

تأثیر اشعه گاما و استفاده از پوشش خوراکی دانه ریحان حاوی عصاره مرزنجوش بر ویژگی‌های شیمیایی فیله ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) طی دوره نگهداری در یخچال (۴ °C)

غلامرضا شاه حسینی^۱، سید ولی حسینی^۲، کبری ضیایی^{۲*}

۱- پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، کرج، البرز

۲- گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۱۹

چکیده

پرتودهی یکی از روش‌های مناسب نگهداری مواد غذایی، از جمله گوشت آبزیان به شمار می‌رود. از این‌رو، پژوهش حاضر اثر استفاده همزمان پرتودهی و پوشش خوراکی صمغ دانه ریحان حاوی عصاره مرزنجوش را بر ویژگی‌های شیمیایی فیله ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) بررسی می‌کند. پس از تهیه فیله ماهیان، تمامی تیمارها با ۲٪ صمغ خوراکی دانه ریحان و غلظت‌های ۲ و ۴٪ عصاره مرزنجوش پوشش‌دهی شده و آنگاه در معرض دوزهای ۳ و ۴ کیلوگری اشعه گاما قرار گرفتند. نمونه‌ها سپس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ روز نگهداری و در فواصل معین پنج روز از نظر برخی از شاخص‌های شیمیایی فساد/کیفیت ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که میزان تغییرات pH و TVB-N در تیمارهای پرتودهی شده، کمتر از دیگر تیمارهاست، به‌گونه‌ای که کمترین و بیشترین میزان تغییرات آنها به ترتیب برای شاهد و تیمار پوشش‌دهی شده با ۲٪ صمغ دانه ریحان و ۴٪ عصاره مرزنجوش و حاوی ۴ کیلوگری اشعه گزارش شد ($p < 0/05$). میزان WHC در تیمارهای حاوی دوز بالای اشعه (۴ کیلوگری) کاهش بیشتری را نسبت به دیگر تیمارها نشان داد ($p < 0/05$). تیمار پوشش‌دهی شده با صمغ (شاهد: بدون عصاره و پرتودهی نشده) دارای کمترین TBA نسبت به دیگر تیمارها بود ($p < 0/05$). با توجه به نتایج به‌دست آمده، با افزایش میزان اشعه، اکسایش نیز افزایش یافت. استفاده توأم صمغ دانه ریحان و عصاره‌ی مرزنجوش می‌تواند ضمن کاهش دوز مورد نیاز پرتودهی و در نتیجه، فرآورده‌های عامل اکسایش، باعث افزایش کیفیت ارگانولپتیک و ماندگاری فیله‌ها شود. نتایج حاصل از بررسی‌های شیمیایی این مطالعه نشان می‌دهد که دوز ۳ کیلوگری اشعه به همراه ۲ و ۴٪ صمغ دانه ریحان و عصاره مرزنجوش می‌تواند در جهت افزایش سلامتی و کیفیت فیله ماهی شیپ موثر واقع شود.

کلمات کلیدی: صمغ دانه ریحان، کیفیت ماهی، اشعه گاما، تغییرات ارگانولپتیک، مرزنجوش، ماهی شیپ

مقدمه

ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) از جمله آبزیان کم نظیر است که از قدمت چند صد میلیون ساله برخوردار است و پیدایش آن به عصر ژوراسیک بر می‌گردد. این ماهی منبع با ارزش غذایی (گوشت و خویار) به شمار می‌رود (صفری و همکاران، ۱۳۸۷). از آنجا که امروزه این محصولات دریایی و فرآورده‌های حاصل از آنها در مناطقی دور از محل تولید به فروش می‌رسند، لازم است که ماندگاری این محصولات افزایش یابد (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). غذاهای دریایی به واسطه ماهیت شیمیایی خود، در مقایسه با دیگر مواد غذایی فسادپذیرترند. بروز فساد میکروبی و اکسایش چربی‌ها دو عامل شایع در زمینه افت کیفی این محصولات در زمان نگهداری به شمار می‌روند (Aubourg et al. 2002). امروزه از روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای حفظ این محصولات استفاده می‌کنند که شامل استفاده از سرما، انجماد، حرارت، خشک کردن (Pan et al. 2017)، دود دادن، فشار هیدرواستاتیک بالا، اسیدی کردن (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰)، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پرتودهی (Lv et al. 2011) است. پرتودهی یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی است که استفاده از آن برای حفظ مواد غذایی اولین بار در سال ۱۸۹۶ پیشنهاد شد. این روش، عامل افزایش‌دهنده ایمنی و کیفیت غذا است و به حفظ مواد مغذی موجود در غذا کمک می‌کند (Brewer, 2004). طبق مصوبه FDA، میزان قابل قبول پرتو برای مواد غذایی که هم قابل مصرف باشد و هم بر ایمنی و کیفیت غذا موثر باشد، ۱۰ کیلوگری (kGy) است (Borsa et al. 2004). استفاده از پرتودهی به‌رغم اثرات مثبت بر روی افزایش مدت ماندگاری، باعث برخی تغییرات ارگانولپتیک نامطلوب در مواد غذایی می‌شود که شامل تشکیل رادیکال‌های آزاد و ترکیبات فرار است و منجر به شکستن پروتئین‌ها و تولید اسیدهای آمینه گوگرددار، اکسیداسیون چربی‌ها و در نهایت، تغییر رنگ و طعم ماده غذایی می‌شود (Brewer, 2004). Kanatt و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که پرتودهی گوشت مرغ، بوقلمون، گاو، گوسفند و خوک به میزان ۳ کیلوگری و نگهداری در یخچال، ضمن کاهش بار میکروبی، باعث افزایش اکسایش چربی و شاخص TBA در تمام نمونه‌ها شد (Kanatt et al. 2005). برای کاهش این اثرات

