اثرات اشعه گاما و پوشش خوراکی کیتوزان بر روی ویژگی‌های باکتریایی، شیمیایی و حسی گوشت مرغ

پرویز حسن زاده[۱]، حسین تاجیک[۲*]، سید مهدی رضوی روحانی[۲]، علی احسانی[۲]، جواد علی اکبرلو[۲] و مهران مرادی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۲

۱- دانشجوی دوره دکتری تخصصی بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه

۲- به ترتیب دانشیار، استاد و استادیاران گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی اهر

*مسئول مکاتبه E-mail: h.tajik@urmia.ac.ir

چکیده

پرتودهی به عنوان یکی از روش های نگهداری گوشت می باشد که به طور موثری باعث حفظ سلامت و افزایش ماندگاری آن می گردد. یکی از مسائل مهم در پرتودهی گوشت ایجاد تغییرات کیفی ارگانولپتیکی نامطلوب می باشد. 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. نمونه های 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). نمونه ها سپس در دمای $۴ \pm ۱^{o}C$ نگهداری شدند و در فواصل معین جهت انجام آزمایش های میکروبیولوژیکی (شمارش باکتری های مزوفیل هوازی و سرمادوست)، شیمیایی (TBA، pH و aw) و حسی (بو، رنگ و پذیرش همه جانبه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی باکتریایی دلالت بر این دارد که پرتودهی با اشعه گاما و پوشش دهی اثر معنی داری ($P<۰/۰۵$) درکاهش شمارش باکتری های مزوفیل و سرمادوست با حداقل ۱۴ روز افزایش ماندگاری، داشتند. نمونه های با پوشش کیتوزان میزان TBA و pH کمتری از نمونه های بدون پوشش در مدت ۲۱ روز از نگهداری در دمای $۴ \pm ۱^{o}C$ نشان دادند. تفاوت معنی داری($P>۰/۰۵$) در میزان TBA نمونه ها بعلت پرتودهی مشاهده نگردید. نتایج حاصل دلالت بر این دارد که کاربرد پوشش کیتوزان به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) کیفیت نمونه ها را افزایش می دهد. هیچ کدام از خصوصیات حسی به طور قابل توجهی تحت تاثیر پرتودهی قرار نگرفتند ($P>۰/۰۵$) . نتایج حاصل از بررسی های میکروبیولوژیکی، شیمیایی و حسی این مطالعه نشان داد که اثر پوشش کیتوزان همراه با پرتودهی بر روی نمونه ها باعث حفظ کیفیت مناسب و افزایش ماندگاری آنها در طول مدت نگهداری در شرایط سرما می گردد.

واژه های کلیدی: پرتودهی، پوشش خوراکی کیتوزان، گوشت مرغ، ماندگاری

Effects of gamma irradiation and chitosan edible coating on the bacterial, chemical and sensory properties of chicken meat

P Hassanzadeh[1], H Tajik[2*], M Razavi Rohani[2], A Ehsani[2], J Aliakbarlu[2] and M Moradi[3]

Received: February 23, 2011 Accepted: August 26, 2011

[1]Ph.D Student of Food Hygiene, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Urmia, Urmia, Iran
[2]Associate Prof., Professor and Assistant Prof., Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Urmia, Urmia, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Ahar, Iran
[*]Corresponding author: E-mail: tajik_h@yahoo.com

Abstract

Irradiation as a method of meat and poultry preservation has excellent potential to improve meat safety and extend the shelf life. The main concern of irradiating meat, however, is the organoleptic quality changes that occur. The present study was conducted to evaluate the combined effect of low-dose gamma irradiation (2/5 kGy) and chitosan edible coating (2%) on the shelf life of chicken breast meat. Samples were separated into four groups; uncoated and unirradiated control (C), coated with chitosan (CH), irradiated and uncoated (I) and coated with chitosan and irradiated (ICH). Samples were stored at 0-4°C and evaluated periodically for microbiological (aerobic mesophilic and psychrotrophic counts), chemical (TBA, pH, aw) and sensory (odor, appearance and overall acceptability) characteristics. Microbial analysis indicated that gamma irradiation and coating had significant effects ($P<0.05$) in reducing the mesophilic and psychrotrophic counts with at least a 14-day extension of shelf life. The chitosan-coated products showed lower TBA and pH values than the uncoated samples for up to 21day of storage at 0-4°C. No significant ($P>0.05$) differences in TBA values of samples were observed due to irradiation. The results indicated that the application of chitosan coating significantly improved ($P<0.05$) sensory quality of samples. None of the sensorial characteristics (odor, appearance, overall acceptability) was significantly affected by gamma irradiation ($P>0.05$). This study thus clearly indicated that the effect of chitosan coating plus irradiation on samples was to retain their good quality characteristics and extend the shelf life during refrigerated storage, which was supported by the results of microbiological, chemical, and sensory evaluation analyses.

Keywords: Irradiation, Chitosan edible coating, Chicken meat, Shelf life

مقدمه

در صنایع غذایی از روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای حفظ و نگهداری مواد غذایی استفاده می‌گردد که شامل استفاده از سرما، انجماد، حرارت، خشک کردن، دود دادن، فشار هیدرواستاتیک بالا، بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده، اسیدی کردن و استفاده از مواد شیمیایی مختلف و پرتودهی[1] می‌باشد (لیستنر ۱۹۹۲).

پرتودهی یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی است که سابقه‌ای بیش از ۶۰ سال در زمینه تحقیقات و آزمایشات دارد و استفاده از آن به مدت بیش از چهار دهه در بیش از ۴۱ کشور و در بیش از ۱۰۰ محصول غذایی تصویب شده است. سالیانه حدود بیش از ۵۰۰ هزار تن از محصولات غذایی پرتودهی می‌شوند که شامل انواع فرآورده‌های لبنی، گوشت، تخم مرغ، فرآورده‌های دریایی، میوه‌ها و سبزیجات، ادویه‌جات و سایر مواد

[1] Irradiation

غذایی خشک می باشد (موی ۲۰۰۵). در صنایع غذایی متداول‌ترین منابع پرتودهی، اشعه گاما، اشعه ایکس و الکترون های تسریع شده می باشد. سه فرآیند عمده پرتودهی بر اساس میزان دوز کاربردی جهت افزایش مدت نگه داری مواد غذایی استفاده می گردد که شامل رادوریزاسیون[۲] (پرتودهی با دوز کمتر از یک کیلو گری)، رادیسیداسیون[۳] یا پرتودهی با دوز متوسط (۱۰-۱ کیلو گری) و راداپرتیزاسیون[۴] یا پرتودهی با دوز بالا (بیشتر از ۱۰ کیلو گری) می باشد (جی و همکاران ۲۰۰۵). پرتودهی گوشت هم یکی از روش های موثر در نابودی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. استفاده از این فرآیند با هدف از بین بردن انگل ها و میکروارگانیسم‌های بیماریزای با منشاء گوشت و همچنین کاهش تعداد میکروارگانیسم‌های عامل فساد، باعث افزایش مدت زمان ماندگاری گوشت می‌گردد (ابریان و همکاران ۲۰۰۸). در این راستا محققین بسیاری پرتودهی را در نمونه های گوشت و فرآورده های گوشتی حیوانات مختلف مانند گوشت گاو و شتر (البشیر و همکاران ۲۰۰۹)، گاومیش (نیک و همکاران ۱۹۹۴)، گوسفند (کانات و همکاران ۲۰۰۶) ، خوک (آهن و همکاران ۱۹۹۸)، مرغ (گومز و همکاران ۲۰۰۳) بوقلمون (نام و همکاران ۲۰۰۳)، خرگوش (بدر ۲۰۰۴) و آبزیان (ازدن و همکاران ۲۰۰۷) بکاربرده اند.

