

اثر تلفیقی اشعه گاما و پوشش خوراکی گیاهی بر خصوصیات باکتریایی فیله ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) طی نگهداری در یخچال

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

^۱ پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ایران.

^۲ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

hosseinisv@ut.ac.ir: نویسنده مسئول

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۱۲

چکیده

در این مطالعه اثر استفاده‌ی همزمان پرتو دهی و پوشش خوراکی صمغ دانه‌ی ریحان حاوی عصاره‌ی مرزنجوش بر ویژگی‌های میکروبی فیله ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) مورد بررسی قرار گرفت. پس از تهیه‌ی فیله‌ی ماهیان، تمامی تیمارها با ۲ درصد صمغ خوراکی دانه ریحان و غلظت‌های ۲ و ۴ درصد عصاره‌ی 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 میکروبیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمون بار باکتریایی کل و باکتری‌های سرما دوست نشان می‌دهد تا روز ۱۰ نگهداری هیچ کلنی باکتریایی در تیمارهای حاوی ۳ و ۴ کیلوگری اشعه (تیمار ۴ و ۶) مشاهده نگردید و دارای رشد کمتری نسبت به سایر تیمارها می‌باشند. همچنین میزان رشد باکتری‌های سودوموناس نیز در این تیمارها کمتر می‌باشد. بررسی‌های باکتریایی انتروباکتریاسه نشان می‌دهد که تمامی فیله‌های حاوی اشعه و عصاره، تا روز ۱۰ نگهداری فاقد کلنی‌های این نوع باکتری بودند ($P < 0.05$) و تیمار ۴ دارای روند رشد کمتری نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. در این پژوهش، علاوه بر اشعه گاما عصاره‌ی مرزنجوش افزوده شده نیز در کاهش بار میکروبی فیله‌ها موثر می‌باشد به صورتی که در تیمارهای پرتو دهی شده‌ی حاوی بالاترین میزان عصاره (۴ درصد)، رشد تمامی باکتری‌های مذکور روند کندتری نسبت به سایر تیمارها دارد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از پژوهش استفاده از دوز ۳ کیلوگری اشعه گاما به همراه ۴ درصد عصاره مرزنجوش می‌تواند جهت افزایش ماندگاری فیله ماهی شیپ موثر واقع گردد.

واژگان کلیدی: عصاره گیاهی، اشعه گاما، نگهداری در شرایط سرد، تغییرات کیفی.

مقدمه

ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) از جمله آبزیان کم‌نظیری بوده و به‌عنوان منبع با ارزش غذایی (گوشت و خاویار) به‌شمار می‌رود (صفری و همکاران، ۱۳۸۷). از آنجایی‌که امروزه، محصولات دریایی و فراورده‌های 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 به‌واسطه ماهیت شیمیایی خود، در مقایسه با سایر مواد غذایی فسادپذیرتر می‌باشند. بروز فساد میکروبی یکی از عوامل شایع در زمینه افت کیفی این محصولات در زمان نگهداری به شمار می‌رود (Aubourg et al., 2002). امروزه از روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای حفظ این محصولات استفاده می‌کنند و یکی از این روش‌ها پرتو دهی می‌باشد (Lv et al., 2011). پرتو دهی یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی است که استفاده از

آن جهت حفظ مواد غذایی برای اولین بار در سال ۱۸۹۶ پیشنهاد شد (Farkas and Mohacsi, 2011). طبق مصوبه‌ی FDA میزان قابل قبول پرتو برای مواد غذایی که هم قابل مصرف باشد و هم بر ایمنی و کیفیت غذا موثر باشد ۱۰ کیلوگری (K Gy) می‌باشد (Borsa et al., 2004). از پرتو دهی گوشت آبزیان جهت از بین بردن انگل‌ها و میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا و همچنین کاهش تعداد میکروارگانیزم‌های عامل فساد، و در نتیجه افزایش مدت ماندگاری آن استفاده می‌گردد (صفریان و همکاران، ۱۳۸۷) که در این زمینه مطالعاتی بسیاری صورت گرفته است. در مطالعه‌ی برآکات (۲۰۰۹) پس از بررسی میگوهای پرتو دهی شده با دوزهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلوگری اشعه و تلقیح شده به باکتری‌های *Escherichia coli*، *Shigella flexneri*، *Salmonella enterica* و *Vibrio parahaemolyticus* گزارش کرد که

طور معنی‌داری میزان بازهای ازته فرار را در نمونه-های پوشش دار کاهش داد (اجاق و همکاران، ۱۳۹۱).