نامطلوب، استفاده همزمان پرتودهی به همراه دیگر روش‌ها، مانند استفاده از ضداکسایش‌ها، به‌خصوص انواع طبیعی آنها باعث کاهش دوز پرتودهی و در نتیجه، حفظ کیفیت ارگانولپتیک گوشت در حد مطلوب می‌شود. اخیراً استفاده از پوشش‌های خوراکی طبیعی مختلف و محصولات گیاهی در گوشت، به عنوان موادی با خاصیت ضداکسایش و ضد میکروبی طبیعی مورد توجه واقع شده است (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). پوشش‌های خوراکی، لایه‌ای نازک از پلیمرهای طبیعی هستند که به روش غوطه‌وری، افشانه کردن یا برس‌زنی به طور مستقیم در سطح غذا به کار برده می‌شوند. تاکنون از طیف گسترده‌ای از ترکیبات پلی‌ساکاریدی مانند نشاسته و مشتقات آن، سلولز، صمغ عربی، کاراجینان، آگار، زانتان، کیتوزان و صمغ دانه ریحان به عنوان فیلم‌ها و پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر خوراکی استفاده شده (Vasconez et al. 2009) و مطالعات بسیاری نیز در این زمینه گزارش شده است. اجاق و همکاران (۱۳۹۱)، تأثیر پوشش ضد میکروبی کیتوزان حاوی اسانس دارچین را بر ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نگهداری شده در یخچال بررسی کردند و طبق گزارش آنها، اسانس دارچین و پوشش کیتوزان اثر هم‌افزایی قابل ملاحظه‌ای در کاهش میزان باکتری‌ها و بهبود خواص حسی داشت و همچنین، این دو ترکیب به طور معنی‌داری میزان بازهای از ته فرار را در نمونه‌های پوشش‌دار کاهش داد (اجاق و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از پرتودهی در دوزهای مختلف و مصوب آن، علاوه بر نابودی ریزموجودات، باعث تغییرات نامطلوب ارگانولپتیک در مواد غذایی، مانند گوشت می‌شود. این تغییرات شامل تولید ترکیبات فرار و رادیکال‌های آزاد است که منجر به اکسایش چربی و شکستن پروتئین‌ها و نهایتاً تولید رنگ، بو و طعم‌های نامطلوب می‌شود. به منظور کاهش این اثرات، پژوهش حاضر برای کاهش دوز پرتودهی، از دیگر روش‌های حفاظتی، مانند پوشش‌های خوراکی به‌خصوص دانه ریحان استفاده شده است. این دانه به دلیل قابلیت فیلم‌پذیری بالا، یکی از پرمصرف‌ترین بیوپلی‌مرها در صنایع بسته‌بندی غذایی محسوب می‌شود. همچنین، در این مطالعه، عصاره‌های گیاهی، مانند عصاره مرزنجوش، به عنوان یک ماده ضداکسایش استفاده شد تا با این روش‌ها، گامی موثر در جهت بهبود کیفیت تغذیه‌ای

فرآورده‌های گوشتی به‌خصوص گوشت آبزیان برداشته شود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی ماهیان

ماهیان شیپ پرورشی (با میانگین وزنی 350 ± 350 گرم) از مرکز تحقیقات هسته‌ای آبزیان پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای تهیه و به آزمایشگاه فرآوری آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند. پس از شستشو با آب تمیز، مراحل اولیه فرآوری، شامل سرزنی، تخلیه شکمی، پوست‌کنی و فیله‌سازی ماهیان، در حضور مقادیر کافی از یخ انجام شد. سپس، فیله‌های تهیه شده با میانگین وزنی 10 ± 100 گرم، در جعبه‌های عایق حاوی یخ، برای اعمال تیمارهای مشخص پرتودهی و پوشش‌دهی با صمغ مورد نظر، به آزمایشگاه‌های مربوطه منتقل شدند.

تهیه محلول پوشش‌دهی

محلول پوشش‌دهی از طریق انحلال مقادیر مناسب از صمغ دانه ریحان (۲٪) و عصاره مرزنجوش (۲ و ۴٪) تهیه شد. برای آماده‌سازی محلول پوشش‌دهی، ابتدا صمغ دانه ریحان با روش Khazaei و همکاران (۲۰۱۶) و عصاره مرزنجوش نیز به روش کاظمی و همکاران (۱۳۹۰) تهیه شد. به منظور افزایش انعطاف‌پذیری پوشش‌های خوراکی، مقدار مناسب از گلیسرول (۳/۵ گرم بر لیتر) به عنوان نرم‌کننده به محلول‌های فوق، اضافه و به مدت ۱۰

دقیقه مخلوط شد. برای پوشش‌دهی، نمونه‌ها در هر یک از محلول‌های تهیه شده، هر کدام به‌طور جداگانه، به مدت ۲۰ ثانیه غوطه‌ور شده و سپس، به منظور خشک‌شدن و تکمیل فرآیند پوشش‌دهی، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از طی مدت زمان مذکور، نمونه‌ها به‌طور جداگانه در کیسه‌های زیپ‌دار پلی‌اتیلنی بسته‌بندی، و به مدت ۱۶ روز در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