در صنعت عمدتا از فرآیند رادیسیداسیون جهت از بین بردن باکتری‌های پاتوژن در گوشت استفاده می گردد. در سال ۱۹۸۱ سازمان بهداشت جهانی (WHO[۵] ۱۹۹۴) اعلام کرد غذاهایی که تا ۱۰ کیلو گری اشعه دریافت می کنند برای مصرف کننده سالم و بی خطر می باشند. دوزهای پیشنهادی برای این منظور حداکثر ۳ کیلوگری برای گوشت طیور تازه و سرد و ۵ -۳ کیلوگری برای فرآورده‌های منجمد می باشد. در پرتودهی گوشت طیور با دوز مصوب (۳ کیلو گری) مدت ماندگاری آن در شرایط سرما، دو تا سه برابر افزایش می یابد و تغییرات خیلی کمی درآن روی می دهد. در دوزهای بالاتر ترکیبات رادیولیتیک تولید می‌شود که این تغییر در انواع گوشت ها مشابه می‌باشد. (بلانک وهمکاران ۲۰۰۱).

دوز اشعه، ترکیبات گوشت، حرارت، میزان اکسیژن، بسته بندی، pH، وجود آنتی اکسیدانها و فاکتور های میکروبی از عواملی هستند که در نابودی میکروارگانیسمها توسط اشعه و ایجاد تغییرات کیفی در گوشت موثر می باشند. استفاده از پرتودهی در دوزهای مصوب به تنهایی برای نابودی میکروب های پاتوژن در گوشت و افزایش سلامتی و مدت نگهداری آن باعث یکسری تغییرات ارگانولپتیکی نا مطلوب (هر چند به میزان ناچیز) در آن می گردد. این تغییرات شامل تولید ترکیبات فرار و تشکیل رادیکال های آزاد می باشد که باعث اکسیداسیون چربی ها، شکستن ترکیبات پروتئینی و تولید اسیدهای آمینه گوگرددار و گاز مونواکسید کربن، صدمه به ویتامینها و نهایتا منجر به تولید رنگ، طعم و بوهای نامطلوب می گردد (برور ۲۰۰۴ و ۲۰۰۹). کیم و همکاران (۲۰۰۲) و کانات و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که پرتودهی محصولات گوشتی تازه مرغ، بوقلمون، گوسفند، گاو و خوک با دوز۳ کیلوگری و نگهداری در سرد خانه ۴°C-۰ ضمن کاهش بار میکروبی و افزایش مدت زمان نگهداری فرآورده تا بیش از دو هفته باعث افزایش میزان اکسیداسیون چربی‌ها و بالارفتن میزان تیوباربیتوراتها (TBA[۶]) و مواد فرار صرف نظر از نوع گوشت حیوانات می شود که تاثیر چندانی بر روی ویژگیهای حسی نمونه ها نمی گذارد. کارهای مشابهی نیز توسط کیس و همکاران (۱۹۹۰) بر روی مرغ بسته بندی شده منجمد انجام گرفته است.

به منظور کاهش اثرات نامطلوب پرتودهی، استفاده توام از پرتودهی به همراه سایر روش های نگهداری باعث کاهش دوز پرتودهی و در نتیجه حفظ کیفیت ارگانولپتیکی گوشت در حد مطلوب می گردد. این روشها شامل استفاده از نگهدارنده های ضد میکروبی خوراکی، آنتی‌اکسیدانها، حرارت، فشار هیدرواستاتیک بالا، انواع پوشش ها و بسته‌بندی ها بعنوان بخشی از تکنولوژی

[2] Radurization
[3] Radicidation
[4] Radappertization
[5] World Health Organization
[6] Thiobarbituric acid

هاردل[7] می باشد (لیستنر ۱۹۹۲). مواد ضد میکروبی و آنتی اکسیدان های سنتتیک زیادی وجود دارند که معمولا در صنایع گوشت برای حفاظت از چربی‌ها و افزایش ماندگاری در محصولات خام و پخته مورد استفاده قرار می گیرند اما علاوه بر گران بودن در دوز های بالا خاصیت کارسینوژنیک داشته و دید منفی از نظر مصرف کننده نسبت به استفاده از آنها وجود دارد. در این ارتباط در سالهای اخیر استفاده توام پرتودهی به همراه پوشش های خوراکی طبیعی مختلف و محصولات گیاهی در گوشت و فرآورده های آن بعنوان موادی با خصوصیات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی مورد توجه قرار گرفته است. موادی که اغلب برای پوشش های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل پروتئین ها (سویا، آب پنیر، ذرت، کلاژن، ژلاتین وغیره)، پلی ساکاریدها (کیتوزان، سلولز، نشاسته، آلژینات وغیره) و لیپیدها (واکسها و اسید های چرب) می باشد. استفاده از پوشش های خوراکی بعنوان تکنولوژی مدرن، به منظور افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت مواد غذایی، آنها را از آسیب های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حفظ می کند (هان و همکاران ۲۰۰۵ و کوما ۲۰۰۸).

کیتوزان[8] یکی از پلی‌ساکاریدهای کاتیونیک است که در اثر استیل زدایی از کیتین حاصل از پوسته سخت پوستانی مانند انواع خرچنگ‌ها و میگو با روش های شیمیایی و میکروبیولوژیکی تهیه می گردد و از نظر فراوانی دومین پلیمر طبیعی در طبیعت پس از سلولز می باشد. این پلی ساکارید دارای ویژگیهای عملکردی مانند خصوصیت ضد باکتریایی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی است و ضمناً دارای خواصی مانند سازگاری با محیط، زیست تخریبی، غیر سمی بودن و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی متنوعی می باشد. از ویژگیهای عملکردی دیگر کیتوزان توانایی تشکیل فیلم حفاظتی، به عنوان عامل ایجاد بافت، دارای خواص چسبندگی، جاذب بودن، تصفیه کنندگی، بعنوان فیبر غذایی و همچنین بعنوان سدی در برابر تبادل گازها و رطوبت می باشد که در صنایع غذایی و داروسازی، آرایشی، رنگ سازی، نساجی و غیره کاربرد دارد. (شهیدی و ابوزایتون ۲۰۰۵، دیوتا و همکاران ۲۰۰۹). پوشش کیتوزان در مواد غذایی مختلفی مانند میوه ها و سبزیجات، (دولییگر و همکاران ۲۰۰۴)، تخم مرغ (کیم و همکاران ۲۰۰۸)، پنیر (دوان و همکاران ۲۰۰۷) و انواع گوشت و فرآورده های آن مانند گوشت طیور، گوسفند، خوک و انواع آبزیان (گنادیوس و همکاران ۱۹۹۷) مورد استفاده قرار گرفته است. گزارش های متعددی از کاربرد کیتوزان به تنهایی و یا همراه با پرتودهی در گوشت حیوانات مختلف با تاکید خاص بر کاهش اکسیداسیون، جلوگیری از کاهش رطوبت و وزن، کاهش بار میکروبی و مواد فرار ارائه شده است (ینگییواد و همکاران ۲۰۰۶، رائو و همکاران ۲۰۰۵ و فان و همکاران ۲۰۰۹). برای استفاده از کیتوزان در مواد غذائی، می توان از روش های پوشش دهی (غوطه وری) ، اسپری محلول به سطح غذا و یا تولید فیلم خوراکی استفاده کرد. در روش پوشش دهی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، گوشت در محلول تشکیل دهنده فیلم غوطه ور شده و اجازه داده می شود تا این محلول بر روی گوشت خشک شود. این روش باعث ایجاد پوشش یکنواخت در سطح ماده غذایی می شود (نو وهمکاران ۲۰۰۷، ماجتی و همکاران ۲۰۰۰).

