اثر پوشش ژلاتین همراه با اسانس دارچین بر دوره ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دمای یخچال

قاسم تقی‌زاده اندواری و مسعود رضائی*

rezai_ma@modares.ac.ir

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-٦٤٤١٤

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر پوشش ژلاتینی حاوی اسانس دارچین بر حفظ کیفیت فیله تازه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در زمان نگهداری در یخچال طراحی و انجام شد. فیله‌های تازه ماهی با محلول ژلاتینی (۴ درصد) حاوی ۱/۵ درصد اسانس دارچین، تیمار شده و در یخچال ذخیره شدند. آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی شامل: بار کل باکتریایی و باکتری‌های سرمادوست، مجموع بازهای نیتروژنی فرار و تیوباربیتوریک اسید همچنین ارزیابی حسی بصورت دوره‌ای برای همه تیمارها انجام شد. برای نمونه‌های دارای پوشش حاوی اسانس دارچین میزان بار باکتریایی کل تا روز پانزدهم هنوز در دامنه قابل قبول برای مصارف انسانی قرار داشت ولی در نمونه‌های دارای پوشش ژلاتینی و شاهد این میزان در روز پانزدهم بترتیب به ۷/۸۸ و ۷/۴۴ (Log cfu/g) رسید که فراتر از حد مجاز می‌باشد. مقادیر باکتری‌های سرمادوست برای تیمار شاهد و دارای پوشش ژلاتینی بصورت معنی‌داری افزایش بیشتری نسبت به تیمار دارای پوشش حاوی اسانس داشت. مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار و تیوباربیتوریک اسید در فیله‌های دارای پوشش حاوی اسانس ۱/۵ درصد از سایر تیمارها بود. این بررسی نشان داد که با استفاده از پوشش ژلاتین حاوی اسانس دارچین می‌توان از رشد باکتری‌ها در فیله‌های تازه ماهی جلوگیری کرده و ویژگی‌های حسی آن شامل: بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی را نیز تا حدود زیادی حفظ کرده و موجب افزایش دوره نگهداری ماهی در یخچال شد.

لغات کلیدی: عمل‌آوری غذا، اسانس دارچین، باکتری، گوشت ماهی، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، دوره ماندگاری

*نویسنده مسئول

مقدمه

سرعت فسادپذیری بالا در ماهی و استعداد ذاتی اکسیداسیون و تغییر رنگ بافت ماهی سبب می‌گردد تا دوره ماندگاری آن محدود باشد و برای افزایش زمان ماندگاری آن از روش‌های مختلف استفاده می‌شود. بیشتر فیلم‌های خوراکی وقتی حامل افزودنی‌های غذایی باشند خواص ضد میکروبی و ضد اکسیداسیونی بروز می‌دهند (Gennadios *et al*., 1997 ;Keil *et al*., 1960). از فیلم‌های قابل استفاده بعنوان پوشش در محصولات گوشتی فیلم‌های ژلاتینی می‌باشد (Mendis *et al*., 2005).

امروزه راه حلهای زیادی برای محدود کردن فساد محصولات گوشتی در حال توسعه می‌باشد. روش‌ها و عملیات‌های جدیدتر شامل استفاده از ضد میکروبهای گیاهی در ترکیب با فیلم‌های خوراکی بدست آمده از پلیمرهای طبیعی می‌باشد. مواد افزودنی در گذشته بعنوان طعم دهنده استفاده می‌شدند ولی امروزه خواص ضد میکروبی و ضد اکسیدانی آنها اثبات شده است (Hosseini *et al*., 2009). افزودن عصاره و اسانس به فرمولاسیون فیلم‌های مبتنی بر مواد تجزیه‌پذیر نظیر ژلاتین در جهت بهبود ویژگی‌های ضد میکروبی آنها می‌باشد. نگرانی‌های مربوط به استفاده از مواد غذایی ناسالم سبب شده است که عصاره‌های استخراج شده از گیاهان بدلیل داشتن ترکیبات پلی فنولیک، به جای ضد میکروبهای سنتتیک مورد توجه قرار گیرند (Go´mez-Guille´n *et al*., 2009). عصاره های آلی پیش از این نیز در فرمولاسیون فیلم‌های خوراکی بکار می‌رفتند (Zivanovic *et al*., 2005). خواص آنتی اکسیدانی عصاره‌های متعددی از جمله اسانس‌های آویشن، میخک، رزماری، پونه کوهی، مریم گلی و مرزه (Gupta *et al*., 2008) همچنین اثر ضد میکروبی قوی اسانس دارچین بر طیف وسیعی از باکتریها به اثبات رسیده است (Wendakoon & Sakaguchi, 1995).

فعالیت ضد میکروبی دارچین بدلیل حضور سینامالدهید می‌باشد که در سیستم‌های زیستی میکروارگانیزم‌ها دخالت کرده و مانع از رشد میکروارگانیزم‌ها می‌شود (Wendakoon & Sakaguchi, 1995). همچنین دارچین حاوی ترکیبات گوناگونی است که خاصیت قارچ‌کشی به آن داده و خاصیت ضد میکروبی آن را تقویت می‌کنند (Cowam, 1999). این ترکیبات برغم اینکه ظرفیت اندکی برای حل شدن در آب دارند ولی شدیداً فعال می‌باشند (Lis-Balchin & Deans, 1997). دارچین بعنوان یک افزودنی غذایی در لیست افزودنی‌های مجاز خوراکی سازمان غذا و داروی آمریکا Food and Drug Administration (FDA) قرار دارد.