آماده‌سازی تیمارها

پس از تکمیل فرآیند پوشش‌دهی، نمونه‌ها در داخل یخچال قابل حمل (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد)، برای پرتودهی با اشعه گاما به سازمان انرژی اتمی ایران حمل شدند و در داخل محفظه دستگاه پرتودهی مدل Gamma Cell 220، ساخت کانادا تحت تأثیر پرتوهای گاما با دوز ۳ و ۴ کیلوگری قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری میزان پرتوی جذب شده از دزیمترهای آلانین ترانسفر استفاده شد. پس از پرتودهی ۴ نمونه پرتو داده شده با اشعه گاما در داخل یخچال (قابل حمل) به آزمایشگاه فرآوری آبزیان دانشگاه تهران منتقل و به مدت ۲۵ روز در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. طی دوره نگهداری مذکور، برای بررسی کیفیت و مدت ماندگاری تیمارهای مختلف، در روزهای ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵، آزمایش‌های شیمیایی بر روی نمونه‌ها انجام شد.

جدول ۱ نوع و میزان پوشش، عصاره و پرتو در تیمارهای مورد مطالعه.

تیمار	نوع تیمار
تیمار ۱	فیله خام (کنترل)
تیمار ۲	فیله پوشش دهی شده (۲٪ صمغ دانه ریحان) با عصاره صفر درصد بدون عصاره مرزنجوش
تیمار ۳	فیله پوشش دهی شده (۲٪ صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۲٪ و پرتودهی ۳ کیلوگری
تیمار ۴	فیله پوشش دهی شده (۲٪ صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۴٪ و پرتودهی ۳ کیلوگری
تیمار ۵	فیله پوشش دهی شده (۲٪ صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۲٪ و پرتودهی ۴ کیلوگری
تیمار ۶	فیله پوشش دهی شده (۲٪ صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۴٪ و پرتودهی ۴ کیلوگری

در فرمول بالا، N نرمالیتته اسید کلریدریک مصرفی برای تیتره کردن نمونه‌ها، A, B به ترتیب حجم (میلی‌لیتر) اسید مصرفی برای تیتره کردن نمونه و حجم اسید مصرفی برای تیتره کردن نمونه کنترل (میلی‌لیتر)، V حجم فاز مایع نمونه پس از سانتریفیوژ (میلی‌لیتر) و M وزن اولیه نمونه بر حسب گرم است.

ظرفیت نگهداری آب (WHC)

یک قطعه ۲ گرمی از نمونه‌ها جدا شد. این قطعه بین دو کاغذ صافی قرار داده شد. وزن نمونه به اضافه وزن کاغذ اندازه‌گیری شد. سپس نمونه به مدت ۵ دقیقه توسط وزنه دو کیلویی زیر فشار قرار گرفت و ظرفیت نگهداری آب مطابق معادله زیر محاسبه شد (Jafarpour et al., 2008):

$$WHC = (1 - \text{آب تراوش شده}) \times 100$$

آنالیز آماری

کلیه داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نرمال‌سنجی شدند. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتریک تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها) (Zar, 1999)، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و دو طرفه (Two-Way ANOVA) برای مقایسه واریانس بین تیمارها و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (در سطح اعتماد ۵٪) با کمک نرم‌افزار آماری تحت ویندوز SPSS استفاده شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

pH

شکل ۱ نمایانگر pH تیمارهای مختلف طی دوره ۲۵ روز نگهداری در یخچال است. در روز نخست آزمون، pH تیمارها بین مقادیر ۶/۳۳ الی ۶/۴۵ متغیر بود که با گذشت زمان، به طور معنی‌داری این شاخص افزایش یافت ($p < 0.05$). روند این افزایش در تیمارهای ۱ و ۲، نسبت به دیگر تیمارها سریع‌تر بود ($p < 0.05$). به این ترتیب، در پایان زمان نگهداری، بیشترین میزان pH (۷/۸) به تیمار ۱ و کمترین میزان آن (۶/۷) به تیمار ۶ تعلق داشت.

اندازه‌گیری pH

pH گوشت با استفاده از قرار دادن الکتروود دستگاه pH متر در بافت همگن شده میگو در آب مقطر (با نسبت ۱:۹) اندازه‌گیری شد (اصغرزاده کانی، ۱۳۸۷).

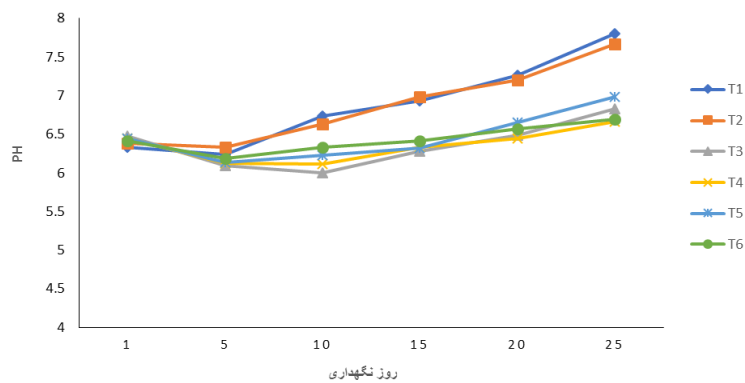
سنجش میزان تیو باربیتوریک اسید (TBA)

برای سنجش شاخص TBA ابتدا ۲ گرم نمونه با ۸ میلی‌لیتر اسید پرکلریدریک ۴٪ همگن شد. سپس، نمونه‌های همگن به مدت ۳۰ دقیقه در محفظه تاریک قرار داده شدند. پس از طی زمان مذکور، نمونه‌ها از محفظه خارج و با استفاده از کاغذ صافی صاف شدند. سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده و ۵ میلی‌لیتر از محلول ۰/۰۲ معرف اسید تیوباربیتوریک به لوله‌های آزمایش درب‌دار منتقل شده و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آبی ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از سرد شدن لوله‌ها در دمای محیط، مقدار جذب محلول حاصل از هر یک از نمونه‌ها در طول موج ۵۳۰ نانومتر خوانده شد و مقدار میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم نمونه گزارش شد (Chatzikyriakidou & Katsanidis, 2012).