هدف از اجرای این پژوهش کاربرد پوشش کیتوزان ۲٪ به همراه پرتودهی با دوز ۲/۵ کیلو گری بعنوان یکی از ارزانترین فرآیند های نگهداری مواد غذایی در گوشت مرغ در دمای نگهداری $4^{o}C$ می باشد که با کاهش دوز پرتودهی و در نتیجه افزایش اثر کشندگی آن و کاهش فرآورده‌های عامل اکسیداسیون، می توان گامی موثر در جهت بهبود سلامت میکروبی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی گوشت در حد مطلوب و افزایش مدت ماندگاری آن برداشت.

مواد و روش‌ها

مواد

گوشت سینه مرغ حدود دو ساعت پس از کشتار از کشتارگاه آذر مرغ شهرستان تبریز خریداری گردید. پودر کیتوزان از شرکت سیگما آلدریچ (Sigma

[7] Hurdle Technology
[8] Chitosan

-Aldrich)، BHT[9]، TBA، محیط کشت پلیت کانت آگار[10] (PCA) ، اسید پرکلریک، اسید استیک، اتانل و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

تجهیزات

pH متر متهوم (Metohm) ساخت سویس، aw متر(Novasina-ms1)، هموژنیزاتور(KA T25 basic)، ترازوی حساس ساتریوس (Satrius) با دقت ۰۰۰۱ /۰ ، فور و انکوباتور مِمرت (Memert) و اتوکلاو (GMBEH) همگی ساخت آلمان، استومیکر سووارد (Seward) و اسپکتروفتومتر (Novaspect) ساخت انگلیس، دستگاه ماکروکلدال، دستگاه سوکسله، دستگاه حمام آب گرم، یخچال اتوماتیک قابل حمل و فیلترکاغذی واتمن.

آماده کردن نمونه‌های گوشت و پوشش دادن

گوشت سینه مرغ به مقدار لازم و حدود دو ساعت پس از کشتار از کشتارگاه آذر مرغ خریداری گردید و پس از قطعه بندی مناسب (قطعاتی با قطر تقریبی ۴- ۳ سانتی متر و وزن ۷۰ تا ۱۰۰ گرم) در شرایط استریل، نمونه ها بطور تصادفی به ۴ گروه تقسیم شدند و در بسته بندی صنعتی (پوشش نفوذپذیر به اکسیژن Top wrap با ضخامت ۱۲ میکرون ساخت کره جنوبی) و در داخل یخچال قابل حمل، دردمای $4 \pm 1^{o}C$ به آزمایشگاه حمل شدند.

پوشش کیتوزان ۲ درصد به روش بینگیودا و همکاران (۲۰۰۶) و با استفاده از اسید استیک یک درصد تهیه گردید و پس از هموژنیزاسیون محلول، جهت پوشش دادن نمونه ها در ظروف مخصوص ریخته شد. در مرحله بعد دوگروه از چهار گروه نمونه ها با غوطه ورکردن در محلول کیتوزان به مدت یک دقیقه پوشش دار شده و قبل از بسته بندی به مدت سی دقیقه در مجاورت هوا خشک گردیدند.

چهارگروه تیمار شامل:

۱) گوشت سینه مرغ بدون پوشش کیتوزان و بدون اشعه (C)

۲) گوشت سینه مرغ بدون پوشش کیتوزان و با اشعه (I)

۳) گوشت سینه مرغ با پوشش کیتوزان و بدون اشعه (CH)

۴) گوشت سینه مرغ با پوشش کیتوزان و با اشعه (ICH)

پرتودهی

پس از بسته بندی نمونه ها ی پوشش دار، دو گروه از چهار گروه نمونه ها (I وICH) در داخل یخچال قابل حمل در دمای $4 \pm 1^{o}C$ جهت پرتودهی با اشعه گاما به مرکز سازمان انرژی اتمی ایران حمل گردید و در داخل محفظهٔ دستگاه پرتودهی مدل Gamma Cell 220، ساخت کانادا تحت تأثیر پرتوهای گاما با دوز ۲/۵ کیلوگری (با شدت پرتودهی ۴/۸ گری در ثانیه) قرارگرفتند. برای اندازه گیری میزان پرتو جذب شده از دزیمترهای آلانین ترانسفر استفاده گردید. بعد از پرتودهی نمونه ها درداخل یخچال به آزمایشگاه حمل گردیدند و در ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند و در فواصل روزهای ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۴ و ۲۱ روی نمونه ها آزمایش های باکتریایی ، شیمیایی و حسی انجام گرفت.

آزمایش های باکتریایی

مقدار ۲۵ گرم نمونه به همراه ۲۲۵ میلی لیتر آب پپتونه ۰/۱ درصد را در داخل کیسه مخصوص استومکر مخلوط کرده و در استومکر در دور rpm ۲۰۰ بمدت یک دقیقه هموژن گردید (رقت ۱/۱۰) سپس رقت های بعدی در لوله های حاوی آب پپتونه ۰/۱ درصد تهیه شد و در پلیت های حاوی محیط کشت پلیت کانت آگارکشت داده شد. آزمایش های باکتریایی انجام گرفته شامل:

۱) کشت و شمارش باکتری های مزوفیل هوازی به روش کشت صفحه ای استاندارد در محیط PCA (گرماخانه گذاری ۲۴ ساعت در $37^{o}C$).

[9] Butylated Hydroxyanisole
[10] Plate Count Agar

۲) کشت و شمارش باکتری های سرمادوست به روش کشت صفحه ای استاندارد در محیط PCA (در ۷°C بمدت یک هفته).

آزمایش‌های شیمیایی

اندازه‌گیری میزان چربی و پروتئین

تعیین مقدار چربی تام با روش سوکسله و اندازه گیری پروتئین با روشهای AOAC ۱۹۹۵ انجام گرفت.

اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی

میزان اکسیداسیون چربی در نمونه ها بوسیله اندازه گیری مقادیر تیوباربیتوریک اسید (TBA) با روش پیکول و همکاران ۱۹۸۹ انجام گرفت. مقدار ۱۰ گرم ازنمونه در داخل لوله سانتریفوژ ۵۰ میلی لیتری وزن شد و با اضافه کردن ۳۵ میلی لیتراسید پرکلریک ۴٪ و یک میلی لیتر محلول BHT ۰/۵ درصد در اتانول هموژن گردید. مخلوط توسط فیلتر کاغذی واتمن شماره ۴ صاف شد. ۵ میلی لیتر از محلول صاف شده با ۵ میلی لیتر از محلول TBA ۰/۰۲ مولار در داخل لوله آزمایش درب دار مخلوط گردید و به مدت ۶۰ دقیقه در بن ماری آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه ها درمخزن آب میزان جذب نوری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ در برابر محلول شاهد (۵ میلی لیتراسید پرکلریک ۴٪ و ۵ میلی لیتر از محلول TBA ۰/۰۲ میلی مول) قرائت گردید و میزان TBA براساس میلی گرم مالون دی آلدئید (MDA) در هر کیلوگرم نمونه محاسبه گردید.