پرتودهی در دوزهای مختلف و مصوب آن منجر به نابودی میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش سلامت میکروبی در مواد غذایی مانند گوشت می‌گردد. استفاده‌ی راهبردی از سایر روش‌های حفاظتی مانند استفاده از پوشش‌های خوراکی به‌ویژه صمغ دانه ریحان که به دلیل قابلیت فیلم‌پذیری بالا یکی از پرمصرف‌ترین بیوپلی‌مرها در صنایع بسته‌بندی غذایی محسوب می‌شود و همچنین عصاره‌های گیاهی، مانند عصاره مرزنجوش، به‌عنوان یک ماده‌ی آنتی‌کسیدان و آنتی‌باکتریال، می‌تواند در پایداری این اثر و همچنین افزایش کیفیت و بازار پسندهی محصول موثر باشد. بنابراین پژوهش حاضر در نظر دارد که اثر استفاده‌ی همزمان پرتودهی با اشعه گاما به همراه پوشش خوراکی صمغ دانه ریحان و عصاره‌ی مرزنجوش را بر میزان رشد باکتریایی فیله ماهی شیپ مورد بررسی قرار دهد و با این روش گامی موثر در جهت بهبود کیفیت تغذیه‌ای و سلامت میکروبی فرآورده‌های گوشتی به‌ویژه گوشت آبزیان بردارد.

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 گردید. پس از شستشو با آب تمیز، مراحل اولیه فرآوری شامل سرزنی، تخلیه شکمی، پوست‌کنی و فیله‌سازی ماهیان، در حضور مقادیر کافی از یخ انجام گرفت. سپس فیله‌های تهیه شده با میانگین وزنی 10 ± 100 گرم در جعبه‌های عایق حاوی یخ جهت اعمال تیمارهای مشخص پرتودهی و پوشش‌دهی با صمغ مورد نظر به آزمایشگاه‌های مربوطه منتقل گردید.

پرتودهی به‌شدت بر جمعیت این باکتری‌های موثر بوده به‌طوری که *E. coli* در دوز ۲ کیلوگری به زیر حد تشخیص رسید و باکتری‌های *S. enterica*، *V. parahaemolyticus* و *S. flexneri*، در دوزهای ۴، ۳ و ۲ کیلوگری غیرفعال شدند (Barakat, 2009). همچنین اوتارا و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که پرتودهی میگوی (*Penaeus* Spp.) با دوز ۳ کیلوگری و نگهداری در یخچال به مدت ۲۱ روز منجر به افزایش مدت ماندگاری و بهبود خصوصیات حسی در طی این دوره گردید (Ouattara et al., 2001).

بسیاری از عوامل می‌توانند پایداری، سلامت باکتریایی و کیفیت حسی ماده‌ی غذایی را تعیین کنند که امروزه استفاده از پوشش‌های خوراکی و عصاره‌های گیاهی مختلف، به‌عنوان ماده‌ی با خاصیت آنتی-اکسیدانی و ضد میکروبی طبیعی مورد توجه قرار گرفته است (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). پوشش‌های خوراکی لایه‌ای نازک از پلیمرهای طبیعی هستند که به‌روش غوطه‌وری، اسپری کردن یا برس‌زنی به‌طور مستقیم در سطح غذا به‌کار برده می‌شوند. تاکنون از طیف گسترده‌ای از ترکیبات پلی‌ساکاریدی نظیر نشاسته و مشتقات آن، سلولز و مشتقات آن، صمغ عربی، کاراجینان، آگار، زانتان، کیتوزان و صمغ دانه ریحان به‌عنوان فیلم‌ها و پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر خوراکی استفاده شد (Vasconez et al., 2009) و مطالعات بسیاری نیز در این زمینه گزارش گردید. اجاق و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر پوشش ضد میکروبی کیتوزان حاوی اسانس دارچین را بر ماندگاری ماهی فزل‌آلای رنگین کمان نگهداری شده در یخچال، مورد بررسی قرار داد و طبق گزارشات، اسانس دارچین و پوشش کیتوزان اثر سینرژیستی قابل ملاحظه‌ای در کاهش شمارش باکتریایی کل، باکتری‌های سرمادوست، باکتری‌های اسید لاکتیک و *Enterobacteriaceae* و بهبود خواص حسی داشت و همچنین این دو ترکیب به