اندازه‌گیری ترکیبات نیتروژنی فرار (TVB-N)

برای اندازه‌گیری TVB-N حدود ۲ گرم نمونه با ۸ میلی‌لیتر محلول TCA ۴٪ مخلوط و به خوبی همگن شد. سپس، محلول همگن به دست آمده، به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شد. پس از آن، مقدار ۲ میلی‌لیتر از محلول رویی جدا و به همراه ۲ میلی‌لیتر محلول کربنات پتاسیم فوق اشباع در لایه خارجی ظرف مخصوص آزمایش TVB-N و ۲ میلی‌لیتر معرف (معرف متیل رد و بروموکروزول) در لایه داخلی آن ریخته شد و پس از بستن درب، ظرف حاوی نمونه به مدت ۳ ساعت بر روی دستگاه شیکر (در دمای محیط) قرار گرفت. پس از طی زمان مذکور، تیتره کردن محلول موجود در لایه داخلی ظرف با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۰۱ نرمال انجام شد. عمل تیتره کردن تا زمان مشاهده تغییر رنگ محلول مذکور از سبز به صورتی ادامه یافت. سپس، مقدار ترکیبات نیتروژنی فرار نمونه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Rawdkuen et al. 2010):

$$TVB-N \text{ (mgN/ 100 g sample)} = [14 (N)(A-B)(V)(100)] / M$$

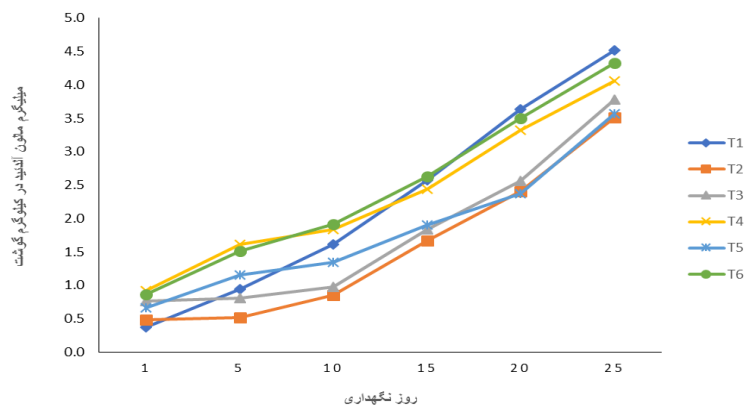


شکل ۱ میزان تغییرات pH در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزنجوش و اشعه گاما در طی دوره نگهداری در یخچال (T1: فیله شاهد؛ T2: فیله پوشش داده با ۲٪ صمغ و بدون عصاره؛ T3: فیله پوشش داده حاوی ۲٪ صمغ و عصاره و ۳ کیلوگرم پرتو؛ T4: فیله پوشش داده حاوی ۲ و ۴٪ صمغ و عصاره و ۳ کیلوگرم پرتو؛ T5: فیله پوشش داده با ۲٪ صمغ و عصاره و ۴ کیلوگرم پرتو؛ T6: فیله پوشش داده با ۲ و ۴٪ صمغ و عصاره و ۴ کیلوگرم پرتو).

تیوباربیتوریک اسید (TBA)

بیشترین روند تغییرات این شاخص در تیمار شاهد مشاهده شد. به این ترتیب که از مقدار ۰/۳۷ میلی‌گرم در روز اول نگهداری، به حدود ۴/۵۱ میلی‌گرم در پایان دوره رسید. از سوی دیگر، اختلاف موجود بین تمام تیمارهای مورد آزمون به استثنای دو تیمار ۴ و ۶ از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0.05$).

در شکل ۲ میزان شاخص TBA تیمارهای مختلف بر حسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ارائه شده است. چنانچه در شکل قابل مشاهده است، میزان شاخص مذکور در کلیه تیمارها همگام با افزایش مدت زمان نگهداری به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p < 0.05$). در طول دوره ۲۵ روزه نگهداری در یخچال،



شکل ۲ میزان تغییرات TBA در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزنجوش و اشعه گاما در طی دوره نگهداری در یخچال (توصیف مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

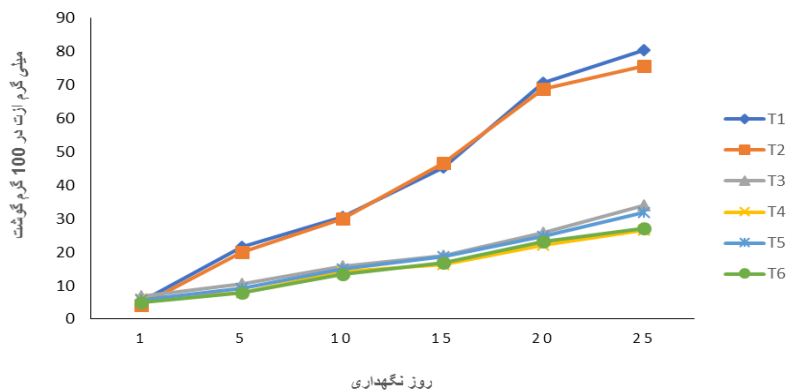
ترکیبات نیتروژنی فرار (TVB-N)