اندازه‌گیری pH و aw

برای اندازه گیری pH، مقدار ۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی لیتر آب مقطر توسط دستگاه هموژنیزاتور با دور ۱۰۰۰ در دقیقه هموژنیزه شد و با وارد کردن الکترود pH متر در مخلوط، pH اندازه گیری شد. اندازه گیری aw با استفاده از aw متر با دقت ۰/۰۲±aw units با قرار دادن حدود ۳ گرم نمونه در کیت مخصوص دستگاه انجام گرفت.

ارزیابی حسی

برای ارزیابی خصوصیات حسی از پانل شش نفری که نمونه ها را بر اساس بو، ظاهر و رنگ و پذیرش کلی مورد بررسی قرار دادند، استفاده گردید 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 آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS (SAS,2001) و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن انجام شد و مقادیر ($P<$ ۰/۰۵) معنی دار در نظر گرفته شد. ضمنا داده ها در جداول و اشکال به صورت میانگین ± خطای استاندارد (SE) ارائه شده است.

نتایج و بحث

بررسی خصوصیات میکروبیولوژیکی

میانگین لگاریتم شمارش باکتری های مزوفیل هوازی و باکتری های سرمادوست در تیمارهای کنترل (C)، پرتودهی شده بدون پوشش (I)، بدون پرتودهی و پوشش داده شده با کیتوزان (CH) و نمونه های با پوشش کیتوزان و پرتودهی شده (ICH) در زمان نگهداری تحت شرایط یخچالی (۴ ± ۱°C) در جدول۱ نمایش داده شده است. بطور کلی اثر اولیه پرتو های گاما، کاهش معنی دار ($P<$۰/۰۵) فلورمیکروبی و در نتیجه افزایش مدت زمان نگهداری نمونه ها در دمای یخچالی است. در طول مدت نگهداری نمونه ها در دمای یخچال، فلور میکروبی بطور معنی داری ($P<$۰/۰۵) در تمام نمونه ها افزایش یافت، که سرعت این افزایش در نمونه های کنترل بیشتر بود. در روز اول، لگاریتم تعداد باکتری های مزوفیل هوازی در گرم(log cfu/g) در نمونه های C، I ، CH و ICH به ترتیب، حدود ۳/۶۵، ۲/۰۷، ۳/۲۴ و ۲/۰۲ بود. بعد از گذشت ۹ روز، تعداد باکتری ها در نمونه های C به بیش از ۷ log cfu/g رسید، در حالیکه در نمونه های I ، CH و ICH به ترتیب، حدود ۶/۹۵ log cfu/g بعد از ۲۱ روز، log

۶/۷۳ cfu/g بعد از ۱۴ روز و ۶/۷۴ log cfu/g بعد از ۲۱ روز رسید. در مورد باکتری های سرمادوست نیز در روز اول، لگاریتم تعداد باکتری ها در گرم نمونه های C، I ، CH و ICH به ترتیب، حدود ۴/۰۲، ۲/۶۵، ۴/۱۰ و ۲/۲۶ log cfu/g بود. که پس از ۹ روز نگهداری، تعداد باکتری ها در نمونه های C به بیش از ۷/۶ log cfu/g رسید، در حالیکه در نمونه های I، CH و ICH به ترتیب، حدود ۷ log cfu/g بعد از ۲۱، ۱۴ و ۲۱ روز رسید.

نتایج این مطالعه با یافته های گومز وهمکاران (۲۰۰۳) منطبق است. این محققین گزارش کردند که پرتو دهی گوشت‌های مرغ استخوان گیری شده به روش مکانیکی با دوز ۱/۵، ۳ و ۴ کیلوگری باعث کاهش معنی داری در شمارش باکتری های مزوفیل هوازی و باکتری های سرمادوست می گردد و پس از گذشت ۲۱ روز نیز تعداد آنها به ۷ log cfu/g نرسید. ، نیک و همکاران (۱۹۹۴)، بدر و همکاران۲۰۰۴ و ازدن و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پرتو دهی گوشت مرغ، گوسفند، خوک، بوفالو، خرگوش و ماهی با دوز ۱ الی ۵ کیلوگری و نگهداری در شرایط سرما به نتایج مشابهی دست یافتند.

همان گونه که در جدول۱ مشاهده می شود میزان کاهش باکتری های مزوفیل هوازی و سرمادوست در مقایسه تیمارهای I، CH و ICH نسبت به کنترل در روزهای مختلف، تفاوت معنی داری ($P<۰/۰۵$) را نشان می دهد که بیشترین میزان کاهش تعداد باکتری ها مربوط به تیمار ICH (حدود ۳- ۱/۵ سیکل لگاریتمی) و کمترین آن مربوط به CH (۱/۸-۰/۱ سیکل لگاریتمی) می باشد. در مقایسه تیمارهای I، CH و ICH نسبت به یکدیگر در کاهش تعداد باکتری های مزوفیل هوازی و باکتری های سرمادوست، تنها بین تیمارهای I و ICH در تعداد باکتری های مزوفیل هوازی در تمام روزهای آزمایش و در مورد باکتری های سرمادوست، تنها در روزهای ۹ و ۲۱ اختلاف معنی دار مشاهده نشد ولی در بقیه موارد بخصوص در بین تیمارهای I و CH اختلاف معنی داری ($P<۰/۰۵$) مشاهده گردید. نتایج حاصل از شمارش باکتریایی این مطالعه مشابه نتایج مطالعه دوان و همکاران (۲۰۰۹) می باشد که گزارش کردند استفاده از پوشش کیتوزان در ماهی، شمارش باکتری های مزوفیل هوازی و سرمادوست را بطور قابل توجهی در طول مدت نگهداری در شرایط سرما کاهش داد و میزان آن در طول ۲ هفته نگهداری زیر $۱۰^{۷}$ cfu/g ماند. اثر پوشش کیتوزان در ماهی سالمون و پاتی ماهی نگهداری شده در شرایط سرما نشان داد که شمارش باکتری های مزوفیل هوازی وسرمادوست در نمونه های با پوشش، حدود ۲-۱ سیکل لگاریتمی کمتر از نمونه های کنترل بود (کابالرو و همکاران ۲۰۰۵). بینگییواد و همکاران (۲۰۰۶) نیز در استفاده از پوشش کیتوزان ۲٪ در گوشت خوک به نتایج مشابهی دست یافتند. در استفاده توام از پرتودهی و پوشش کیتوزان، رائو و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر توام پوشش و پرتودهی با دوز ۴ کیلوگری را بر روی فرآورده های گوشت گوسفند و خوک ارزیابی نمودند و نشان دادند که در نمونه های حاوی پوشش و پرتودهی شده هیچگونه اثری از رشد باکتریایی یا قارچی درطول مدت نگهداری دیده نشد در حالی که در نمونه های اشعه ندیده پس از دو هفته نگهداری آلودگی مشاهده گردید.