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

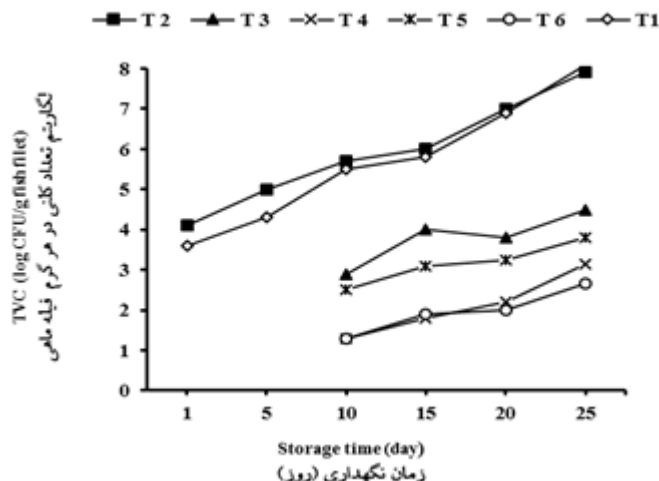
تیمار	نوع تیمار
تیمار ۱	فیله خام (کنترل)
تیمار ۲	فیله پوشش دهی شده (۲ درصد صمغ دانه ریحان) با عصاره ۰ درصد بدون مرزنجوش
تیمار ۳	فیله پوشش دهی شده (۲ درصد صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۲ درصد و پرتو دهی ۳ کیلوگری
تیمار ۴	فیله پوشش دهی شده (۲ درصد صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۴ درصد و پرتو دهی ۳ کیلوگری
تیمار ۵	فیله پوشش دهی شده (۲ درصد صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۲ درصد و پرتو دهی ۴ کیلوگری
تیمار ۶	فیله پوشش دهی شده (۲ درصد صمغ دانه ریحان) با عصاره مرزنجوش ۴ درصد و پرتو دهی ۴ کیلوگری

پس از پرتو دهی ۴ نمونه‌ی 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 نگهداری گردیدند (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد). طی دوره نگهداری مذکور، جهت بررسی کیفیت و مدت ماندگاری تیمارهای مختلف، در روزهای ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ آزمایشات میکروبیولوژیک بر روی نمونه‌ها انجام گرفت (جدول ۱).

آنالیز میکروبی: در این پژوهش میزان بار باکتری‌های کل (TVC) و میکروارگانیسم‌های سرمادوست (*Psychrotrophic*)، سودوموناس (*Pseudomonas*) و انتروباکتریاسه (*Enterobacteriaceae*) در تیمارهای مختلف سنجیده شد. به منظور انجام آزمایشات میکروبی، ۱۰ گرم فیله ماهی به ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل ۰/۸ درصد اضافه و به مدت ۶۰ ثانیه هم‌زده و همگن شد. در ادامه رقت‌های مختلف از آن تهیه شد سپس به روش پور پلیت نمونه‌ها کشت داده شدند. بعد از بستن محیط‌های کشت پلیت‌های باکتری‌های کل و سرمادوست به ترتیب به انکوباتور به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس و به یخچال به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل شدند. تعداد کلنی‌های شمارش شده در عکس رقت اولیه ضرب شد و بر حسب لگاریتم تعداد کلنی تشکیل شده در هر گرم گوشت ماهی (Log cfu/g) بیان گردید (Chytiri et al., 2004).

تهیه محلول پوشش دهی: محلول پوشش دهی از طریق انحلال مقادیر مناسب از صمغ دانه ریحان (۲ درصد) و عصاره مرزنجوش (۲ و ۴ درصد) تهیه شد. جهت آماده‌سازی محلول پوشش دهی، ابتدا، صمغ دانه ریحان براساس روش Khazaei و همکاران (۲۰۱۶) و عصاره‌ی مرزنجوش نیز براساس روش کاظمی و همکاران (۱۳۹۰) تهیه گردید. 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 می‌گردد (Khazaei et al., 2016). جهت پوشش دهی، 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 پوشش دهی، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از طی مدت زمان مذکور نمونه‌ها به‌طور جداگانه در کیسه‌های زیپ‌دار پلی اتیلنی بسته‌بندی و به مدت ۱۶ روز در یخچال نگهداری می‌گردند (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد).

آماده‌سازی تیمارها: پس از تکمیل فرآیند پوشش دهی، نمونه‌ها در داخل یخچال قابل حمل (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد)، جهت پرتو دهی با اشعه گاما به مرکز سازمان انرژی اتمی ایران حمل گردید و در داخل محفظه دستگاه پرتو دهی مدل Gamma Cell 220، ساخت کانادا تحت تأثیر پرتوهای گاما با دوز ۳ و ۴ کیلوگری قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری میزان پرتو جذب شده از دزیمترهای آلانین ترانسفر استفاده گردید.



شکل ۱ - میزان تغییرات بار باکتریایی کل (TVC) در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزنجوش و اشعه گاما طی نگهداری در یخچال (T1: فیله شاهد، T2: فیله پوشش داده با ۲ درصد صمغ و ۰ درصد عصاره مرزنجوش T3: فیله پوشش داده حاوی ۲ درصد صمغ و عصاره، ۳ کیلوگری پرتو، T4: فیله پوشش داده شده حاوی ۲ و ۴ درصد صمغ و عصاره، ۳ کیلوگری پرتو، T5: فیله پوشش داده شده با ۲ درصد صمغ و عصاره، ۴ کیلوگری پرتو و T6: فیله پوشش داده شده با ۲ و ۴ درصد صمغ و عصاره، ۴ کیلوگری پرتو).