در تمام تیمارها شد. اختلاف مشاهده شده در زمینه این شاخص، بین تمام تیمارهای مورد آزمون، به استثنای دو تیمار ۴ و ۶ (نسبت به یکدیگر) و نیز تیمارهای ۳ و ۵ (نسبت به یکدیگر)، از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0.05$).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری TVB-N تیمارهای مختلف طی دوره ۲۵ روزه نگهداری در یخچال، در شکل ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج تحلیل داده‌ها، گذشت زمان موجب افزایش تدریجی و معنی‌دار ($p < 0.05$) این شاخص

تیمار ۶ مشاهده شد.

در طول دوره نگهداری، بیشترین میزان افزایش شاخص TVB-N در تیمار ۱ و کمترین میزان تغییرات آن در

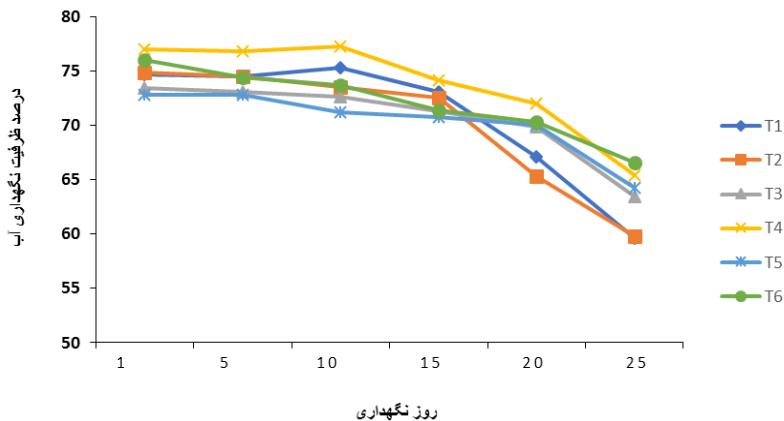


شکل ۳ میزان تغییرات TVB-N در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزن جوش و اشعه گاما در طی دوره نگهداری در یخچال (توصیف مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

ظرفیت نگهداری آب (WHC)

مشاهده شده در زمینه این شاخص، بین تمام تیمارهای مورد آزمون به استثنای دو تیمار ۴ و ۶ (نسبت به یکدیگر) و نیز تیمارهای ۳ و ۵ (نسبت به یکدیگر)، از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0.05$). تا پایان زمان نگهداری، بیشترین و کمترین مقدار افت ظرفیت نگهداری آب به ترتیب، در تیمارهای ۱ و ۴ مشاهده شد.

شکل ۴ بیانگر درصد ظرفیت نگهداری آب تیمارهای مختلف، طی بازه زمانی نگهداری در یخچال است. همانطور که در شکل قابل مشاهده است، با گذشت زمان، کاهش معنی‌داری در میزان ظرفیت نگهداری تمام تیمارها مشاهده شد. این روند نزولی در تیمارهای ۱ و ۲ محسوس‌تر از دیگر تیمارها بود ($p < 0.05$). اختلاف



شکل ۴ میزان تغییرات WHC در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزن جوش و اشعه گاما در طی دوره نگهداری در یخچال (توصیف مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

بحث

مرزنجوش، میزان این شاخص کمتر بود. این نتایج، بیانگر تأثیر مستقیم پرتودهی بر افزایش میزان تولید مالون‌دی-آلدئید در فیله‌های ماهی شیب است. میزان TBA قابل قبول برای محصولات گوشتی، کمتر از ۳ میلی‌گرم مالون-دی‌آلدئید بر کیلوگرم است (Riebroy et al. 2007). با وجود این، نمونه‌های پرتودهی شده با میزان ۴ کیلوگرم تا روز ۱۵ و تیمار پرتودهی نشده (T2) تا روز ۲۰ قابل مصرف هستند. نتایج حاصل از این پژوهش، با نتایج حاصل از مطالعه Bu و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. بر طبق گزارش آنها، میزان TBA اولیه در گوشت ماهی تن پرتودهی شده، به میزان دوز آن بستگی دارد، به گونه‌ای که بیشترین TBA برای دوز ۵ کیلوگرم و کمترین میزان آن برای دوزهای ۱ و ۳ کیلوگرمی بود. همچنین، Riebroy و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پرتودهی باعث افزایش میزان TBA در Som-fug حاصل از خرچنگ در طول مدت ۲۵ روزه نگهداری می‌شود. نتایج تحقیقات انجام شده بر روی گیاه مرزنجوش نیز حاکی از عملکرد ضداکسایشی قابل توجه آن است. بسیاری از محققان آثار ضداکسایشی این گیاه را در ارتباط مستقیم با میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در آن، از جمله تیمول و کارواکرول می‌دانند. ترکیبات مذکور به صورت موثری به عنوان دهنده هیدروژن عمل می‌کنند و از این طریق، موجب مهار رادیکال‌های آزاد می‌شوند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۰). ترکیبات فنلی، حمله رادیکال‌های آزاد و یون‌های فلزی مانند Fe^{2+} به چربی را خنثی می‌کنند و مانع از اکسایش چربی می‌شوند. نتایج مطالعه Bu و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان داد که تیمارهای عصاره ترپچه، به دلیل وجود ترکیبات فنلی، میزان TBA کمتری نسبت به تیمارهای پرتودهی شده داشتند (Bu et al. 2017).