بررسی ویژگی‌های شیمیایی

درصد پروتئین و چربی تام گوشت سینه مرغ در روز اول آزمایش اندازه گیری شد و مقادیر آنها ۲۰/۵۶ و ۱/۳۵ درصد به ترتیب برای پروتئین و چربی تعیین گردید.

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، دوز پرتودهی، مدت زمان نگهداری، روشهای بسته بندی و اضافه کردن آنتی اکسیدانها دارد. اگر چه رادیکال‌های آزاد بعنوان عامل تشدید کننده اکسیداسیون چربی در گوشت شناخته شده اند اما میزان چربی و ترکیب اسید چرب نیز اهمیت زیادی در اکسیداسیون چربی گوشت در طول مدت نگهداری دارد (کیم و همکاران ۲۰۰۲).

جدول۱- میانگین تعداد باکتری های مزوفیل و سرمادوست (Log cfu/g) در تیمارهای مختلف گوشت مرغ طی زمان نگهداری در دمای ۱°C ± ۴

آزمایش میکربی	تیمارها	روز آزمایش ۰	۳	۶	۹	۱۴	۲۱
باکتریهای مزوفیل	C	۳/۶۵±۰/۲۰^{A}	۴/۲۵±۰/۲۰^{A}	۵/۵۴±۰/۲۸^{A}	۷/۳۵±۰/۲۳^{A}	–	–
	I	۲/۰۷±۰/۱۴^{C}	۲/۶۵±۰/۲۵^{C}	۳/۳۸±۰/۱۵^{C}	۴/۲۵±۰/۱۳^{C}	۵/۵۷±۰/۲۴^{B}	۶/۹۵±۰/۳۳^{A}
	CH	۳/۲۴±۰/۲۷^{B}	۳/۷۵±۰/۴۱^{B}	۴/۶۰±۰/۲۶^{B}	۵/۵۶±۰/۲۵^{B}	۶/۷۳±۰/۲۷^{A}	–
	ICH	۲/۰۲±۰/۱۲^{C}	۲/۲۸±۰/۱۷^{C}	۳/۰۷±۰/۱۷^{C}	۴/۱۱±۰/۲۲^{C}	۵/۲۶±۰/۲۸^{B}	۶/۷۴±۰/۲۴^{A}
باکتریهای سرمادوست	C	۴/۰۲±۰/۲۰^{B}	۴/۷۳±۰/۲۴^{A}	۶/۱۱±۰/۲۶^{A}	۷/۶۸±۰/۳۲^{A}	–	–
	I	۲/۶۵±۰/۱۶^{C}	۳/۲۰±۰/۲۵^{C}	۳/۸۵±۰/۲۵^{C}	۴/۷۰±۰/۲۲^{C}	۵/۹۵±۰/۲۸^{B}	۷/۱۰±۰/۱۸^{A}
	CH	۴/۱۰±۰/۱۵^{A}	۴/۵۶±۰/۲۱^{B}	۵/۰۱±۰/۱۷^{B}	۵/۸۷±۰/۳۴^{B}	۷/۰۱±۰/۲۶^{A}	–
	ICH	۲/۲۶±۰/۱۹^{D}	۲/۸۴±۰/۱۵^{D}	۳/۵۷±۰/۲۳^{D}	۴/۶۱±۰/۱۷^{C}	۵/۷۰±۰/۲۳^{C}	۶/۹۵±۰/۳۶^{A}

حروف غیر مشابه در یک ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ($P< ۰/۰۵$) است.

میزان TBA بر حسب میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت در تیمارهای C ، I ، CH و ICH گوشت مرغ در جدول ۲ نمایش داده شده است. هر چند پرتودهی باعث افزایش اکسیداسیون چربی و در نتیجه افزایش میزان TBA در نمونه های اشعه دیده شده ولی میزان TBA درنمونه های کنترل (C) و پرتو دهی شده (I) تنها در روز ۶ تفاوت معنی داری ($P<۰/۰۵$) را نشان می دهد و در سایر روزهای آزمایش این تفاوت معنی دار نمی باشد که علت آن احتمالاً میزان کم، چربی گوشت سینه مرغ می باشد. با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان TBA در نمونه ها افزایش یافت. حداقل و حداکثر میزان TBA در این تحقیق به ترتیب برابر با ۰/۱۸ میلی گرم مالون آلدئید درتیمار CH در روز صفر و ۱/۹۵ میلی گرم مالون آلدئید در تیمار I در روز ۲۱ در هر کیلوگرم گوشت می باشد. کانات و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که پرتو دهی گوشت مرغ با دوز ۲/۵ کیلوگری و نگهداری در سرما، تا زمانیکه میزان TBA به ۴/۳۴ میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت نرسیده است برای مصرف تا ۴ هفته قابل قبول می باشد. در گزارش دیگری که توسط شولیارا و همکاران (۲۰۰۸) بیان شده است، TBA با میزان ۳ میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت همراه با فساد اکسیداتیو در گوشت می باشد.

جدول ۲- میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) در تیمارهای مختلف گوشت مرغ طی زمان نگهداری در دمای ۱°C ± ۴

نوع آزمایش	تیمارها	روز آزمایش					
		۰	۳	۶	۹	۱۴	۲۱
TBA	C	۰/۳۲±۰/۰۶^{A}	۰/۴۰±۰/۰۶^{A}	۰/۴۹±۰/۰۸^{B}	۰/۶۱±۰/۱۶^{AB}	–	–
	I	۰/۳۵±۰/۰۸^{A}	۰/۴۷±۰/۱۶^{A}	۰/۶۹ ±۰/۱۷^{A}	۰/۹۰ ±۰/۲۵^{A}	۱/۲۸±۰/۲۸^{A}	۱/۹۵±۰/۱۸^{A}
	CH	۰/۱۸±۰/۰۷^{B}	۰/۲۴±۰/۰۹^{B}	۰/۳۵±۰/۱^{B}	۰/۴۷±۰/۱۱^{B}	۰/۶۶±۰/۰۹^{B}	–
	ICH	۰/۳۰±۰/۰۷^{AB}	۰/۴۲±۰/۰۳^{A}	۰/۶۴±۰/۰۸^{A}	۰/۸۷±۰/۱۵^{A}	۱/۱۱±۰/۱۹^{A}	۱/۷۳±۰/۱۲^{A}

حروف غیر مشابه در یک ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ($P< ۰/۰۵$) است.

همان طوریکه در جدول ۲ آمده است، حداکثر میزان TBA در این تحقیق با مقادیر گزارش شده توسط محققین فوق اختلاف قابل توجهی دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بدست آمده از کارهای بسیاری از محققین مطابقت دارد. برخی محققین گزارش کردند که پرتو دهی گوشت تأثیر معنی داری روی اکسیداسیون چربیها ندارد. کاون و همکاران (۲۰۰۸) در پرتو دهی گوشت مرغ، گاو و خوک با دوزهای مختلف دریافتند که هر چند پرتو دهی باعث افزایش اکسیداسیون چربی می شود ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین نمونه های کنترل و پرتو دیده مشاهده نمی شود. چن و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پرتو دهی گوشت گاو با دوزهای مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند. کانات و همکاران (۲۰۰۵) در پرتودهی گوشت مرغ، گوسفند و خوک با دوز ۱، ۲ و ۳ کیلوگری و نگهداری در دمای ۳- ۰ درجه مشاهده کردند که میزان TBA در نمونه های پرتودهی شده در گوشت گوسفند و خوک تفاوت معنی داری ($P<۰/۰۵$) با نمونه های کنترل داشت ولی در گوشت مرغ اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. در مقابل برخی از محققین گزارش کردند که پرتو دهی گوشت و فرآورده های گوشتی باعث افزایش اکسیداسیون چربی ها در فرآورده می شود. در پرتودهی گوشت مرغ، گومز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که پرتو دهی بطور معنی داری باعث افزایش TBA در طول ۲۱ روز نگهداری فرآورده در دمای یخچالی می شود. همچنین کانات و همکاران (۱۹۹۸) و کیم و همکاران (۲۰۰۲) در پرتو دهی گوشت مرغ، بره، بوقلمون، خوک و گاو به نتایج مشابهی دست یافتند.