با عنایت به میزان تولید و مصرف بالای ماهی قزل‌آلا در ایران، اقداماتی در جهت تنوع محصول و افزایش دوره ماندگاری آن همراه با حفظ کیفیت ضرورت می‌یابد. در همین راستا یکی از روشهای نوین نگهداری، استفاده از پوشش‌های زیستی حاوی اسانس‌های گیاهی در بسته‌بندی می‌باشد و از آنجایی که در ایران مقادیر زیادی از پوست ماهی برغم دارا بودن پتانسیل مناسب برای استخراج ژلاتین، بدون استفاده مطلوب به هدر رفته یا صرف تولید پودر ماهی می‌شوند، بررسی امکان استفاده از این ترکیبات زیستی بعنوان جایگزینی برای مواد صنعتی مورد استفاده در بسته‌بندی ماهی، انگیزه مناسبی جهت تحقیق حاضر بوده است.

مواد و روش کار

حدود ۴۰ کیلوگرم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی (± انحراف استاندارد) ۵۰±۴۵۰ گرم و طول متوسط ۳۲/۵ سانتیمتر از یکی از مزارع پرورش ماهی در شهرستان آمل خریداری شده و با استفاده از جعبه‌های حاوی یخ در حداقل زمان ممکن به آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس واقع در شهرستان نور منتقل گردید. بعد از عملیات مربوط به تخلیه شکمی و سر زنی، دو فیله از هر ماهی تهیه شد که مجموع این عملیات با دست صورت گرفت، ماهیان در طول مراحل آماده‌سازی در یخ نگهداری شدند.

اسانس خوراکی دارچین از شرکت زردبند تهران و پودر ژلاتین تجاری (ژلاتین پوست ماهیان آبهای سرد) از شرکت سیگما آلمان خریداری شد و جهت تهیه محلول ژلاتین ۴ درصد، ۴ گرم پودر ژلاتین در دمای اتاق به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد تا ژلاتین کاملاً حل شود. سپس به میزان ۰/۳۰ گرم گلیسرول به ازای هر گرم ژلاتین، بعنوان پلاستی سایزر به محلول افزوده شد و برای اطمینان از حل شدن کامل ژلاتین و گلیسرول، محلول با حرارت ملایم ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه بهم زده شد (Go´mez-Guille´n *et al*., 2009).

سپس اسانس دارچین با غلظت ۱/۵ درصد به محلول اضافه شد و جهت پخش شدن یکنواخت محلول کاملاً بهم زده شد (Gupta *et al*., 2008). با توجه به نامحلول بودن اسانس در آب و به منظور مخلوط شدن کامل با محلول ژلاتینی و بدست آوردن مخلوطی همگن، اسانس ابتدا با Tween 80 (شرکت آلدریچ، آلمان) بعنوان امولسیفایر ترکیب شد و در ادامه فیله‌های ماهی به مدت ۱ دقیقه در محلول ژلاتین غوطه‌ور شد، پس از تمام شدن آب چک و جهت خشک کردن، فیله‌ها در دمای اتاق و زیر هود روی صفحات مشبک استریل و تحت جریان ملایم هوا قرار داده شدند. پس از خشک شدن پوشش (۵ دقیقه)، نمونه‌ها در دمای یخچال (۱±۴ درجه سانتیگراد) و در ۳ تیمار شامل شاهد، تیمار دارای پوشش ژلاتینی بدون اسانس، تیمار دارای پوشش حاوی اسانس دارچین ۱/۵ درصد ذخیره شدند. در روزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ دوره نگهداری، ۳ فیله از هر تیمار بطور تصادفی انتخاب شد و به منظور تعیین پارامترهای کیفی (میکروبی، شیمیایی و حسی) مورد آزمایش قرار گرفت. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه‌های واقع در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس نور انجام شد.

میزان رطوبت در دمای ۱۰۳ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت و خاکستر نیز در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت تعیین شد. میزان چربی نیز منطبق بر روش Bligh و Dyer (۱۹۵۹) و میزان پروتئین کل نیز با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری شد (AOAC, 2002).

برای آزمایش‌های میکروبی، ۱۰ گرم از گوشت فیله در ۹۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۸۵ درصد NaCl مخلوط و هموژن شده و متعاقب آن رقت‌های مورد نیاز تهیه شد. برای کشت باکتری‌ها به روش پور پلت ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در محیط Plate Count Agar (PCA) قرار گرفت. نمونه‌های کشت داده شده، برای شناسایی بار کل باکتریایی به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد و برای شناسایی باکتری‌های سرما دوست به مدت ۱۰ روز در انکوباتور ۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و پس از طی مدت انکوباسیون، کلونی‌ها شمارش شدند.

بقیه فیله چرخ شد و برای آنالیز شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش تیوباربیتوریک اسید مطابق روش پیشنهاد شده توسط Egan و همکاران (۱۹۹۷) و تعیین مجموع بازهای نیتروژنی فرار منطبق بر روش پیشنهادی AOAC (۲۰۰۲) انجام گرفت.

ارزیابی حسی فیله‌ها توسط ۶ فرد نیمه آموزش دیده در محدوده سنی ۲۳ تا ۲۶ سال (۴ زن و ۲ مرد)، به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای و در ۴ بخش بافت، رنگ، بو و پذیرش کلی انجام شد. در این ارزیابی امتیاز یک برای دوست نداشتن زیاد و امتیاز ۵ برای علاقمندی زیاد می‌باشد. امتیاز ۴ برای فیله‌ها در ارزیابی حسی فیله‌ها بعنوان حد مقبولیت برای مصارف انسانی در نظر گرفته شد (Ojagh *et al*., 2010a).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۵ انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون Lavan استفاده شد. از روش تجزیه واریانس دو طرفه، جهت بررسی تاثیر همزمان دو عامل زمان و پوشش بر شاخص میکروبی در تیمارهای مورد نظر و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل برای هر شاخص در روزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثر تیمارها معنی‌دار شناخته شد، استفاده گردید. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین نتایج حاصل از ارزیابی حسی فیله‌ها از آزمون کروسکال والیس و من ویتنی استفاده شد.