تیمارهای ۳ و ۵ (نسبت به یکدیگر)، از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

باکتری‌های سرمادوست (*Psychrotrophic*):

طبق شکل ۲، گذشت زمان موجب افزایش معنی‌داری در تعداد کلنی باکتری‌های *Psychrotrophic* در کلیه تیمارها گردید ($P < 0.05$). هر چند روند تغییرات این باکتری‌ها از روز آغازین آزمایش تا روز ۲۵ نگهداری روند افزایشی (همزمان با افزایش مدت ماندگاری) را نشان داد، اما جمعیت باکتریایی اندازه‌گیری شده در کلیه تیمارها نسبتاً پایین بود. نمونه‌های پرتو دیده با دوز ۳ کیلوگری تا روز ۵ آنالیز و نمونه‌های پرتو دیده با دوز ۴ کیلوگری تا روز ۱۰ آنالیز فاقد کلنی مشخصی از باکتری‌های مذکور بود. بر اساس نتایج آنالیز آماری، اختلاف بین کلیه تیمارهای مورد آزمون به استثناء دو تیمار ۴ و ۶ معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

باکتری‌های سودوموناس (*Pseudomonadaceae*):

شکل ۳ بیانگر روند رشد باکتری‌های سودوموناس می‌باشد، همانطور که مشاهده می‌شود با گذشت زمان، تعداد کلنی‌های باکتری سودوموناس در کلیه تیمارها افزایش معنی‌داری می‌یابد ($P < 0.05$). بر اساس نتایج آنالیز آماری، اختلاف بین کلیه

آنالیز آماری: کلیه داده‌ها توسط آزمون کولمگروف-

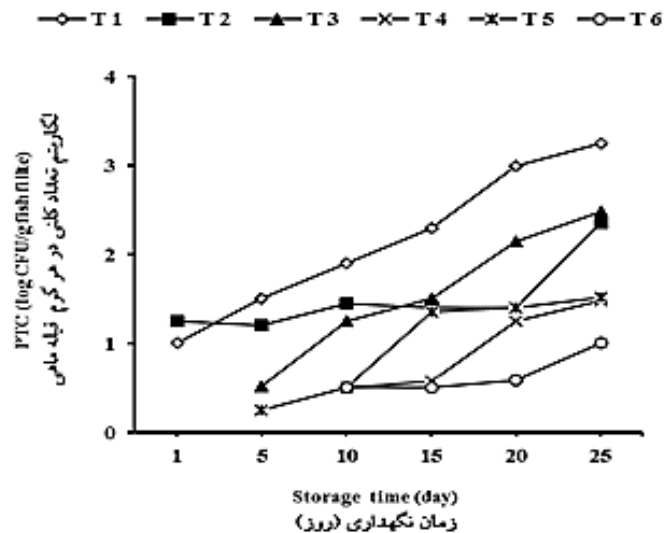
اسمیرنوف نرمال‌سنجی می‌شود. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتریک تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها) (Zar, 1996)، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و دو طرفه (Two Way ANOVA) برای مقایسه واریانس بین تیمارها و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها (در سطح اعتماد ۵ درصد) با کمک نرم‌افزار آماری تحت ویندوز SPSS استفاده گردید. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت می‌گیرد.

نتایج

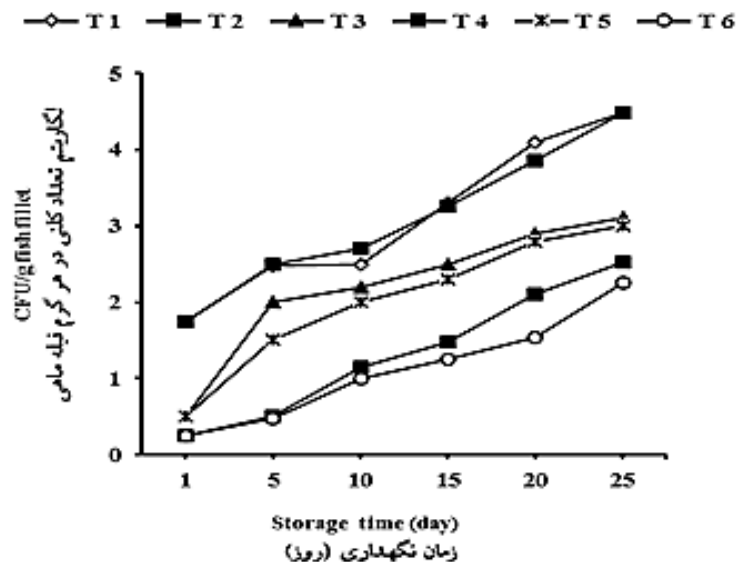
آنالیز میکروبی

بار باکتریایی کل (Total viable counts):