در ارتباط با اثر پوشش کیتوزان به تنهایی و یا همراه با پرتودهی در کنترل و کاهش اکسیداسیون چربی گوشت مرغ، نکته قابل توجه در این تحقیق، وجود اختلاف معنی دار در میزان TBA بین تیمارهای کنترل و CH در روزهای صفر و ۳ و بین تیمارهای I و CH در تمام روزهای مورد مطالعه می باشد و نتایج این مطالعه هم سو با کار سایر محققین در این زمینه می باشد که نشان دهنده تاثیر پوشش کیتوزان در کاهش اکسیداسیون چربی گوشت می باشد. اما در این مطالعه اختلاف معنی داری در میزان TBA میان تیمارهای کنترل و ICH مشاهده نگردید. بینگ یودا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که استفاده از پوشش کیتوزان در گوشت خوک نگهداری شده در دمای یخچالی باعث کاهش قابل توجه اکسیداسیون چربی و افزایش کیفیت و مدت ماندگاری گوشت می گردد. در کارهای دیگری نیز تاثیر پوشش کیتوزان ۱ الی ۳ درصد بر روی گوشت انواع ماهی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مشابهی بدست آمد (فان و همکاران ۲۰۰۹ و ساتیول و همکاران ۲۰۰۷). در استفاده

توام از پوشش کیتوزان و پرتودهی بر روی فرآورده های گوشت گوسفند و خوک با رطوبت متوسط، رائو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که فعالیت آنتی اکسیدانی کیتوزان بوسیله پرتودهی بدون تاثیر قابل توجه در خصوصیت ضد میکربی آن، افزایش می یابد و ضمنا نمونه های حاوی کیتوزان نسبت به نمونه های فاقد پوشش میزان TBA کمتری را در طول مدت نگهداری نشان دادند.

بررسی pH و aw

در جدول ۳ مقادیر pH و aw در گوشت سینه مرغ در تیمارهای مختلف آورده شده است. حداقل و حداکثر میزان aw در تیمارهای مختلف بین ۰/۹۸- ۰/۹۶ برآورد شد و بر اساس نتایج حاصل از آنالیز آماری، اختلاف معنی داری در میزان aw بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. همانطوریکه در جدول ۳ آمده است مقادیر pH در تیمارهای مختلف از حداقل ۵/۵ تا حداکثر ۶/۷ متغیر بود و میزان آن در نمونه های بدون پوشش (C و I) در طول مدت نگهداری افزایش ملایمی داشت. بر اساس نتایج آنالیز آماری، تفاوت قابل ملاحظه ای بین pH نمونه های پرتودهی شده و نمونه های کنترل در انتهای زمان نگهداری (روزهای ۶ و ۹) مشاهده گردید ($P<$ ۰/۰۵) که دلالت بر رشد باکتریها در نمونه داشت. پوشش کیتوزان pH نمونه ها را کاهش داد و pH نمونه های پوشش دار (CH و ICH) بطور قابل توجهی پایین تر از نمونه های بدون پوشش (C و I) در طول مدت نگهداری بود ($P<$۰/۰۵) . نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بدست آمده از مطالعات سایر محققین مانند بینگییواد و همکاران (۲۰۰۶)، فان و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد که نشان دادند استفاده از پوشش کیتوزان در نمونه های گوشت باعث کاهش میزان pH نسبت به نمونه های بدون پوشش می گردد که این هم احتمالا به علت پوشش اسیدی کیتوزان (pH=۴/۶۳ – ۴/۵۸) در سطح گوشت و خصوصیت مهار رشد میکربی آن می باشد.

جدول ۳- مقادیر pH و aw در تیمارهای مختلف گوشت مرغ طی زمان نگهداری در دمای $۴\pm۱^{o}C$

نوع آزمایش	تیمارها	روز آزمایش					
		۰	۳	۶	۹	۱۴	۲۱
pH	C	۵/۷±۰/۰۵^{AB}	۵/۸±۰/۰۵^{A}	۶/۰±۰/۱^{A}	۶/۳±۰/۰۵^{A}	–	–
	I	۵/۸±۰/۰۵^{A}	۵/۸±۰/۰۵^{A}	۵/۸ ±۰/۰۵^{B}	۶/۰±۰/۱^{B}	۶/۵±۰/۰۵^{A}	۶/۷±۰/۱^{A}
	CH	۵/۶±۰/۰۵^{B}	۵/۵±۰/۰۵^{C}	۵/۶±۰/۰۵^{C}	۵/۷±۰/۰۵^{C}	۵/۷±۰/۱^{B}	–
	ICH	۵/۷±۰/۰۵^{AB}	۵/۶±۰/۰۵^{B}	۵/۶±۰/۰۵^{C}	۵/۷±۰/۰۵^{C}	۵/۸±۰/۱^{B}	۶/۲±۰/۱^{B}
aW	C	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۶±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲	–	–
	I	۰/۹۶±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲
	CH	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۶±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲	–
	ICH	۰/۹۶±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۹۶±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۸±۰/۰۱

حروف غیر مشابه در یک ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ($P<$۰/۰۵) است.

