبت به گروه



شکل ۱- ویژگی‌های ارگانولپتیک نمونه‌های کنترل و پرتودهی شده گوشت بلدرچین طی زمان نگهداری در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$

نتیجه‌گیری

است اما بر روی برخی ویژگی‌های ارگانولپتیک و کیفیت گوشت بلدرچین از جمله سرعت اکسیداسیون چربی اثر منفی می‌گذارد، لذا استفاده از دزهای ۳-۱/۵ کیلوگری به منظور کاهش بار میکروبی گوشت بلدرچین توصیه می‌شود.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از پرتودهی با دزهای پائین الکترون شتابدار می‌تواند باعث بهبود کیفیت میکروبی، حذف برخی پاتوژن‌ها و در نتیجه سالم سازی، حفظ کیفیت ارگانولپتیک گوشت در حد مطلوب و افزایش مدت ماندگاری گوشت بلدرچین در شرایط یخچال گردد. برخلاف مشاهده‌ی برخی تغییرات شیمیایی نامطلوب در گوشت‌های پرتوتابی شده مثل اکسیداسیون لیپیدها، پرتودهی اثر چندانی روی ویژگی‌های ارگانولپتیک گوشت بلدرچین ندارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد هر چند بار میکروبی نمونه‌هایی که ۵ کیلوگری پرتو دریافت کردند، بیشتر کاهش یافته

منابع مورد استفاده

- Abutarboush H, Alkahtani H, Atia M, Abouarab A, Bajaber A, Mojaddidi M, 1997. Sensory and microbial quality of chicken as affected by irradiation and post irradiation storage at 4°C. *Journal of Food Protection* 60: 761-770.
- Ahn DU, Jo C and Olson DG, 2000. Analysis of volatile components and the sensory characteristics of irradiated raw pork. *Journal of Meat Science* 54: 209-215.
- Ahn DU, Nam KC, Du M and Jo C, 2001. Volatile production in irradiated normal, pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) pork under different packaging and storage conditions. *Journal of Meat Science* 57: 419-426.
- Ahn DU, Olson DG, Chen CJX, Wu C and Lee JI, 1998. Effect of Muscle Type, Packaging, and Irradiation on Lipid Oxidation, Volatile Production, and Color in Raw Pork Patties. *Journal of Meat Science* 49: 27-39.
- Ahn DU, Lee EJ, Mendonca A, 2006. Meat Decontamination by Irradiation. In: Nollet LMI and Toldra F. *Advanced Technologies for Meat Processing*. Broken sound Parkway, NW: CRC press. Pp. 155-191.
- Al-Sheddy L, Al-Dagal, M and Bazarra WA, 2004. Microbial and sensory quality of fresh camel meat treated with organic acid salts and or biofidobacteria. *Journal of Food Science* 64: 336-339.
- APHA, 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* third ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Badr HM, 2004. Use of irradiation to control foodborne pathogens and extend the refrigerated market life of rabbit meat. *Journal of Meat Science* 67: 541-548.
- Black JL and Jaczynski J, 2006. Temperature effecton in activation kinetics of Escherichia coli O157:H7 by electron beam in ground beef, chicken breast meat, and trout fillets. *J Food Science* 71: 221-227.
- Boni I, Nurul H, Noryati I, 2010. Comparison of meat quality characteristics between young and spent quails. *Journal of International Food Research* 17: 661-666.
- Brewer S, 2004. Irradiation effects on meat color. *J Meat Science* 68: 1-17.
- Chen YJ, Zhou GH, Zhu XD, Xu XL, Tang XY and Gao F, 2007. Effect of low dose gamma irradiation on beef quality and fatty acid composition of beef intramuscular lipid. *Journal of Meat Science* 75: 423-431.
- Fallah AA, Saei AA and Rahnama M, 2010. Enhancement of microbial quality and inactivation of pathogenic bacteria by gamma irradiation of ready to cook Iranian barbecued chicken. *Journal of Radiation Physics and Chemistry* 79: 1073-1078.
- Fallah AA, Tajik H, Rohani SMR and Rahnama M, 2008. Microbial and sensory characteristics of camel meat during refrigerated storage as affected by gamma irradiation. *Pakistan Journal of Biological Science* 11: 894-899.
- Gomes HA and da Silva EN, 2006. Effects of ionizing radiation on mechanically deboned chicken meat during frozen storage. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 270: 225-229.
- Gomes HA, Silva EN, Cardello HM and Cipolli KM, 2003. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. *Journal of Meat Science* 65: 919-926.
- Hong YH, Park JY, Park JH, Chung MS, Kwon KS, Chung KS and Won MS, 2008. In activation of Enterobacter sakazakii, Bacillus cereus, and Salmonella typhimurium in powdered weaning food by electron beam irradiation. *Journal of Radiation Physics Chemistry* 77:1097-1100.
- Javanmard M, Rokni N, Bokaie S and Shahhosseini G, 2006. Effects of gamma irradiation and frozen storage on microbial, chemical and sensory quality of chicken meat in Iran. *Journal of Food Control* 17: 469-473.
- Johnson AM and Resurreccion AVA, 2009. Sensory profiling of electron beam irradiation ready to eat poultry frankfurters. *Journal of Food Science Technology* 42: 265-274.
- Kanatt SR, Chander R and Sharma A, 2005. Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products. *Journal of Meat Science* 69: 269-275.
- Kanatt SR, Paul P, Souza SF and Thomas P, 1997. Effect of gamma irradiation on the lipid peroxidation in chicken, lamb and buffalo meat during chilled storage. *Journal of Food Safety* 17: 283-294.

