



تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان-ژلاتین بر خصوصیات کیفی و زمان ماندگاری فیش فینگر کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی نگهداری در یخچال

صونا کلتی^۱، ابراهیم علیزاده دوغیکلایی^{۲*}، مصطفی یوسف‌الهی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۳- استادیار گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

پذیرش: ۹۳/۲/۱

دریافت: ۹۲/۱۱/۲۵

* نویسنده مسئول مقاله: ebi_alizadeh2003@yahoo.com

چکیده:

تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین بر کیفیت فیش فینگر کپور نقره‌ای هنگام نگهداری بررسی شد. فیش فینگرها به طور جداگانه در محلول‌های پوششی کیتوزان ۱٪ و کیتوزان ۱٪-ژلاتین ۴٪ غوطه‌ور و بسته‌بندی شدند. سپس جهت آزمایش‌های شیمیایی (PV, TVB-N, TBA) و میکروبی (TVC و PTC) به مدت ۳۰ روز در یخچال ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) نگهداری شدند. کمترین میزان بازهای نیتروژنی فرار در نمونه پوشش داده شده با کیتوزان مشاهده شد در صورتی که میزان تیوباریتوریک اسید تیمارهای پوشش داده شده تفاوت معنی‌داری نسبت به هم نداشتند ($p < 0.05$). در بین نمونه‌های پوشش داده شده، پوشش کیتوزان به طور موثری باعث کاهش بار باکتریایی کل (TVC) و سرما دوست (PTC) گردید که این میزان کاهش در روز ۱۲ به ترتیب برای TVC و PTC به اندازه ۳/۲ و $2/6 \log_{10} \text{cfu/g}$ نسبت به شاهد بود. بدین ترتیب می‌توان بیان نمود که فیش فینگرهای پوشش داده شده با محلول پوششی کیتوزان نسبت به پوشش کیتوزان-ژلاتین و نمونه‌های بدون پوشش موثرتر بود و ۱۸ روز بر ماندگاری فیش فینگرها افزود.

کلید واژگان: کیتوزان، ژلاتین، پوشش دهی، کپور نقره‌ای، فیش فینگر

مقدمه

اساساً به غلظت وابسته است (Lee et al., 2004). ممانعت خوب پوشش‌های ژلاتینی در برابر اکسیژن سبب می‌شود که به عنوان عوامل ضد اکسایش لیپید و به تعویق اندازنده رشد کپک‌ها مطرح باشند (Krochta and De Mulder- Johnston, 1997). ویژگی‌های مکانیکی و ممانعت کنندگی فیلم‌ها و پوشش‌های ژلاتین ماهی می‌تواند با تولید فیلم‌های ترکیبی (فیلم مرکب) از بیوپلیمرهای مختلف مثل پروتئین‌ها، لیپیدها و پلی ساکاریدها افزایش داده شود (Ziegler and Foegeding, 1990). Gómez-Estaca و همکاران (2011) گزارش کردند که با هدف بهبود عملکردهای فیزیکی-شیمیایی فیلم‌ها و پوشش‌های کیتوزان و ژلاتین ساده، ترکیب فیلم‌های کیتوزان-ژلاتین تهیه می‌گردد. تعامل بین کیتوزان و ژلاتین از طریق پیوندهای الکترواستاتیک و هیدروژنی است که باعث بوجود آمدن ویژگی‌های فیزیکی جدید می‌شود که نهایتاً منجر به کاربردهای جدید این ترکیبات می‌گردد (Sionkowska et al., 2004). هدف از این مطالعه، بررسی مقایسه‌ای تاثیر آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی پوشش خوراکی کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین بر خصوصیات کیفی و زمان ماندگاری فیش فینگر کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال بود.

مواد و روشها

تهیه ماهی و تیمارها:

۳۵ عدد ماهی فیتوفاگ با میانگین وزن 100 ± 1000 گرم، و میانگین طول 2 ± 30 سانتی متر از بین ماهی‌های هم اندازه و سالم از بازار ماهی‌فروشان استان سیستان و بلوچستان (شهرستان زابل) خریداری و بلافاصله توسط جعبه‌های یونولیت به همراه پودر یخ به آزمایشگاه فرآوری شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل منتقل گردیدند. بعد از

پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد خوراکی هستند که به وسیله غوطه‌وری، اسپری کردن یا برس زنی به طور مستقیم در سطح غذا به کار برده می‌شوند (McHugh and Senesi, 2000). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با کنترل انتقال رطوبت، اکسیژن، دی اکسیدکربن، لیپید، طعم و بو و افزودنی‌های غذایی منجر به حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری مواد غذایی می‌شوند (Krochta and De Mulder- Johnston, 1997). از بین بیوپلیمرها، کیتوزان و ژلاتین به دلیل تشکیل فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند (Abugoch et al., 2011). بیوپلیمر کیتوزان پلی ساکاریدی پلی کاتیونیک است که در اثر استیل زدایی از کیتین تهیه می‌شود (Tajik et al., 2008). کیتوزان دومین پلیمر فراوان طبیعت پس از سلولز است که به صورت یک زیست پلیمر خطی از واحدهای بتا-(۱و۴)-ان-استیل-دی-گلوکز آمین^۱ تشکیل شده است (Vásconez et al., 2009; Pereda et al., 2011). کیتوزان خالص غیر سمی، عاری از تاثیرات آنتی ژنی، سازگار و تجزیه‌پذیر می‌باشد (Vandevord et al., 2002). از نقطه نظر فنی شامل ویژگی‌های ضد میکروبی، تشکیل فیلم‌ها و پوشش‌های محافظ بافتی، خاصیت اتصال و پیوند با بیوپلیمرهای دیگر و فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد. کیتوزان به جهت خواص مکانیکی ضعیف از جمله نفوذپذیری نسبت به بخار آب معمولاً همراه با سایر زیست-پلیمرهای آب-دوست به کار برده می‌شود (López-Caballero et al., 2005). ژلاتین، کلاژن محلول در آب است و یک پلیمر خطی با توانایی بسیار خوب تشکیل فیلم می‌باشد (Feng et al., 2004). ماهیتی آب‌دوست دارد و مقاومت ژل آن

۱. β -(1,4)-N-acetyl-D-glucosamine

جهت خشک شدن و تشکیل پوشش در سطح، نمونه‌ها به مدت نیم ساعت در یخچال نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها در کیسه‌های زیپ‌دار پلی‌اتیلنی بسته بندی و به مدت ۳۰ روز در یخچال (۴°C) جهت انجام آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی در فواصل زمانی سه روز یک بار قرار گرفتند. این آزمایش‌ها در ۳ تیمار و هر یک با سه تکرار انجام شدند.

آزمایش‌های شیمیایی:

مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) و پراکسید (PV) به روش AOAC (2002) و تعیین مقادیر تیوباریتوریک اسید (TBA) به روش رنگ سنجی (Namulema et al., 1999) انجام گرفت.

آزمون‌های میکروبی:

۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی استریل ۰/۸۵٪ قرار داده شده به مدت ۶۰ ثانیه با هاون چینی هموژن شد. بعد از ساخت محیط کشت (Plate Count Agar)، با میکروسپلر ۰/۱ میلی لیتری از نمونه‌های تهیه شده، بر روی محیط کشت به طور سطحی پخش شد. پلیت‌های مربوط به باکتری‌های کل بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در ۳۷°C و پلیت‌های مربوط به باکتری‌های سرمادوست بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در ۷°C شمارش شدند. همه داده‌ها به صورت $\text{Log}_{10} \text{cfu/g}$ بیان شد (Arashisar et al., 2004).

تجزیه تحلیل آماری:

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها طبق آزمون کولموگراف-اسمیرنوف، برای بررسی تاثیر انواع روکش‌های غذایی بر کیفیت محصول و همینطور تاثیر

عملیات سرزنی و تخلیه شکمی جهت تولید سوریمی، گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ با نسبت چهار به یک آب به گوشت، چهار بار شسته شد (دو دفعه اول با آب خالص و دو دفعه بعدی با آب نمک ۰/۳ درصد). سوریمی به دست آمده جهت تولید فیش فینگر با افزودنی‌هایی چون نمک (یک و نیم درصد)، شکر (یک درصد)، آرد گندم (سه درصد)، آویشن (دو دهم درصد)، پودر زیره، پودر سیر، پودر پیاز و فلفل (بیست و چهار صدم درصد) مخلوط شد (Hasani et al., 2012). سپس خمیر بدست آمده در قالب‌های مستطیل شکل به اندازه‌های ۸×۲×۱ سانتی متر قرار گرفت و فیش فینگر با وزن متوسط ۲۰±۰/۱ گرم تولید گردید.

تهیه محلول‌های پوششی و آماده سازی نمونه‌ها:

محلول کیتوزان با حل کردن ۱٪ وزنی / حجمی کیتوزان (شرکت Sigma Aldrich, USA، وزن مولکولی متوسط، ویسکوزیته ۸۰۰-۲۰۰ cp) در اسید استیک ۱٪ حجمی / حجمی بدست آمد (Ojagh et al., 2010). ژلاتین پوست ماهیان سردآبی (شرکت Sigma Aldrich, USA)، به میزان ۴٪ وزنی / حجمی در آب مقطر حل شد. به منظور تورم و انحلال بهتر ابتدا به مدت ۴۰ دقیقه در دمای محیط نگهداری شدند. پس از آن، محلول در دمای ۵۰°C به مدت ۳۰ دقیقه به آرامی مخلوط شد (Badii and Farhat, 2008). به منظور نرم شدن و انعطاف پذیر شدن پوشش‌ها، ۷۵٪ (حجمی / حجمی) گلیسرول به عنوان نرم کننده به محلول اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط شد. برای پوشش دهی، نمونه‌ها در محلول کیتوزان ۱٪ و کیتوزان ۱٪-ژلاتین ۴٪ هرکدام جداگانه به مدت ۱۰ ثانیه غوطه‌ور شدند (Bartolomeu et al., 2010).