میزان بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) یکی از شاخص‌های تشخیص تازگی ماهی است که دامنه وسیعی از ترکیبات فرار، مانند آمونیاک، متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، تری‌متیل‌آمین و غیره را شامل می‌شود که عمدتاً در اثر فعالیت‌های میکروبی تولید می‌شوند (Rodriguez et al. 2008). با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه حاضر، میزان شاخص TVB-N به طور معنی‌داری متأثر از دو عامل زمان و دوز پرتودهی بودند، به این ترتیب که با افزایش زمان نگهداری، میزان این شاخص

پرتودهی مواد غذایی تا حدود ۱۰ کیلوگرمی در بسیاری از کشورها برای فرآوری غذاهای تجاری پذیرفته شده است. همچنین، مدارک منتشر شده زیادی وجود دارد که نشان دهنده توانایی فوق‌العاده این روش در افزایش مدت ماندگاری گوشت ماهی از طریق کاهش عوامل فساد می‌شود. با وجود این، پرتودهی دارای اثرات منفی مانند افزایش عوامل اکسایش و تجزیه‌ی پروتئین و در نتیجه، کاهش کیفیت و بازارپسندی محصولات گوشتی است. از همین رو، در پژوهش حاضر روش‌های حفاظتی مانند استفاده از پوشش‌ها و عصاره‌های گیاهی برای حفظ کیفیت گوشت آبزیان استفاده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، میزان pH در ۵ روز اول نگهداری، کاهش یافت. این کاهش جزئی pH می‌تواند ناشی از تجزیه گلیکوژن بافت و ایجاد اسید لاکتیک در آن باشد (Fan et al. 2008). بعد از آن، تا روز ۲۵، میزان تغییرات pH، افزایشی بود و این روند، در تیمارهای پرتودهی شده، به خصوص تیمار ۴ (حاوی ۳ کیلوگرمی اشعه و ۴٪ عصاره مرزنجوش) کمتر از دیگر تیمارها بود. نتایج حاصل از این پژوهش، با نتایج به دست آمده از مطالعه Riebroy و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که در طول ۱۵ روز اول نگهداری Som-fug (محصولات فرآوری شده حاصل از خرچنگ) پرتودهی شده، pH کاهش و بعد از آن تا روز ۲۵، افزایش می‌یابد. روند صعودی میزان pH طی دوره نگهداری در این مطالعه، ممکن است به دلیل رشد باکتری و در نتیجه، تولید بازهای فرار مانند آمونیاک و تری‌متیل‌آمین باشد که در اثر فعالیت‌های آنزیمی باکتری‌ها و آنزیم‌های درونی بر ترکیبات پروتئینی موجود در ماده غذایی ایجاد می‌شود. در مطالعه حاضر، مقدار شاخص TBA تیمار پوشش‌دهی شده با صمغ دانه ریحان نسبت به دیگر تیمارها در طول دوره نگهداری کمتر بود ($p < 0.05$) که این امر، بیانگر تأثیر مثبت پوشش به کار رفته در کاهش فساد اکسایشی اسیدهای چرب فیله است. به عبارت دیگر، پوشش مذکور به عنوان یک مانع فیزیکی بین فیله و محیط پیرامون آن عمل کرده و به این ترتیب، مانع از نفوذ اکسیژن و کاهش روند فساد اکسایشی اسیدهای چرب در فیله شد. همچنین، در دوزهای بالاتر پرتو، مقدار شاخص TBA بالاتر و در مقابل، در غلظت‌های بالاتر عصاره

حلالیت میوزین با افزایش دوز پرتودهی بیان کرد (Kanatt et al. 2015). علاوه بر این، تولید و افزایش پروتئازهای میکروبی و نیز پراکسیدهای ناشی از اکسایش اسیدهای چرب در نمونه‌ها و اثرات مخرب آنها بر پروتئین‌ها حین نگهداری، یکی دیگر از دلایل نتایج به دست آمده در این بخش از پژوهش به شمار می‌رود. این نتایج همچنین می‌تواند دلیلی بر خاصیت ضداکسایشی عصاره گیاه مرزنجوش نیز باشد. یکی از روش‌های افزایش نیمه عمر در مواد غذایی، استفاده از پرتودهی است. به‌کارگیری دوزهای مختلف پرتودهی بر ویژگی‌های شیمیایی گوشت، به‌خصوص میزان اکسایش چربی آن موثر است. به گونه‌ای که در مطالعه حاضر، با افزایش دوز پرتو به ۴ کیلوگری، میزان اکسایش چربی نیز افزایش یافت که به دلیل تأثیر منفی آن بر روی بوی محصول، ممکن است عواقبی مانند عدم بازاریابی محصول را به همراه داشته باشد. از طرف دیگر، عصاره‌های گیاهی مانند مرزنجوش هم به دلیل ترکیباتی مانند ترکیبات فنلی در کاهش اکسایش چربی، میزان رشد باکتری‌ها و تجزیه پروتئین‌ها در گوشت، نقش به‌سزایی دارند. بنابراین، استفاده همزمان از پرتودهی و صمغ دانه ریحان (به عنوان یک مانع فیزیکی) و عصاره مرزنجوش ممکن است ضمن کاهش دوز پرتودهی و در نتیجه کاهش فرآورده‌های عامل اکسایش، باعث افزایش کیفیت ارگانولپتیک و ماندگاری فیله ماهی شود. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، استفاده از دوز ۳ کیلوگری به همراه ۲٪ صمغ و ۴٪ عصاره مرزنجوش می‌تواند در جهت افزایش سلامتی و کیفیت فیله ماهی شیپ موثر واقع شود.