نتایج

میانگین (± انحراف استاندارد) رطوبت و خاکستر (در صد گرم از عضله ماهی) در فیله‌های ماهی قزل‌آلا بترتیب ۱±۷۳، ۰/۳۰±۱/۵۸ گرم اندازه‌گیری شد. میانگین (± انحراف استاندارد) میزان چربی کل و پروتئین خام در صد گرم از عضله ماهی قزل‌آلا بترتیب ۱/۵±۵/۵ و ۰/۱۴±۱۹/۵ گرم بود.

میزان اولیه‌ی بار کل باکتریایی در فیله‌های شاهد ۲/۲ Log cfu/g و در فیله‌های پوشیده شده با ژلاتین و ژلاتین حاوی اسانس دارچین بترتیب ۱/۹، ۲/۲ Log cfu/g بود (جدول ۱). در طول دوره نگهداری میزان بار کل باکتریایی برای همه تیمارها بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$) ولی میزان این افزایش برای تیمار شاهد و ژلاتین بیشتر از دو تیمار دیگر بود. با مقایسه میانگین‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که بار کل باکتریایی در

تیمار دارای پوشش ژلاتین حاوی اسانس از رشد کندتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار است.

جدول ۲ تغییرات مقادیر باکتری‌های سرمادوست را در طول یک دوره ۲۰ روزه در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. میزان بار باکتری‌های سرمادوست برای همه تیمارها در طول دوره نگهداری با توجه به زمان بطور معنی‌داری افزایش یافت. میزان این افزایش در تیمار ژلاتین حاوی اسانس از روند کندتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود و نمونه‌های شاهد بیشترین افزایش را در طول دوره نگهداری از خود نشان دادند. مقادیر بار باکتری‌های سرمادوست در انتهای دوره نگهداری (روز ۲۰) در تیمار دارای پوشش ژلاتینی و شاهد تفاوت معنی‌داری با هم نداشت ولی از تیمار ژلاتین حاوی اسانس بصورت معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵).

جدول ۱: تغییرات مجموع بار باکتریایی کل در فیله‌های ماهی قزل‌آلا طی نگهداری در دمای یخچال (Log cfu/g)

تیمار	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
شاهد	۲/۲±۰/۱۷^{aE}	۳/۶±۰/۳۲^{bD}	٦/۲٦±۰/۱٤^{abC}	۷/٤٤±۰/٤۲^{aB}	۸/۸٤±۰/٦۰^{aA}
ژلاتین	۱/۹±۰/٤٥ ^{aD}	۳/٦±۰/۰٥^{abC}	٦/۳٥±۰/۳۲^{aB}	۷/۸۸±۰/۲۳^{aA}	۸/٤۲±۰/۳۷^{aA}
ژلاتین + دارچین	۲/۲±۰/۱۷^{aE}	۳/۰٤±۰/۲٤^{aD}	٤/۹٥±۰/٥۷^{aC}	٦/٤۳±۰/۱۹^{bB}	۸/٥٦±۰/۳۹^{aA}

*** میانگین ± اشتباه معیار (n=۳)**

حروف کوچک در هر ستون نشانگر وجود معنی داری یا عدم معنی داری بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ در هر ردیف نشانگر وجود معنی‌داری یا عدم معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۲: تغییرات مجموع باکتریهای سرمادوست در فیله‌های ماهی قزل‌آلا طی نگهداری در دمای یخچال (Log cfu/g)

تیمار	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
شاهد	۲/۳٦±۰/۰٦^{aE}	٥/۸۸±۰/۰٥^{aD}	۷/۲٦±۰/۲٤^{aC}	۸/۳۷±۰/۰۳^{aB}	۹/۲۷±۰/۲٥^{aA}
ژلاتین	۲/۲۷±۰/۰۳^{aE}	٥/۱۲±۰/۲۷^{bD}	۷/۳٥±۰/۲٤^{aC}	۸/۰٥±۰/۳۳^{aB}	۹/۷۲±۰/٤۱^{aA}
ژلاتین + دارچین	۲/۳۸±۰/۰۷^{aE}	٤/٦۹±۰/۱٤^{bD}	٦/۲۳±۰/۰۸^{bC}	۷/۷۸±۰/۳۱^{bA}	۸/۲٤±۰/۲۳^{bA}

*** میانگین ± اشتباه معیار (n=۳)**

حروف کوچک در هر ستون نشانگر وجود معنی داری یا عدم معنی داری بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ در هر ردیف نشانگر وجود معنی‌داری یا عدم معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

مقادیر تیوباربیتوریک اسید در تیمارهای مختلف و طی روزهای نگهداری در جدول ۳ مشاهده می‌شود. نتایج آنالیز واریانس در مورد مقادیر عدد تیوباربیتوریک اسید حاکی از آن بود که اثر پوشش و اثر زمان معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که با گذشت زمان در همه تیمارها میزان عدد تیوباربیتوریک اسید افزایش یافته است، به طوری‌که این افزایش در تیمار شاهد با شدت بیشتری همراه بود (P<۰/۰۵). البته از روز ۱۵ تا ۲۰ میزان عدد تیوباربیتوریک اسید در همه تیمارها روند کاهشی نشان داد.

مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمارهای مختلف و طی مدت نگهداری در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها می‌توان گفت با گذشت زمان در همه تیمارها مقدار مجموع بازهای نیتروژنی فرار افزایش یافته است بطوریکه تیمار شاهد در انتهای دوره دارای بیشترین میزان TVB-N بود

(۴±۷۴/۲۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت). مقایسه بین تیمارها نیز نشان‌دهنده این بود که از روز ۱۰ به بعد تیمار شاهد و نیز تیمار پوشیده شده با ژلاتین نسبت به سایر تیمارها میزان مجموع بازهای نیتروژنی بیشتری داشتند که این افزایش معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵).

ارزیابی حسی روی فیله‌های شاهد و تیمارهای دارای پوشش صورت گرفت که نتایج در جدول ۵ بیان شده است. با افزایش طول دوره نگهداری به شدت از کیفیت نمونه‌های شاهد کاسته شد و با توجه به اینکه امتیاز ۴ بعنوان امتیاز قابل قبول برای مصارف انسان می‌باشد (Ojagh *et al.*, 2010a)، فیله‌های شاهد و دارای پوشش ژلاتینی از روز ۱۰ غیرقابل مصرف می‌باشند ولی فیله‌های دارای پوشش حاوی اسانس این میزان حداقل تا روز ۱۵ از نظر حسی هم قابل قبول می‌باشد.

جدول ۳: تغییرات عدد تیوباربیتوریک اسید فیله ماهی قزل‌آلا طی نگهداری در یخچال (میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت)

تیمار	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
شاهد	۰/۰۰۶±۰/۰۰۴^{aC}	۰/۰۷ ±۰/۰۲^{aB}	۰/۱۸ ±۰/۰۴^{aA}	۰/۲۰ ±۰/۰۲^{aA}	۰/۰۹±۰/۰۲^{abB}
ژلاتین	۰/۰۰۶±۰/۰۰۵^{aE}	۰/۰۷ ±۰/۰۱^{aC}	۰/۱۲ ±۰/۰۰^{bB}	۰/۱۵ ±۰/۰۰^{bA}	۰/۰۷±۰/۰۱^{abC}
ژلاتین + دارچین	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱^{aD}	۰/۰۵ ±۰/۰۲^{aC}	۰/۰۷ ±۰/۰۰^{bB}	۰/۱۰ ±۰/۰۱^{cA}	۰/۰۶±۰/۰۰^{abBC}

*** میانگین ± اشتباه معیار (n=۳)**

حروف کوچک در هر ستون نشانگر وجود معنی داری یا عدم معنی داری بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ در هر ردیف نشانگر وجود معنی‌داری یا عدم معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ٤: تغییرات بازهای نیتروژنی فرار در فیله‌های ماهی قزل‌آلا طی نگهداری در دمای یخچال (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت)

تیمار	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
شاهد	۱۰/۷۳±۲/۱^{aD}	۱۲/۶۰±۱/٤^{aD}	۲۸ ±۱/٤^{aC}	۵۳/۲۶±۲/۳^{aB}	۷٤/۲۱ ±٤^{aA}
ژلاتین	۱۰/۲٦±۰/۸۰^{aD}	۱۰/۹٦±۰/٤۰^{abD}	۳۰/۸۰±٤/۸٤^{aC}	۵۷/۸٦±۵/٦۵^{aB}	٦۷±٤/۳۵^{bA}
ژلاتین + دارچین	۸/٤±۱/٤^{aC}	۹/۸۰±۰/۷^{bC}	۱۳/۵۳±۰/۸۰^{cC}	۲۲/۸٦ ±۵/٦^{cB}	۵۱/۳۳±٤/۹^{cA}

*** میانگین ± اشتباه معیار (n=۳)**

حروف کوچک در هر ستون نشانگر وجود معنی داری یا عدم معنی داری بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ در هر ردیف نشانگر وجود معنی‌داری یا عدم معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۵: امتیازات حسی فیله‌های ماهی قزل‌آلا طی نگهداری در دمای یخچال

ویژگی‌های حسی	تیمار	دوره نگهداری				
		۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
بافت	شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/۸۳±۰/۲۵^{aA}	۳/۳۳±۰/٤۰^{bB}	۱/۰۸±۰/۲۰^{bC}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bC}
	ژلاتین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	۳/٤۱±۰/۳۷^{bB}	۱/۱٦±۰/۲۵^{bC}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bC}
	ژلاتین + دارچین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/٦٦±۰/٤۰^{aA}	٤/٦٦±۰/٤۰^{aA}	۳/۰۰±۰/۳۱^{aB}
رنگ	شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/۱۷±۰/۲٦^{bB}	۳/۰۰±۰/۳۰^{bC}	۱/۹۱±۰/٤۹^{cD}	۱/۲۵±۰/۲۷^{cE}
	ژلاتین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/٤۱±۰/۳۷^{abB}	۳/۰۸±۰/۳۷^{bC}	۱/۸۳±۰/۵۱^{cD}	۱/۱٦±۰/۲۵^{cE}
	ژلاتین + دارچین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/۷۵±۰/۲۷^{aA}	٤/۳۳±۰/۲۵^{aAB}	٤/۲۵±۰/۲۷^{aB}	۳/۰۰±۰/٤۹^{abC}
بو	شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/۷۵±۰/۲۷^{aA}	۱/۵۰±۰/۵٤^{bB}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bB}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bB}
	ژلاتین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/٦٦±۰/٤۰^{aA}	۱/٤۱±۰/٤۹^{bB}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bB}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bB}
	ژلاتین + دارچین	٤/۹۱±۰/۲۰^{aA}	٤/۸۳±۰/۲۵^{aA}	٤/۵۸±۰/۳۷^{aA}	٤/۳۳±۰/۲۵^{aB}	۳/۱٦±۰/۲۵^{aB}
پذیرش کلی	شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/۷۵±۰/۲۷^{aA}	۳/۰۰±۰/۳۱^{bB}	۱/٤۱±۰/٤۹^{cC}	۱/۰۰±۰/۰۰^{bC}
	ژلاتین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/٦٦±۰/۲۵^{aA}	۳/۰۸±۰/۳۷^{bB}	۱/٤۱±۰/٤۹^{cC}	۱/۰۰±۰/۰۰^{aC}
	ژلاتین + دارچین	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	٤/۸۳±۰/۲۵^{aA}	٤/۷۵±۰/۲۷^{aA}	٤/٤۱±۰/۲۰^{aB}	۳/۰۸±۰/۲۰^{aC}