مقادیر بار باکتریایی کل تیمارهای مختلف پژوهش حاضر در شکل ۱ آمده است. با افزایش زمان نگهداری میزان بار باکتریایی کل، در کلیه تیمارها بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). بر اساس نتایج تفاوت مشاهده شده بین کلیه تیمارهای مورد آزمون به استثناء دو تیمار ۴ و ۶ (نسبت به یکدیگر) و



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



شکل ۳ - میزان تغییرات بار باکتریایی Pseudomonadaceae در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزنجوش و اشعه طی نگهداری در یخچال (توصیف مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

مختلف، نشان می‌دهد که جمعیت باکتری‌های مذکور هم در نمونه‌های شاهد و هم در نمونه‌های پرتودیده، افزایش یافته است ($P < 0.05$). براساس نتایج، کلیه تیمارهای پرتودهی شده تا روز ۱۰ آنالیز فاقد کلنی مشخصی از انتروباکتریاسه می‌باشند. تفاوت مشاهده شده بین کلیه تیمارها، به استثناء دو تیمار ۳ و ۵ (نسبت به یکدیگر)، معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

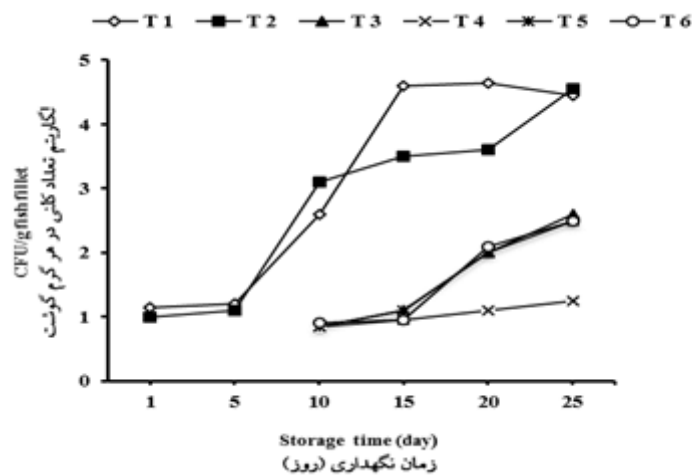
بحث

پرتودهی یکی از روش‌های افزایش نیمه عمر در مواد

تیمارهای موردآزمون به استثناء دو تیمار ۳ و ۵ (نسبت به یکدیگر)، از نظر آماری، معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در پایان دوره نگهداری بیش‌ترین میزان بار باکتری‌های سودوموناس در تیمار ۲ و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۶ مشاهده گردید.

باکتری‌های انترو باکتریاسه

(Enterobacteriaceae): نتایج مربوط به اندازه‌گیری باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه در شکل ۴ ارائه شده است. نتایج مقایسه میانگین‌های باکتریاسه در نمونه‌های نگهداری شده در روزهای



شکل ۴ - میزان تغییرات بار باکتریایی Enterobacteriaceae در فیله‌های ماهی شیپ پوشش‌دهی شده با عصاره مرزنجوش و اشعه گاما طی نگهداری در یخچال (توصیف مربوط به تیمارها در شکل ۱ ارائه شده است).

سرمدوست، همزمان با افزایش مدت زمان نگهداری میزان بار میکروبی شمارش شده در کلیه تیمارها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در کل دوره نگهداری جمعیت باکتری‌های مذکور در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای پرتودهی شده بالاتر بود ($P < 0.05$)، که این امر بیانگر آن است که نگهداری در شرایط سرد، به تنهایی جهت متوقف کردن رشد باکتری‌های سرمدوست (*Psychrotrophic*) کافی نیست. همچنین، استفاده از پرتودهی و عصاره‌ی مرزنجوش اثر معنی‌داری در کاهش باکتری‌های سرمدوست (*Psychrotrophic*) نمونه‌ها دارد به گونه‌ای که کمترین میزان باکتری برای تیمارهای ۴ و ۶ که دارای بالاترین میزان عصاره می‌باشند، اندازه‌گیری گردید. در واقع با افزایش دوز پرتو و عصاره، قدرت ضد میکروبی نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌توان چنین بیان داشت که بکارگیری توام پرتودهی و عصاره و نگهداری در شرایط سرد راهکاری مناسب جهت کاهش رشد باکتری‌های سرمدوست و در نتیجه حفظ کیفیت و افزایش مدت ماندگاری محصولات شیلاتی می‌باشد. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) نیز نتایج مشابه با نتایج حاصل از این پژوهش گزارش دادند. طبق گزارشات آنها پرتودهی (۲/۵ کیلوگری) با اشعه گاما و پوشش‌دهی با کیتوزان در گوشت مرغ نگهداری شده در یخچال،