- Kim YH, Nam KC and Ahn DU, 2002. Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species. *Journal of Meat Science* 61: 257-265.
- Kiss I and Farkas J, 1982. Radurisation of whole eviscerated chicken carcass. *Acta Alimentaria Academy of Science* 1: 73-86.
- Kwon JH, Kwona Y, Namb KC, Lee EJ and Ahn DU, 2008. Effect of electron beam irradiation before and after cooking on the chemical properties of beef, pork, and chicken. *Journal of Meat Science* 80: 903-909.
- Lawrie RA, Ledward DA, 2006. *Lawry's meat science*. CRC Press.
- Lynch JA, MacFie HJH and Mead GC, 1991. Effect of irradiation and packaging type on sensory quality of chilled stored Turkey breast fillets. *Journal of Food Science* 26: 653-668.
- Naik GN, Paul P, Chawla SP, Sherikar AT and Nair PM, 1994. Influence of low dose irradiation on the quality of buffalo meat stored at 0-3 °C. *J Meat Science* 38: 307-313.
- Ozden O, Inugur M and Erkan N, 2007. Effect of different dose gamma radiation and refrigeration on the chemical and sensory properties and microbiological status of aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Radiation Physics and Chemistry* 76: 1169-1178.
- Patterson RLS and Stevenson MH, 1995. Irradiation induced off odor in chicken and its possible control. *Journal of British Poultry Science* 36: 425-441.
- Paul P, Venugopal V, and Nair PM, 1990. Shelf life enhancement of lamb meat under refrigeration by gamma irradiation. *Journal of Food Science* 55: 865-866.
- Roberts D and Greenwood M, 2003. *Practical Food Microbiology* third ed. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Rodriguez O, Castell-Perez ME, Ekpanyaskun N, Moreira RG and Castillo A, 2006. Surrogates of validation of electron beam irradiation of foods. *Journal of Food Microbiology* 110: 117-122.
- Sedeh FM, Arbabi K, Fatolahi H and Abhari M, 2007. Using gamma irradiation and low temperature on microbial decontamination of red meat in Iran. *Indian Journal of Microbiology* 47: 72-76.
- Wong PYY, Wijewichreme AN and Kitts DD, 2005. Fat content and ascorbic acid infusion influence microbial and physicochemical qualities of electron beam irradiated beef patties. *Journal of Food Chemistry* 89: 93-102.

The effects of electron beam irradiation and refrigerated storage on microbial, chemical and organoleptic quality of quail meat

AR Pourhasani^{1*} and F Zeynali²

Received: April 18, 2012

Accepted:

¹MSc Student, Department of Food Science and Technology, University of Urmia, Urmia, Iran

²Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, University of Urmia, Urmia, Iran

*Corresponding author: Email: a.pourhasani@yahoo.com

Abstract

Irradiation as an effective non thermal sterilizing method of meat preservation has excellent potential to extend the shelf life. In this study, quail meat was irradiated at doses of 0, 1.5, 3 and 5 kGy of electron beam irradiation and was kept in a refrigerator ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) for 15 day. Then effect of irradiation and maintenance of refrigeration temperature were evaluated on microbial quality, chemical and organoleptical properties. The results of microbial analysis indicated that irradiation dose of 1.5, 3 and 5 kGy caused a significant decrease ($P < 0.05$) in the number of aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria, fungi and yeasts. Irradiation dose of 1.5 and 3 kGy caused a significant decrease ($P < 0.05$) in the number of coliforms. Microbial load of control and irradiated samples increased significantly ($P < 0.05$), that speed of this increase was greater in the control samples, during the storage period under refrigerated conditions. The shelf life of irradiated samples was higher than 15 days while control samples were kept only 4 days under the same conditions. Irradiation significantly ($P < 0.05$) increased the initial TBA of samples and storage in refrigerator was led to increase the TBA value significantly ($P < 0.05$) in all samples. Irradiation had no significant effect on the organoleptical properties ($P > 0.05$) and caused shelf life to increase of more than 15 days but, the control samples were kept only 5 days under the same conditions. Thus, this study clearly indicated that the electron beam irradiation of quail meat has positive effects on its overall characteristics and extend the shelf life during refrigerated storage.

Keywords: Irradiation, Electron beam, Quail meat, Shelf life, Quality