*** میانگین ± اشتباه معیار (n=۳)**

حروف کوچک در هر ستون نشانگر وجود معنی داری یا عدم معنی داری بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ در هر ردیف نشانگر وجود معنی‌داری یا عدم معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

بحث

نتایج آنالیز تقریبی در این تحقیق با نتایج گزارش شده در سایر مطالعات (Gokoglu و همکاران، ۲۰۰۴) تفاوتهایی داشت از جمله در میزان چربی کل، که عمدتاً ناشی از تفاوت در نوع تغذیه، فصل صید، جنس، اندازه ماهی و شرایط محیطی زندگی ماهی می‌باشد (Go´mez-Guille´n *et al.*, 2005). این تفاوت‌ها ممکن است روی رشد میکروبی (Go´mez-Guille´n *et al.*, 2005) و همچنین خواص حسی محصول نظیر طعم، بو و بافت و در نتیجه روی پذیرش آن توسط مشتری تاثیر بگذارد (Go´mez-Guille´n *et al.*, 2004; Ibrahim Sallam *et al.*, 2007).

میزان اولیه بار باکتریایی کل برای فیله‌ها بین ۲/۲-۱/۹۰ log CFU/g بود که نشان‌دهنده‌ی کیفیت مناسب و شرایط مطلوب تهیه فیله‌ها می‌باشد (Chytiri *et al.*, 2004). میزان اولیه بار باکتریایی به عوامل متعددی نظیر دستکاری حین تهیه فیله، آلودگی وسایل بکار رفته، بهداشت افراد درگیر در کار بستگی دارد. کمیته بین‌المللی تعیین ویژگی‌های میکروبیولوژی مواد غذایی International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) ۷ log CFU/g را حد مجاز برای میزان بار باکتریایی کل در ماهی خام تعیین کرده است. میزان بار باکتریایی کل در روز ۱۰ برای همه نمونه‌ها در محدوده مجاز می‌باشد. این میزان برای نمونه‌های شاهد و دارای پوشش ژلاتین در روز ۱۵ به ۷/۴۴ و ۷/۸۸ می‌رسد که فراتر از حد مجاز می‌باشد ولی برای تیمار دارای پوشش حاوی اسانس در همین روز کمتر از حد مجاز می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی تاثیر ضد

میکروبی پوشش ژلاتینی حاوی اسانس دارچین می‌باشد. فساد میکروبی ماهی و محصولات آن که در یخچال نگهداری می‌شوند عمدتاً توسط باکتریهای سرمادوست گرم منفی هوازی نظیر سودوموناس‌ها، آلتروموناس، شیوانلا و فلاویوباکتریوم‌ها ایجاد می‌شود (Hubbs, 1991). مقادیر اولیه آن برای فیله‌ها نشان دهنده‌ی کیفیت مناسب فیله‌ها بود (جدول ۲). در روز پایانی (روز ۲۰) نیز اگرچه همه نمونه‌ها از حد مجاز آلودگی گذشته بودند ولی تیمار دارای پوشش حاوی اسانس میزان بار باکتریایی کمتری نسبت به شاهد و تیمار ژلاتین داشت (P<۰/۰۵). عمده نقش باکتریها در فساد ماهی آمین‌زدایی اسیدهای آمینه آزاد و تولید ترکیبات نیتروژنی فرار می‌باشد، که علاوه بر کاستن از ارزش غذایی ماهی، بو و طعم نامطبوعی به آن می‌دهد. طبق مطالعات صورت گرفته ژلاتین به تنهایی فاقد خواص ضد میکروبی می‌باشد (OU *et al*., 2002; Go´mez-Estaca *et al*., 2009). هر چند Jeon و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند که پوشش می‌تواند بعنوان محافظی در برابر هوا عمل کرده و بدین طریق از فعالیت باکتری‌های هوازی بکاهد. با اضافه نمودن اسانس دارچین به پوشش ژلاتینی می‌توان خاصیت ضد میکروبی را در پوشش ایجاد کرد (Lu *et al*., 2010; Ojagh *et al*., 2010a). خاصیت ضد میکروبی دارچین بیشتر در ارتباط با حضور مقادیر زیادی از ترانس سینامالدهید (Wendakoon & Sakaguchi, 1995; Shan *et al*., 2007) و همچنین مقادیر کمتری از بنزوویک اسید، بنزآلدهید و سینومیک اسید و اوگنول (Ranasinghe *et al*., 2002) و استات سینامیل می‌باشد که خاصیت قارچ‌کشی به اسانس دارچین می‌دهند و خاصیت ضد میکروبی آن را تقویت می‌کنند (Cowan, 1999).