منابع

اصغرزاده کانی، ا.، شعبانپور، ب.، حسینی، ه.، عباسی، م.، غفاری، ف. ۱۳۸۷. مقایسه برخی خواص شیمیایی سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) به عنوان ماده اولیه فرآورده های شیلاتی. پژوهش و سازندگی ۲۱: ۱۹۷-۱۹۹.

حسن‌زاده، پ.، تاجیک، ح.، رضوی روحانی، م.، احسانی، ع.، اکبرلو، ج.، مرادی، م. ۱۳۹۰. اثرات اشعه گاما و پوشش خوراکی کیتوزان بر روی ویژگی‌های

در تمام تیمارهای مورد بررسی به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی سرعت افزایش این شاخص در تمام تیمارها یکسان نبود، بلکه به طور معنی‌داری در تیمارهای پرتودهی شده نسبت به دو تیمار ۱ و ۲ (دارای پوشش-پرتودهی نشده)، کندتر بود. این امر بیانگر عملکرد مثبت دوز پرتو به کار رفته در کنترل تغییر ماهیت پروتئینی فرآورده و حفظ کیفیت آن است. نتایج Mendes و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان‌دهنده کمتر بودن میزان TVB-N ماهی ماکرل پرتودهی شده در مقایسه با ماهی پرتودهی نشده بود (Mendes et al. 2005). همچنین، معینی و همکاران (۱۳۸۷) بعد از پرتودهی میگوی هندی در دوزهای مختلف (۱، ۲/۵، و ۵ کیلوگری) گزارش کردند که میزان TVB-N به تدریج در طی دوره نگهداری افزایش، و با افزایش دوز پرتودهی، میزان آن کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، گروه‌های هیدروکسیل موجود در ترکیبات فنلی، با پپتیدها و پروتئین‌ها اتصال می‌یابند و از این طریق، عصاره‌های گیاهی حاوی ترکیبات فنلی نیز می‌توانند مانع از تجزیه پپتیدها و پروتئین‌ها شوند (Maqsood et al. 2012). به این ترتیب، در طول دوره نگهداری، کمترین میزان افزایش این شاخص در تیمار ۶ و پس از آن، در تیمار ۴ مشاهده شد. در تحقیق حاضر، همگام با افزایش مدت نگهداری، ظرفیت نگهداری آب در تمام تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت. این کاهش در تیمار ۴ (۲٪ عصاره - ۳ کیلوگری پرتو) کمتر از دیگر تیمارها بود. در واقع، با کاهش دوز پرتودهی و افزایش غلظت عصاره به کار رفته در پوشش فیله‌ها، میزان کاهش ظرفیت نگهداری آب کمتر شد. به طور کلی، در حدود ۸۸ تا ۹۵٪ آب در ماهیچه بین رشته‌های اکتین و میوزین نگهداری می‌شود. با وجود این، فقط ۵ تا ۱۲٪ آب ماهیچه در بین میوفیبریل‌ها (رشته‌های عضلانی) قرار دارد. تردی، آبداری، ثبات و ظاهر گوشت، با افزایش میزان آب ماهیچه افزایش می‌یابد و منجر به بهبود کیفیت و ارزش اقتصادی گوشت می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج حاصل از کار Kanatt و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیانگر کاهش میزان ظرفیت نگهداری آب با افزایش دوز پرتودهی است و بیشترین کاهش در دوز ۱۰ کیلوگری مشاهده می‌شود. همچنین Modi و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که میزان WHC در گوشت بز پرتودهی شده کاهش یافت. در واقع، دلیل این امر را می‌توان کاهش