غذایی می‌باشد که بکارگیری دوزهای مختلف آن، می‌تواند بر ویژگی‌های میکروبی گوشت، موثر باشد به‌گونه‌ای که طبق نتایج این پژوهش بار باکتریایی کل در کلیه تیمارها، به استثنای دو تیمار ۱ و ۲، تا روز ۲۵ آنالیز از حد مجاز جهت مصرف انسانی خارج نشد ($7 \log \text{cfu/g}$). میزان بار باکتریایی کل در تیمار ۲ (پوشش‌دهی شده با صمغ دانه ریحان)، نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود که این امر می‌تواند ناشی از شرایط آماده‌سازی نمونه‌ها و دستکاری‌های متعاقب آن باشد. از سوی دیگر، نمونه‌های پرتودهی شده با دوز ۴ کیلوگری در کل دوره نگهداری از بار باکتریایی کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود که این امر به علت وجود ارتباط مستقیم میان دوز پرتو گاما و قدرت ضد میکروبی آن است. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج به‌دست آمده از بسیاری از کارهای محققین مطابقت دارد. Bu و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که با افزایش دوز پرتو به ۵ کیلوگری در ماهی تن، میزان بار باکتریایی کل کاهش می‌یابد (Bu et al., 2014). همچنین wang و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که پرتودهی با دوز ۶ کیلوگری باعث نابودی اکثر میکروارگانیسم‌های ایجاد کننده فساد در میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) سرخ شده می‌شود (Wang et al., 2010). طبق نتایج حاصل از کشت باکتری‌های

های سودوموناس، مخمر، باکتری‌های اسیدلاکتیک و انتروباکتریاسه می‌باشد (Tsigarida et al., 2000). بنابراین طبق نتایج، علاوه بر تاثیر معنی‌دار اشعه‌ی گاما، عصاره‌ی مرزنجوش نیز در کنترل جمعیت باکتری‌های سودوموناس، موثر می‌باشد.

باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه، شاخص آلودگی‌های ثانویه در مواد غذایی محسوب می‌شوند. اصولاً بررسی وجود باکتریاسه در مواد غذایی بسیار ضرورت دارد، زیرا بسیاری از باکتری‌های بیماریزا نظیر سالمونلا به این خانواده از باکتری‌ها تعلق دارد که در صورت مصرف مواد غذایی حاوی آن سلامتی فرد مصرف کننده در معرض خطر قرار می‌گیرد. اگرچه باکتری‌های این خانواده قادر به رشد در دماهای پایین هستند، اما به‌طور معمول در شرایط نگهداری سرد فراوانی آن‌ها در مقایسه با سایر باکتری‌های سرما دوست چندان افزایش نمی‌یابد که این امر می‌تواند با رشد کندتر آنها در مقایسه با سایر باکتری‌های گرم منفی سرما دوست عامل فساد مرتبط باشد. براساس نتایج این پژوهش، اگرچه با گذشت زمان شاهد افزایش تعداد کلنی‌های این باکتری در کلیه تیمارها بودیم لیکن روند رشد این دسته از باکتری‌ها در مقایسه با دیگر شاخص‌های میکروبی بررسی شده بسیار کند بود. از سوی دیگر کلیه تیمارهای پرتودهی شده تا روز ۱۰ آنالیز فاقد کلنی مشخصی از این دسته از باکتری‌ها بودند که این امر بیانگر تاثیر معنی‌دار و مطلوب فرآیند پرتودهی در کنترل جمعیت این دسته از باکتری‌ها است. همچنین در تیمارهای حاوی غلظت‌های بالاتر عصاره مرزنجوش میزان بار باکتریایی اندازه‌گیری شده کمتر بود. اگرچه اختلافات مشاهده شده معنی‌دار نبود لیکن این امر حاکی از قدرت ضدباکتریایی این عصاره گیاهی است. نتایج Brakat (۲۰۰۹) نیز بیانگر تاثیر بیشتر پرتودهی بر باکتری *E. coli* در میگوهای پرتودهی (۲ کیلوگری) و سپس تلقیح شده به این باکتری می‌باشد (Barakat, 2009). همچنین Zinoviado و همکاران (۲۰۰۹) که تاثیر ترکیب

تاثیر معنی‌داری در کاهش باکتری‌های مزوفیل و سرما دوست با حداقل ۱۴ روز افزایش ماندگاری داشت (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). پورملایی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در بررسی تاثیر عصاره‌ی مرزنجوش بر سوریمی حاصل از کپور نقره‌ای طی شش ماه نگهداری در دمای ۱۸- بیان کردند که در ماه ششم نگهداری میزان کاهش باکتری‌های سرماگرا و سودوموناس در تیمار حاوی عصاره‌ی مرزنجوش نسبت به گروه شاهد معنی‌دار می‌باشد (پورملایی و همکاران، ۱۳۹۴).