در مطالعه OU و همکاران (۲۰۰۲) که از فیلم خوراکی مبتنی بر ژلاتین همراه با بنزوویک اسید برای ایجاد پوشش در فیله‌های ماهی تیلاپیا استفاده نمودند مشاهده شد که رشد میکروارگانیزم‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافته است. همچنین Go´mez-Estaca و همکاران (۲۰۰۹) فیلمی متشکل از ژلاتین تجاری پوست گربه ماهی و کیتوزان و اسانس میخک را برای فیله‌ی ماهی سالمون بکار بردند و مشاهده کردند در دمای ۲ درجه‌ی سانتیگراد بعد از ۱۱ روز نگهداری، شمار کل باکتریها به اندازه‌ی ۲ سیکل لگاریتمی کاهش یافته است. در تحقیق حاضر میزان بازدارندگی تیمار دارای پوشش حاوی اسانس بیشتر از ۲ تیمار دیگر است. در این ارتباط Ouattara و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که فعالیت ضد میکروبی دارچین در ارتباط با فعالیت سینامالدهید برای جلوگیری از دکربوکسیلاز آمینواسیدها در سلول هدف می باشد و Wendakoon و Sakaguchi (۱۹۹۵) نیز فعالیت ضد میکروبی دارچین را در ارتباط با حضور سینامالدهید دانستند که با الکترونگاتیوی بالا در سیستم‌های بیولوژیکی میکروارگانیزم‌ها (انتقال الکترون) دخالت کرده و با ترکیبات نیتروژن‌داری نظیر پروتئین و نوکلئیک اسید واکنش می‌دهد و بدین طریق مانع از رشد میکروارگانیزم‌ها می‌شود. همچنین Ojagh و همکاران (2010b) بیان کردند که با استفاده از اسانس دارچین می‌توان بر مشکل جذب آب توسط پوشش ژلاتینی غلبه کرده و علاوه بر القای خاصیت ضد میکروبی در پوشش به افزایش دوام پذیری و استحکام پوشش نیز کمک کرد که بدنبال آن کاهش تماس اکسیژن با سطح و کاهش بار باکتری های هوازی اتفاق می‌افتد.

تیوباربیتوریک اسید (TBA) از شاخص‌های اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی‌ها براساس محتوی مالون دی آلدهید (MDA) می‌باشد. مالون دی آلدهید بواسطه اکسید شدن هیدروپرکسیدها به موادی مانند آلدئید و کتون، تشکیل می‌شود (Fernandez *et al*., 1997; Kostaki *et al*., 2009). این نکته بسیار مهم است که مقدار TBA ممکن است نشان‌دهنده‌ی درجه واقعی اکسید شدن چربی‌ها نباشد چرا که مالونوآلدئیدها می‌توانند با سایر ترکیبات بدن ماهی واکنش دهند (Auburg, 1993). افزایش مقدار TBA طی نگهداری در یخ همچنین ممکن است ناشی از دهیدروژن شدن جزئی بافت ماهی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع باشد.

با توجه به نتایج جدول ۳ با گذشت زمان تا روز ۱۵ مقادیر TBA افزایش یافت ولی در روز ۲۰ کاهش محسوسی در میزان آن رخ داد که شدت تغییرات در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). تیمار ژلاتین غنی شده با اسانس در مجموع وضعیت بهتری نسبت به دو تیمار دیگر داشت. دو تیمار دیگر از نظر میزان با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند، این امر بیانگر این مطلب است که تاثیر این دو تیمار در مقدار تیوباربیتوریک اسید تقریباً یکسان است. از لحاظ رسیدن مقادیر

این شاخص به محدوده مجاز که ۲ میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی گزارش شده است (Connell, 1990). هیچ تیماری از این محدوده طی دوره فراتر نرفته و به این میزان نرسیدند.

پوشش ژلاتینی بواسطه تشکیل باندهای هیدروژنی، لایه محافظی را در برابر اکسیژن ایجاد می‌کند و بدین صورت می تواند موجب کاهش میزان اکسیداسیون فیله‌ها شود (Antoniewski *et al*., 2007). همچنین Chen و Decker (۱۹۹۴) بیان کردند که پپتیدهای حاوی آمینو اسیدهای بازی می‌توانند پذیرنده‌ی الکترون از رادیکال‌های آزاد در هنگام اکسیداسیون اسیدهای چرب باشند. در تیمارهای دارای پوششی که حاوی اسانس می‌باشند کمتر بودن TBA را می‌توان به اثر ضد اکسیداسیونی اسانس و همچنین اثر هم افزایی (Synergistic) پوشش و اسانس نسبت داد.

کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) بعنوان یکی از شاخص‌های تشخیص تازگی ماهی (Rezaei *et al*., 2008) دامنه وسیعی از ترکیبات فرار نظیر آمونیاک، متیل‌آمین، دی متیل‌آمین، تری‌متیل‌آمین و دیگر ترکیبات مشابه را شامل می شود که در اثر فعالیت‌های میکروبی تولید می‌شوند (Rodriguez *et al*., 2008). همچنین Gimenez و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که میزان ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم TVB-N بالاترین سطح مورد قبول برای TVB-N است.