- ریزماهواره. مجله علمی شیلات ایران ۱۷: ۱۰۸-۹۹.
- کاظمی، پ.، جوهری، ح.، شریفی، ا.، زراعت پیشه، ا. ۱۳۹۰. اثر آندروژنیکی عصاره مرزنجوش بر میزان هورمون‌های محور هیپوفیز-گناد در موش‌های صحرایی نر بالغ از نژاد ویستار. مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک ۶: ۹۶-۸۹.
- میرزایی، ع.، هفشجانی جابری، ه.، مدنی، ع. ۱۳۹۰. بررسی فعالیت‌های ضد اکسیدانی و میزان ترکیبات فنلی عصاره هیدروالکلی مرزنجوش، کلپوره و آویشن دنائی. مجله پزشکی هرمزگان ۴: ۲۹۴-۲۸۵.
- Aubourg, P.S., Lehman, I., Gallardo, M.J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). Journal of the Science of Food and Agriculture 82: 1764-1771.
- Brewer, S. 2004. Irradiation effects on meat color – a review. Meat Science 68: 1-17.
- Borsa, J., Lacroix, M., Ouattara, B., Chiasson, F. 2004. Radiosensitization: enhancing the radiation inactivation of food borne bacteria. Radiation Physics and Chemistry 71:137-141.
- Bu, T., Jin, Y., Li, X., Zhang, J., Xu, D., Yang, W., Lou, Q. 2017. Effect of electron irradiation and bayberry polyphenols on the quality change of yellowfin tuna fillets during refrigerated storage. Radiation Physics and Chemistry 138: 67-71.
- Chatzikyriakidou, K., Katsanidis, E. 2012. Effect of liquid smoke dipping and packaging method on the keeping quality of raw and cooked chub mackerel (*Scomber japonicus*) fillets. Journal of Aquatic Food Product Technology 21: 445-454.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry 115: 66-70.
- Jafarpour, A., Sherkat, F., Leonard, B., Gorczyca, E.M. 2008. Colour improvement of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets by hydrogen peroxide for surimi production. International Journal of Food Science and Technology 43: 1602-1609.
- Kanatt, S.R., Chander, R., Sharma, A. 2005. Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products. Meat Science 69: 269-275.
- Kanatt, R.S., Chawla, S.P., Sharma, A. 2015. Effect of radiation processing on meat tenderization. Radiation Physics and Chemistry 111: 1-8.
- Khazaei, N., Esmaili, M., Emam-Djomeh, Z. 2016. Application of active edible coatings made from basil seed gum and thymol for quality maintenance of shrimp during cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 97: 1837-1845.
- Lv, L., Ma, J.G., Cao, Y.R., Zhang, J.C., Zhang, W., Li, L., Xu, S.R., Ma, X.H., Ren, X.T., Hao, D.Y. 2011. Study of proton irradiation effects on AlGaIn/GaN high electron mobility transistors. Microelectronics Reliability 51: 2168-2172.
- Maqsood, S., Benjakul, S., Shahidi, F. 2012. Emerging role of phenolic compounds as natural food additives in fish and fish products. Critical Reviews in Food Science Nutrition 53: 162-179.
- Mendes, R., Silva, H.A., Nunes, M.L. 2005. Effect of low-dose irradiation and refrigeration on the microflora, sensory characteristics and biogenic amines of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*). European Food Research and Technology 221: 329-335.
- باکتریایی، شیمیایی و حسی گوشت مرغ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ۲۱: ۳۶۹-۳۵۵.
- حسینی، س.م.، ناقوس، م.، و حسینیان بیلندی، س.ح. ۱۳۹۳. اثر عصاره آبی پونه و گلبرگ زعفران بر عملکرد و کیفیت گوشت در جوجه گوشتی. نشریه پژوهش‌های زعفران ۲: ۱۴-۱.
- صفری، ر.، پورکاظمی، م.، رضوانی گیل کلایی، س.، شعبانی، ع. ۱۳۸۷. بررسی ساختار جمعیتی ماهی شیب (*Acipernser nudiventris*) در سواحل جنوبی دریای خزر و رودخانه اورال با استفاده از روش

- Modi, V.K., Sakhare, P.Z., Sachindra, N.M., Mahendrakar, N.S. 2008. Changes in quality of minced meat from goat due to gamma irradiation. *Journal of Muscle Foods* 19: 430-442.
- Pan, Y., Sun D.W., Han, Z. 2017. Applications of electromagnetic fields for nonthermal inactivation of microorganisms in foods: An overview. *Trends in Food Science & Technology* 64: 13-22.
- Rawdkuen, S., Jongjareonrak, A., Phatcharat, S., Benjakul, S. 2010. Assessment of protein changes in farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*) muscles during refrigerated storage. *International Journal of Food Science & Technology* 45: 985-994.
- Riebroy, S., Benjakul, S., Visessanguan, W., Tanaka, M., Erikson, U., Rustad, T. 2007. Effect of irradiation on properties and storage stability of Som-fug produced from bigeye snapper. *Food Chemistry* 103: 274-286.
- Vasconez, M.B., Flores, S.K., Campson, C.A., Alvarado, J., Gerschenson, L.N. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International* 42: 762-769.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*, Perentice-Hall, Inc., New Jersey, USA, 270 p.

Effects of gamma rays, edible basil seed gum and marjoram extract on the chemical properties of Ship sturgeon, *Acipenser nudiventris* filets

Gholamreza Shahhosseini¹, Seyed Vali Hosseini², Kobra Ziyaei^{2*}

1- Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Alborz, I.R. of Iran

2- Department of Seafood Processing, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

Received 10 September 2017; accepted 07 March 2018

Abstract

Gamma irradiation is one of the most suitable methods for enhancing shelf-life of fish and fishery products. In this study, the effect of gamma irradiation (0, 3 and 4 kGy) in combination with edible coating by basil gum (2%) and marjoram (2 and 4%) extracts on the chemical properties of Ship sturgeon, *Acipenser nudiventris* filets were examined under refrigerated storage (25 days). Radiation affected all examined indices. The results exhibited that the pH and TVB-N values in irradiated samples were lower than in the non-irradiated fish ($p < 0.05$). The lowest and highest values of pH and TVB-N were found in control samples and treatments coated with 2% basil gum, 4% extract and 4 KGy gamma ray, respectively. The treatment contained 2% basil gum had a lower content of TBARS values ($p < 0.05$). Among all treatments, the lowest change in WHC was recorded in the samples which were coated with basil gum 2% and marjoram extract 4% and irradiated with 3 kGy. According to the obtained results, using gamma radiation in combination with basil gum and marjoram extract can increase the shelf-life of Ship sturgeon filets.

Keywords: Basil seed gum, Fish quality, Gamma radiation, Organoleptic changes, Marjoram, Ship filets

*Corresponding author: k.ziyaei@ ut.ac.ir