سودوموناس‌ها از جمله باکتری‌های گرم منفی شاخص فاسدکننده محصولات شیلاتی هستند. نظر به آن‌که سودوموناس یکی از مهم‌ترین باکتری‌های سرما دوست است که در طی نگهداری محصولات شیلاتی در شرایط سرد موجب فساد محصولات شیلاتی می‌شود، بنابراین حذف آن می‌تواند برای حفظ محصولات شیلاتی و افزایش مدت نگهداری آنها بسیار مفید باشد در این پژوهش با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی‌داری در جمعیت سودوموناس‌ها مشاهده می‌شود. این روند افزایشی در تیمارهای مختلف نوسان داشت، اما به‌طور کلی سرعت رشد باکتری‌های مذکور در کلیه تیمارهای پرتودهی شده به ویژه دوز ۴ کیلوگری، نسبت به دو تیمار ۱ (شاهد) و تیمار ۲ (پوشش دهی شده با صمغ دانه ریحان)، از روند کندتری برخوردار بود. یافته‌های Gomes و همکاران (۲۰۰۳) نیز بیانگر کاهش معنی‌دار باکتری‌های مزوفیل هوازی و باکتری‌های سرما دوست در گوشت‌های مرغ استخوان‌گیری شده با دوز ۱/۵، ۳ و ۴ کیلوگری پرتو شد و میزان آنها پس از گذشت ۲۱ روز به تعداد $7 \log \text{cfu/g}$ نرسید (Gomes et al., 2003). Tsigarida و همکاران (۲۰۰۰) نیز مطالعه‌ای به منظور تاثیر عصاره‌ی مرزنجوش بر ویژگی‌های میکروبیولوژیکی و حسی گوشت چرخ کرده نگهداری شده تحت اتمسفر تحت خلا و اتمسفر اصلاح شده انجام دادند و نتایج میکروبیولوژیکی آن بیانگر کاهش قابل توجه باکتری-

رشد کندتری نسبت به سایر تیمارها دارند در نتیجه تیمارهای ۴ و ۶ از سلامت میکروبی بهتری برخوردارند. بنابراین استفاده همزمان از پرتودهی و صمغ دانه ریحان (به عنوان یک مانع فیزیکی) و عصاره‌ی مرزنجوش می‌تواند در کاهش رشد میکروبی، افزایش ماندگاری و در نتیجه بازار پسندی محصول موثر باشد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از پژوهش استفاده از دوز ۳ کیلوگری اشعه گاما به همراه ۲ و ۴ درصد صمغ دانه‌ی ریحان و عصاره مرزنجوش می‌تواند در جهت افزایش سلامتی و ماندگاری فیله ماهی شیپ موثر واقع گردد.

دریای خزر و رودخانه اورال با استفاده از روش ریز ماهواره. *مجله علمی شیلات ایران* دوره ۱۷، ۱۰۸-۹۹.

- Aubourg P.S., Lehman I., Gallardo M.J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Journal Science Food Agriculture* 82, 1764-1771.
- Barakat M. 2009. Effect of X-ray treatments on inoculated *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enterica* *Shigella flexneri* and *Vibrio parahaemolyticus* in ready-to-eat shrimp. *Food Microbiology* 26, 860-864.
- 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.
- Chytiri S., Chouliara I., Savvaidis I.N., Kontominas M.G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aqua cultured rainbow trout. *Journal Food Microbiology* 21, 157-165.
- Farkas J.Z., Mohacsi-Farkas C. 2011. History and future of food irradiation. *Trends in Food Science and Technology* 22, 121-126.
- Gomes H.A., Silva E.N., Cardello H.M.A.B., Cipolli K.M.V.A.B. 2003. Effect of gamma

۰/۴ عصاره‌ی مرزنجوش و جاذب اکسیژن را بر باکتری‌های مختلف از جمله انتروباکتریاسه مورد بررسی قرار دادند، گزارش کردند که استفاده از عصاره‌ی مرزنجوش و یا جاذب اکسیژن می‌تواند باعث مهار رشد باکتری‌های انتروباکتریاسه گردد (Zinoviado *et al.*, 2009). با توجه به نتایج مطالعه حاضر، با افزایش دوز پرتو به ۴ کیلوگری میزان رشد باکتری‌ها کاهش می‌یابد. از طرفی عصاره‌های گیاهی مانند مرزنجوش هم به دلیل ترکیباتی از جمله ترکیبات فنلی در میزان رشد باکتری‌های گوشت و فساد آن، نقش بسزایی دارد به گونه‌ای که در تیمارهای پرتودهی شده‌ی حاوی بالاترین میزان عصاره (۴ درصد)، تمامی باکتری‌های مذکور روند