نتایج تحقیق حاضر جدول ۴ نشان داد که مقادیر TVB-N همراه با افزایش مدت زمان نگهداری از روز ۱۰ در اغلب تیمارها افزایش یافته، ولی این افزایش در تیمار دارای پوشش حاوی اسانس نسبت به بقیه تیمارها سرعت کمتری داشت و از روز ۱۵ به بعد میزان TVN-B در این تیمار بصورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). تیمار ژلاتین در طول دوره تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت ولی تیمارهای دارای پوشش ژلاتینی حاوی اسانس دارچین از روز ۱۰ به بعد بصورت معنی‌داری بهتر از تیمار شاهد بودند و در روز ۱۵ از لحاظ میزان این شاخص در محدوده مجاز قرار داشت، در حالیکه دیگر تیمارها از حد مجاز فراتر رفتند. افزایش میزان TVB-N در طول دوره نگهداری را با فعالیتهای باکتری‌های مولد فساد می‌توان مرتبط دانست. میزان بالای فعالیت باکتری‌ها ترکیباتی نظیر تری متیل آمین اکساید و پپتیدها و آمینو اسیدها را به بازهای فرار می‌شکند (L´opez-Caballero *et al*., 2004). هرچند OU و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که پوشش ژلاتینی تاثیری در میزان مجموع بازهای نیتروژنی فرار در ماهی تیلاپیا ندارد. ولی هر اقدامی در جهت کاهش بار باکتریایی و نیز فعالیت آنزیمی که کاهش ظرفیت و توانایی باکتری‌ها در اکسیداسیون و آمین‌زدایی ترکیبات ازته غیر پروتئینی را در پی داشته باشد، می‌تواند باعث کاهش میزان TVB-N شود بطوریکه Go´mez-Estaca و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که فیلم ژلاتینی همراه با عصاره رزماری بطور معنی‌داری میزان بازهای فرار را در انتهای دوره کاهش می‌دهد. Lo´pez-Caballero و همکاران (۲۰۰۴) نیز مشاهده کردند که فیلم حاوی ۳۰ درصد کیتوزان و ۷۰ درصد ژلاتین میزان TVB-N را بطور معنی‌داری در کیک‌های حاوی گوشت ماهی کاد در دمای یخچال کاهش می‌دهد. همانطور که عنوان شد میزان TVB-N در انتهای دوره برای فیله‌های دارای پوشش تفاوت معنی‌داری (P>۰/۰۵) با فیله‌های بدون پوشش ندارد که دلیل این امر را می‌توان برابر بودن بار باکتریایی نمونه‌های پوشیده شده با ژلاتین و همچنین برابر بودن ظرفیت باکتریایی برای آمین زدایی اکسیداتیو و تولید ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی در فیله‌ها عنوان کرد (L´opez-Caballero *et al*., 2004). از آنجایی که TBV-N تولید شده احتمالاً به علت تجزیه باکتریایی در عضله ماهیان می‌باشد، مقادیر بالای بار باکتریایی (شمار کل باکتری‌ها) نمونه‌های تیمار شاهد نسبت به بقیه تیمارها طی مدت نگهداری در تحقیق حاضر می‌تواند توضیح مناسبی برای مقادیر بالای TVB-N در تیمار شاهد (فاقد پوشش) باشد.

امتیاز ۴ حد قابل قبول برای فیله‌ها جهت مصارف انسانی محسوب می‌شود (Fan *et al*., 2008 ;Ojagh *et al*., 2010a). بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی فیله‌های شاهد و دارای پوشش ژلاتینی در روز ۱۰ به امتیاز غیرقبول برای مصارف انسانی رسیدند که دلیل آن اکسیداسیون چربی‌ها و نیز رشد میکروب‌ها در فیله‌ها بود که منجر به ایجاد فساد و بوی نامطبوع و تغییر رنگ در آنها شد. برای تیمار دارای پوشش حاوی اسانس این میزان در روز ۲۰ به امتیاز زیر ۴ می‌رسد که دلیل این امر محتملاً به حضور پوشش ژلاتینی حاوی اسانس دارچین بر می‌گردد که با ایجاد خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی و

نیز ایجاد لایه محافظ در برابر اکسیژن منجر به افزایش دوره نگهداری و حفظ کیفیت فیله ها شد (Ojagh *et al*., 2010a).

با استفاده از پوشش ژلاتین حاوی اسانس دارچین می‌توان از رشد باکتری‌ها در فیله‌های تازه ماهی جلوگیری کرده و ویژگی‌های حسی آن شامل بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی را نیز تا حدود زیادی حفظ کرد. هر چند نمونه‌های دارای پوشش در پایان دوره نگهداری (روز ۲۰) فاقد شرایط لازم برای مصرف بود ولی شرایطی به مراتب بهتر از شاهد داشتند. بنابراین پوشش ژلاتینی همراه با اسانس دارچین می‌تواند پوشش فعالی را ایجاد کند که بعنوان یک محافظ برای محصولات غذایی تازه بکار می‌رود.

تشکر و قدرانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از زحمات آقای مهندس کمالی کارشناس محترم آزمایشگاه شیلات دانشکده منابع طبیعی، از خانم‌ها مهندس سمانه پزشک و مینا اسمعیلی و همچنین آقایان مهندس جابر اعظمی، مرتضی یوسفی و عباس خلیلی به جهت همکاری صمیمانه در این تحقیق نهایت تشکر و قدردانی را بعمل آورند.

منابع

Antoniewski M.N., Barringer S.A., Knipe C.L., Zerby H.N., 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf life of fresh meat. Journal of Food Science, 72:382-387.

AOAC, 2002. Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Bligh E.G. and Dyer W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and Purification. Canadian Journal of Biochemistry Physiology, 37:911–917.

Chytiri S., Chouliara I., Savvaidis I.N. and Kontominas M.G., 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. Food Microbiology, 21:157–165.

Cowan M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. Journal of Clinical Microbiology, review. 12:564- 582.

Fan W., Chi Y. and Zhang S., 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice. Food Chemistry, 108:148–153.

Gennadios R., Hanna M.A. and Kurth L.B., 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie, 30:337–350.