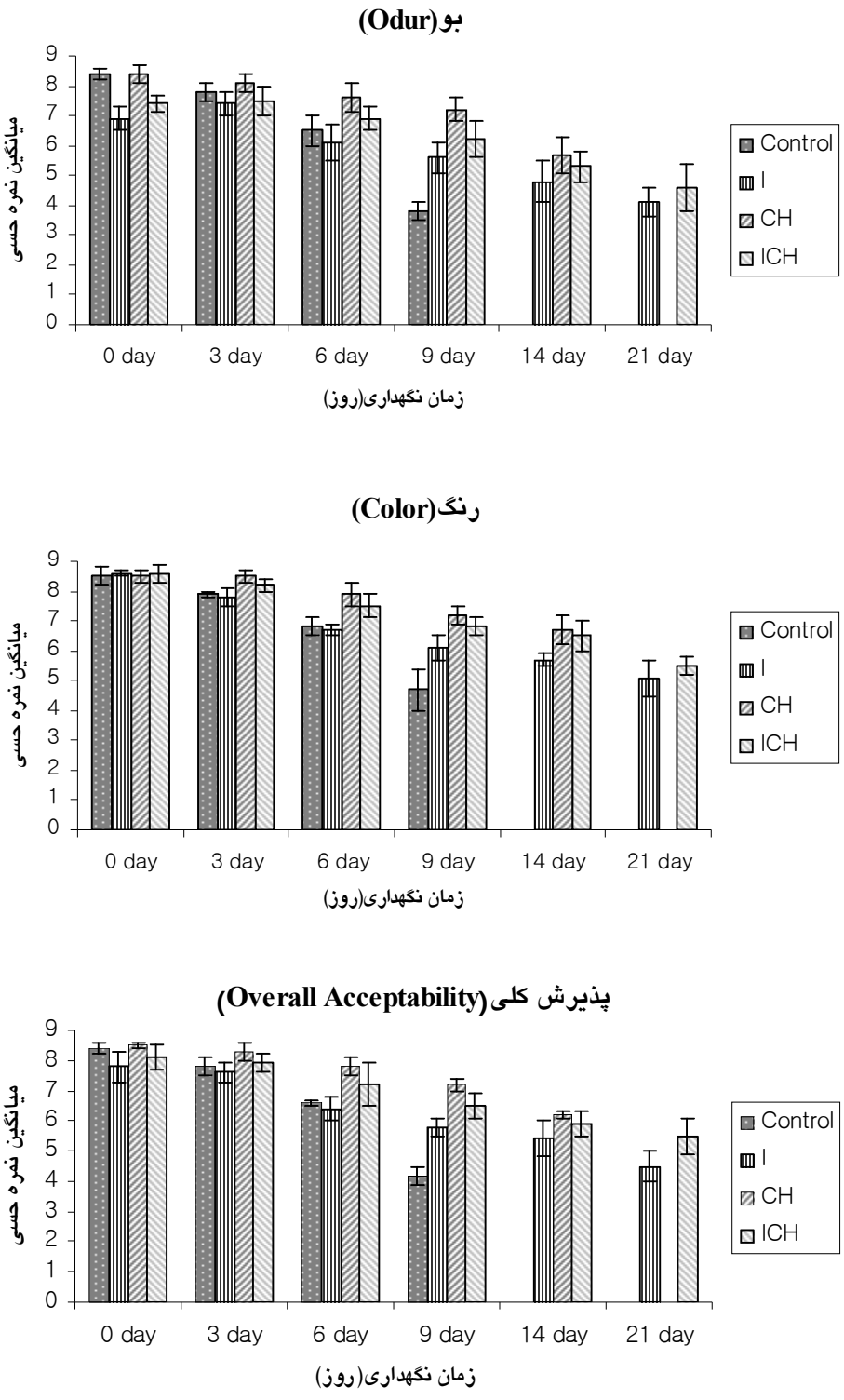
بررسی ویژگی‌های حسی (بو، رنگ و پذیرش کلی)

یکی از تغییرات حسی مهم گوشت های پرتودهی شده بخصوص در بسته بندی نفوذ پذیر به اکسیژن، تولید ترکیبات فرار می باشد که میزان این ترکیبات در بین گوشت های مختلف، متفاوت می باشد (کاون ۲۰۰۸). گزارش شده است که ترکیبات گوگرددار حاصل از مواد فرار خصوصاً دی متیل تری سولفید از عوامل اصلی ایجاد بوی پرتودهی در گوشت مرغ می باشد. معمولا بسیاری از اعضای پانل بوی حاصل از پرتو دهی در گوشت مرغ را تشخیص می دهند و آنرا به بوی ذرت سرخ شده تشبیه کردند. ولی با این حال در آزمایش حسی مخالفت کمتری نسبت به بوی پرتودهی در گوشت وجود دارد (پاترسون و همکاران ۱۹۹۵ و کیم و همکاران ۲۰۰۲). ضمنا برور(۲۰۰۴) اعلام کرده است که تغییرات رنگ درگوشت های پرتودهی شده به عوامل مختلفی از جمله نوع بسته بندی گوشت بستگی دارد واین تغییرات در بسته بندی نفوذ پذیر به اکسیژن بسیار ناچیز می باشد.

نتایج بررسی های حسی بر روی نمونه های تیمارهای مختلف گوشت مرغ در طول زمان نگهداری در دمای $۴\pm۱^{o}C$ با ارزیابی ظاهر (رنگ)، بو و پذیرش کلی توسط اعضای پانل در شکل شماره ۱ نمایش داده شده است. پرتودهی گوشت مرغ با دوز ۲/۵ کیلو گری تاثیر معنی داری روی مشخصات حسی اولیه نمونه ها ندارد. ضمنا نمونه های کنترل و پرتودهی شده نمرات قابل قبولی در بررسی رنگ، بو و پذیرش همه جانبه در طول زمان نگهداری در یخچال تا زمان حذف نمونه ها توسط پانل دریافت کردند. در روز نهم نگهداری، نمونه های کنترل بعلت اکسیداسیون چربی و رشد میکربی علائم فساد را بصورت بوی نامناسب و ایجاد حالت لزج نشان دادند. بنابراین به عنوان نمونه های ضعیف تلقی گردیده و حذف شدند. در مورد نمونه های پرتودهی شده در روز ۲۱ نمره حسی کمتری داشتند بنابراین بر اساس مشاهدات حسی، پرتودهی با دوز ۲/۵ کیلوگری باعث افزایش عمر نگهداری گوشت در شرایط نگهداری یخچال درحدود ۲۱ روز شده بود و این در حالیست که نمونه های کنترل تنها یک هفته قابل نگهداری بودند. مشاهدات ما با نتایج تحقیقات کیس و همکاران (۱۹۸۲) و کانات و همکاران (۲۰۰۵) مُطابقت دارد که گزارش کردند پرتودهی گوشت مرغ، گوسفند و خوک با دوزهای ۵-۱ کیلوگری، کیفیت و مدت نگهداری گوشت را در شرایط سرما تا بیش از ۲ هفته نسبت به گروه کنترل، بدون تاثیر قابل توجه در خصوصیات حسی آن افزایش می دهد. در این ارتباط نتایج مطالعات گومز و همکاران (۲۰۰۳) در بررسیهای حسی گوشت مرغ پرتودهی شده، تاییدی بر یافته های این مطالعه است. آنها مشاهده کردند که تغییرات حاصل از اشعه با توجه به آزمایشهای میکروبیولوژیکی، شیمیایی و حسی، در پذیرش کلی نمونه های پرتودهی شده تاثیری نداشت. کیم و همکاران (۲۰۰۲) و لی و همکاران (۲۰۰۵) نیز در پرتو دهی گوشت بوقلمون، خوک و گاو با دوزهای مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند.

واضح است که با افزایش زمان نگهداری نمونه ها بر اساس آزمایش های میکروبیولوژیکی و شیمیایی از نمرات حسی تیمارها کاسته شد ولی آنچه که در این مطالعه قابل توجه می باشد این است که نمونه های تیمار پرتودهی شده در آزمایش بو، نمره حسی کمتری دریافت کردند در حالی که نمونه های با پوشش کیتوزان (CH و ICH) نمره حسی قابل قبولی در تمام مدت نگهداری دریافت کردند. استفاده از پوشش کیتوزان بطور قابل توجهی خصوصیات حسی گوشت مرغ را افزایش داد ($P<۰/۰۵$) . پوشش کیتوزان به همراه پرتودهی بدون ایجاد تغییرات نامطلوب حسی قابل توجه موجب افزایش ماندگاری گوشت مرغ تا ۲۱ روز گرددید و این مربوط به خصوصیات عملکردی کیتوزان خصوصا خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی آن می باشد بنابراین بر اساس نتایج آزمایش های میکروبیولوژیکی و شیمیایی، مدت ماندگاری تیمارهای C، I، CH و ICH به ترتیب ۷، ۲۱ (با نمره حسی کمتر)، ۱۴ و ۲۱ روز تعیین گردید. نتایج این مطالعه مطابق با نتایج مطالعات بینگییواد و همکاران (۲۰۰۶) و رائو و همکاران (۲۰۰۵) می باشد که نشان دادند استفاده از پوشش کیتوزان به تنهایی و یا همراه با پرتودهی در گوشت خوک وگوسفند نگهداری شده در دمای یخچالی،

باعث جلوگیری از تغییرات رنگ در نمونه می گردد و کارایی این پوشش را در حفظ کیفیت و افزایش قابل توجه خصوصیات حسی و مدت زمان نگهداری گوشت نشان دادند. فان و همکاران (۲۰۰۹)، ساتیوال و همکاران (۲۰۰۷) نیز در استفاده از پوشش کیتوزان بر روی انواع ماهی به نتایج مشابهی دست یافتند.