منابع

- اجاق س.م، رضائی، م، رضوی س.ه، هاشمی س.م. ۱۳۹۱. اثر پوشش‌های آنتی‌میکروبی در افزایش ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. *فصلنامه‌ی علوم و صنایع غذایی ایران* دوره ۹، ۲۳-۱۳.
- پور ملایی ف، جعفر پور س.ع. یگانه س. ۱۳۹۶. بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریایی اسانس مرزنجوش (*Origanum Volgare L*) بر ماندگاری سوریمی تهیه شده از کپور معمولی در طی دوره‌ی نگهداری در انجماد (۱۸-). *شیلات، مجله منابع طبیعی ایران* دوره ۷۰، ۵۸-۴۴.
- حسن‌زاده پ، تاجیک ح، رضوی روحانی م، احسانی ع، اکبرلو ج، مرادی، م. ۱۳۹۰. اثرات اشعه گاما و پوشش خوراکی کیتوزان بر روی ویژگی‌های باکتریایی، شیمیایی و حسی گوشت مرغ. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی* جلد ۲۱، شماره ۳، ۳۶۹-۳۵۵.
- صفاریان ع، رکنی، ن، آخوندزاده بستی ا، باهنر ع، ابراهیم‌زاده موسوی ح، نوری ن. ۱۳۸۷. تاثیر پرتودهی با اشعه گاما و نگهداری در انجماد بر روی خواص حسی، شیمیایی و باکتریایی گوشت ماهی. *مجله تحقیقات دامپزشکی* دوره ۶۳، ۱۱۵-۱۱۳.
- صفری ر، پورکاظمی م، رضوانی گیل‌کلایی س، شعبانی ع. ۱۳۸۷. بررسی ساختار جمعیتی ماهی شیپ (*Acipenser nudiiventris*) در سواحل جنوبی

- radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. *Meat Science* 65, 919-926.
- 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 Science Food 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.
- Ouattara B., Simard S., Piette G.J.P., Holley R.A., Begin A. 2000. Diffusion of Acetic and Propionic Acids from Chitosan-based Antimicrobial Packaging Films. *Journal of Food Science* 65, 768-773.
- Tsigarida E., Skandamis P., Nychas G.J. 2000. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5 C. *Journal of Applied Microbiology* 89, 901-909.
- 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.
- Wang H., Yang R., Liu Y., Zhang W., Zhao W., Zhang Y., Hua X. 2010. Effects of low dose gamma irradiation on microbial inactivation and physicochemical properties of fried shrimp (*Penaeus vannamei*). *International Journal of Food Science and Technology* 45, 1088-1096.
- Zar J.H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey, USA, 300 P.

The integrated effect of gamma irradiation and plant edible coating on the microbial properties of Fringebarbel sturgeon fillet (*Acipenser nudiventris*) during refrigerated storage

Gholamreza Shahhosseini¹, Seyed Vali Hosseini*², Kobra Ziyaei²

¹Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran.

²Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Corresponding author: hosseinisv@ut.ac.ir

Received: 2017/12/3

Accepted: 2018/3/12

Abstract

In the present research, the effect of simultaneous use of irradiation, with edible coating of basil seed gum and extract of marjoram on microbial properties of Fringebarbell sturgeon fillet was studied. Treatments were 2% edible coating of basil seed gum, 2 and 4% marjoram extract and 3 and 4 kGy gamma rays. Treated samples were stored at 4°C and evaluated periodically for microbial evaluation. The result showed that total viable counts (TVC) and psychrotrophic counts in treatments containing 3 and 4 kGy radiation (treatment 4 and 6) had a lower growth rate than other treatments. Pseudomonadaceae bacterial growth rate was also low. Bacterial studies of Enterobacteriaceae indicated that all fillets treated with gamma rays and the extract had no colonies of this type of bacteria until the 10th day of storage ($P<0.05$) and in treatment 4, growth rate was lower than the other treatments. In addition to gamma rays, marjoram extract was effective in reducing the microbial load of the fillets, as in the irradiated treatments containing the highest amount of extract (4%), the growth of all bacteria was slower than the other treatments. However, treatments 4 and 6 had better microbial quality. Thus, considering the results of the research, using 3 kGy dose with 4% of extract of marjoram can be effective in increasing the shelf life of the fish fillet.

Keywords: Plant extracts, Gamma radiation, Chill storage, Quality changes.