Go´mez-Estaca J., Lo´pez de Lacey A., Go´mez-Guille´n M.C., Lo´pez-Caballero M.E. and Montero P., 2009. Antimicrobial activity of composite edible films based on fish gelatin and chitosan incorporated with clove essential oil. Journal of Aquatic Food Product Technology, 18:46-52.

Go´mez-Estaca J., Montero P., Ferna´ndez-Martı´n F., Alema´n A. and Go´mez-Guille´n M.C., 2009. Physical and chemical properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films with added aqueous oregano and rosemary extracts. Food hydrocolloids, 23:1334-1341.

Go´mez-Guille´n M.C., Pe´rez-Mateos M., Go´mez-Estaca J., Lo´pez-Caballero E., Gime´nez B. and Montero P., 2009. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. Food Science & Technology, pp.3-16.

Gokoglu N., Yerlikaya P. and Cengiz E., 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry, 84:19–22.

Gonza´lez-Fandos E., Garcı´a-Linares M.C., Villarino-Rodrı´guez A., Garcı´a-Arias M.T. and Garcı´a-Ferna´ndez M.C., 2004. Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. Food Microbiology, 2:193–201.

Gonza´lez-Fandos E., Villarino-Rodrı´guez A., Garcı´a-Linares M.C., Garcı´a-Arias M.T. and Garcı´a-Ferna´ndez M.C., 2005. Micro-biological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. Journal Food Control, 16:77–85.

Gupta C., Garg A.P., Uniyal R.C. and Kumari A., 2008. Comparative analysis of the anti-microbial activity of cinnamon oil and cinnamon extract on some food-borne microbes African Journal of Microbiology Research, 2:247-251.

Hosseini M.H., Razavi S.H. and Mousavi M.A., 2009. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils, Journal of Food Processing and Preservation, 33:727–743.

Hubbs J., 1991. Fish: microbiological spoilage and safety. Food Science and Technology, 5:166–173.

Ibrahim Sallam K., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Journal Food Control, 18 :566–575.

ICMSF, 1986. Microorganisms infoods.2.Sampling for microbiological analysis. 2nd edition. University of Toronto Press, Toronto.

Jeon Y.I., Kamil J.Y.V.A. and Shahidi F., 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20:5167–5178.

Keil H.L., Hills C., Hagen R.F. and Flaws R.W., 1960. Coating composition, method of applying same to a food, and coated food product. U.S. Patent. 2,953, 462.

Lis-Balchin M. and Deans S.G., 1997. Bioactivity of selected plant essential oils against Listeria monocytogenes. Journal of Applied Microbio-logy, 82:759-762.

Lu F., Ding Y., Ye X. and Liu D., 2010. Cinnamon and nisin in alginate–calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. Journal of Food Science & Technology, 43:1331-1335.

Mendis E., Rajapakse N. and Kim S., 2005. Antioxidant properties of a radical-scavenging peptide purified from enzymatically prepared fish skin gelatin hydrolysate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:581–587.

Ojagh S.M., Rezaei M., Razavi S.H. and Hosseini S.M.H., 2010a. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120:193-198.

Ojagh S.M., Rezaei M., Razavi S.H. and Hosseini S.M.H., 2010b. Development and evaluation

of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. Food Chemistry, pp.161–166.

Ou C.Y., Tsay S.F., Lai C.H. and Weng Y.M., 2001. Using gelatin-based antimicrobial edible coating to prolong shelf-life of tilapia fillets. Journal of Food Quality, 25:213–22.

Ouattara B., Simard R.E., Holley R.A., Piette G.J.P. and Be´gin A. 1997. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. International Journal of Food Microbiology, 37:155–162.

Ranasinghe L., Jayawardena B. and Abeywickrama K., 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merret L.M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. Letters in Applied Microbiology, 35:208-211.

Shan B., Cai Y., Brooks J.D. and Corke H., 2007. Antibacterial properties and major bioactive components of cinnamon stick (*Cinnamomum burmannii*): Activity against food borne pathogenic bacteria. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55:5484–5490.

Wendakoon C.N. and Sakaguchi M., 1995. Inhibition of amino acid decarboxylase activity of Enterobacter aerogenes by active components of spices. Journal of Food Protection, 58:280-283.

Zivanovic S., Chi S. and Draughon A.F., 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. Journal of Food Science, 70:45–51.

Application of gelatin coating incorporated with cinnamon essential oil on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet in refrigerated storage

Taghizadeh Andevari GH. and Rezaei M.*

rezai_ma@modares.ac.ir

Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, P.O.Box: 356 Noor, Iran

Received: March 2011 Accepted: March 2012

Keywords: Food Processing, Cinnamon essential oil, Bacteria, Fish meat, Rainbow trout, Shelf life

Abstract

In this study, the effect of gelatin coating enriched with cinnamon oil for fresh fillet of rainbow trout on microbial were studied, chemical and sensory characteristics during storage at refrigerator condition. Fish fillet were treated in gelatin solution (4 percent) containing cinnamon oil and were stored in refrigerator. Total viable count was acceptable (7 log CFU/g) for coated fillets with gelatin coating containing cinnamon essential oil on day 15, but the control fillets also those that were covered with gelatin receipt to 7.88 and 7.44, respectively. In the tenth day. Psychrotrophic count values for the control and gelatin coated fillets significantly were increased more than other treatment. Total volatile bases nitrogen and Thiobarbituric acid values in gelatin with cinnamon coated fillet were less than other treatment. In general, results suggest successful inhibition microbial growth in refrigerated rainbow trout fillet is possible with gelatin incorporated cinnamon coating, as together they kept the sensory characteristics within acceptable limits throughout storage. Gelatin coating together with cinnamon oil provides a type of active coating that can be utilized as a safe preservative for fish under refrigerated storage.

*Corresponding author