شکل ۱- ویژگی‌های حسی تیمارهای مختلف گوشت مرغ طی زمان نگهداری در دمای $۴\pm ۱^{o}C$

نتیجه گیری

با اجرای این مطالعه و مطالعات مشابه در مورد کاربرد پوششهای طبیعی دارای خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی به همراه پرتودهی که یکی از ارزانترین فرآیند های نگهداری مواد غذایی است، می‌توان ضمن کاهش دوز پرتودهی و در نتیجه افزایش اثر کشندگی آن و کاهش فرآورده‌های عامل اکسیداسیون، گامی موثر در جهت بهبود سلامت میکروبی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی گوشت در حد مطلوب و افزایش مدت ماندگاری آن برداشت و زمینه لازم را برای استفاده کاربردی از این ترکیبات در انواع گوشت‌ها و فراورده‌های آنها فراهم نمود.

منابع مورد استفاده

Ahn DU, Olson DJ, 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. Meat Science 49: 27-39

Al-Bachir M and Zeinou R, 2009. Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat. Meat Science 82: 119–124.

AOAC. 1995. Official methods of analysis; 16th edn., Association of Official Analytical Chemistry, Arlington.

Badr HM, 2004. Use of irradiation to control foodborne pathogens and extend the refrigerated market life of rabbit meat. Meat Science 67: 541–548.

Blank G and Cumming R, 2001. Irradiation. Pp. 1-42. In: Michael Eskin NA and Robinson DS (eds). Food shelf life stability: chemical, biochemical, and microbiological changes. CRC Press LLC.

Brewer S, 2004. Irradiation effects on meat color. Meat Science 68: 1–17.

Brewer MS, 2009. Irradiation effects on meat flavor. Meat Science 81: 1–14.

Caballero MEL, Guillen MCG, Mateos MP and Montero P, 2005. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids 19: 303–311.

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. Meat Science 75: 423–431.

Chouliara E, Badeka A, Savvaidis I and Kontominas MG, 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: Microbiological, chemical and sensory changes. European Food Research and Technology 226: 877–888.

Coma V, 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. Review. Meat Science 78: 90–103.

Devlieghere F, Vermeulen A and Debevere J, 2004. Chitosan: Antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. Food Microbiology 21: 703–714.

Duan J, Cherian G and Zhao Y, 2009. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. Food Chemistry 1-9.

Duan J, Park SI, Daeschel MA and Zhao Y, 2007. Antimicrobial chitosan–lysozyme (CL) films and coatings for enhancing microbial safety of Mozzarella cheese. Journal of Food Science 72: 355–362.

Dutta PK, Tripathi S, Mehrotra GK and Dutta J, 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. Food Chemistry 114: 1173–1182.

Fan W, Sun J, Chen Y, Qiu J, Zhang Y and Chi Y, 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry 115: 66–70.

Gennadios A, Hanna MA and Kurth LB, 1997. Application of edible coating on meats, poultry and sea foods: a review. LWT- Lebens-wiss Technol 30: 337–350.

Gomes HA, Silva EN, Cardello HMAB and Cipolli KMVAB, 2003. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. Meat Science 65: 919–926.

Han JH and Cennadios A, 2005. Edible films and coating: a review. Elsevier Ltd 239-262.

Jay JM, Loessner MJ and Golden DA, 2005. Modern Food Microbiology. Springer Science.

Kanatt SR, Chander R and Sharma A, 2005. Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products. Meat Science 69: 269–275.

Kanatt SR, Chander R and Sharma A, 2006. Effect of radiation processing of lamb meat on its lipids. Food Chemistry 97: 80–86.

Kanatt SR, Paul P, Souza SF and Thomas P, 1998. Lipid peroxidation in chicken meat during chilled storage as affected by antioxidants combined with low-dose gamma irradiation. Journal of Food Science 63: 198–200.

Kim WB, Daeschel M and Zhao Y, 2008. Edible coatings for enhancing microbial safety and extending shelf life of hard-boiled eggs. Journal of Food Science 73: 227–235.

Kim YH, Nam KC and Ahn DU, 2002. Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species. Meat Science 61: 257–265.

Kiss I and Farkas J, 1982. Radurisation of whole eviscerated chicken carcass. Acta Alimentaria Academy of Sci. Hungary 1: 73–86.

Kiss IF, Beczner J, Zachriev GY and Kovacs S, 1990. Irradiation of meat products, chicken and use of irradiated spices for sausages. Radiation Physics and Chemistry 36: 295-299.

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. Meat Science 80: 903–909.

Leistner L, 1992. Food preservation by combined methods. Food Research International 25: 151–158.

Majeti NV and Kumar R, 2000. A review of chitin and chitosan applications. Reactive and Functional Polymers 46: 1–27.

Moy JH, 2005. Food Irradiation- An Emerging Technology. Pp 375-404. In: Barbosa-Canovas GV (eds). Novel Food Processing Technologies. Marcel Dekker, CRC press.

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. Meat Science 38: 307-313.

Nam KC and Ahn DU, 2003. Combination of aerobic and vacuum packaging to control lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey breast. Meat Science 63: 389–395.

No HK, Meyers SP, Prinyawiwatkul W and Xu Z, 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. Journal of Food Science 72: R87-100.

OBryan CA, Crandall PG, Ricke SC and Olson DG, 2008. Impact of irradiation on the safety and quality of poultry and meat products: a review. Critical Review Food Science and Nutrition 48: 442-57.

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). Radiation Physics and Chemistry 76: 1169–1178.

Patterson RLS and Stevenson MH, 1995. Irradiation-induced off-odor in chicken and its possible control. British Poultry Science 36: 425–441.

Pikul J, Leszczynski DE and Kummerow FA, 1989. Evaluation of Three Modified TBA Methods for Measuring Lipid Oxidation in Chicken Meat. Journal Agriculture Food Chemistry 37: 1309-1313.

Rao MS, Chander R and Sharma R, 2005. Development of Shelf-stable Intermediate moisture Meat Products Using Active Edible Chitosan Coating and Irradiation. Journal of Food science. 70: 325- 331.

Sathivel S, Liu Q, Huang J and Prinyawiwatku W, 2007. The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. Journal of Food Engineering 83: 366–373.

Shahidi F and Abuzaytoun R, 2005. Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, application, and health effects. Advances in Food and Nutrition Research 49: 93- 135.

Yingyuad S, Ruamsin S, Reekprkhon D, Douglas S, Pongamphai S and Siripatrawan U, 2006. Effect of Chitosan Coating and Vacuum Packaging on the Quality of Refrigerated Grilled Pork. Packaging Technology Science 19: 149–157.