ژلاتین تا ۸/۲۰ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی در نمونه شاهد متغیر بود. نتایج جدول ۱ تفاوت معنی داری بین تیمارها به جزء در روز صفر را نشان می دهد. با افزایش زمان نگهداری میزان TVB-N افزایش معنی داری داشت. میزان TVB-N در نمونه های پوشش داده شده با کیتوزان بطور معنی داری کمتر بود ($p < 0.05$).

زمان نگهداری از تجزیه واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA) و برای بررسی تفاوت معنی دار بین تیمارها از آزمون LSD در سطح معنی دار پنج درصد استفاده شد.

نتایج

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

بازهای نیتروژنی فرار در روز صفر نگهداری از ۵/۸۰ در فیش فینگر پوشش داده شده با محلول پوششی کیتوزان-

جدول ۱ تغییرات میزان بازهای نیتروژنی فرار (میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی) فیش فینگرهای پوشش داده شده با کیتوزان

و کیتوزان-ژلاتین هنگام نگهداری در یخچال

تیمار	شاهد	کیتوزان	کیتوزان-ژلاتین	زمان (روز)
۸/۲۰±۰/۲۰Ag	۷/۲۰±۰/۲۶Bf	۵/۸۰±۰/۲۰Cf		۰
۱۲/۸۶±۰/۷۰Af	۷/۷۰±۰/۷۰Bef	۷/۷۰±۰/۲۱۰Bf		۳
۱۶/۱۰±۰/۱۰Af	۹/۸۰±۰/۴۰Cdef	۱۲/۰۶±۰/۴۱Be		۶
۱۶/۱۰±۰/۷۰Af	۱۰/۸۶±۰/۶۲Ced	۱۴/۰۰±۰/۰۰Bde		۹
۲۷/۸۰±۰/۹۱Ae	۱۱/۲۰±۰/۱۰Cd	۱۶/۹۰±۰/۱۳۰Bcd		۱۲
۳۱/۱۳±۰/۸۰Ade	۱۴/۷۰±۰/۷۰Cbc	۲۱/۰۰±۰/۴۰Bb		۱۵
۳۴/۳۳±۰/۵۱Acd	۱۵/۱۰±۰/۴۳Ccd	۲۱/۴۳±۰/۱۰۰Bbc		۱۸
۳۶/۹۳±۰/۲۱Ac	۱۶/۷۶±۰/۲۵Cb	۲۲/۹۰±۰/۵۶Bb		۲۱
۴۰/۵۶±۰/۵۵Ab	۲۱±۰Ca	۲۶/۸۶±۰/۶۱Ba		۲۴
۴۴/۱۰±۰/۳۷Aa	۲۱±۰Ca	۲۷/۶۳±۰/۷۲Ba		۲۷
۴۷/۳۰±۰/۱۵Aa	۲۰/۳۰±۰/۱Ca	۳۰/۰۶±۰/۲۲Ba		۳۰

داده های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می باشد. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها ($p < 0.05$) می باشد.

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در زمان های مختلف ($p < 0.05$) می باشد.

پراکسید (PV)

از آن کاهش یافت. سپس از روز ۱۸ به بعد بطور جزئی افزایش یافت. کمترین و بیشترین میزان PV به ترتیب مربوط به کیتوزان با مقدار ۰/۱۱ در روز ۱۵ و شاهد با مقدار ۳/۹۳ میلی اکسی و آلان O₂ بر کیلوگرم چربی ماهی در روز ۱۲ بود (جدول ۲).

میزان پراکسید در روز صفر از ۰/۲۳ در پوشش کیتوزان تا ۰/۳۲ میلی اکسی و آلان O₂ بر کیلوگرم چربی ماهی در شاهد متغیر بود. میزان PV تا روز ۱۲ روند افزایشی داشت و پس

جدول ۲ تغییرات میزان پراکسید (میلی اکی والان O₂ بر کیلوگرم چربی ماهی) فیش فینگرهای پوشش داده شده با کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین هنگام نگهداری در یخچال

کیتوزان-ژلاتین	کیتوزان	شاهد	تیمار زمان (روز)
۰/۲۹±۰/۱۹Afg	۰/۲۳±۰/۰۶Ae	۰/۳۲±۰/۱۶Ag	۰
۰/۳۰±۰/۱۰Ag	۰/۳۴±۰/۰۷Aed	۰/۴۶±۰/۱۲Afg	۳
۰/۴۰±۰/۰۰Bfg	۰/۴۶±۰/۱۲Bcd	۱/۷۱±۰/۲۷Ac	۶
۱/۵۰±۰/۲۶Bb	۰/۶۸±۰/۲۵Cbc	۲/۱۰±۰/۰۱Ab	۹
۲/۵۵±۰/۳۲Ba	۱/۱۰±۰/۰۹Ca	۳/۹۳±۰/۲۱Aa	۱۲
۰/۲۶±۰/۲۴ABfg	۰/۱۱±۰/۰۱Be	۰/۴۶±۰/۰۵Afg	۱۵
۰/۳۲±۰/۲۷Afg	۰/۳۵±۰/۱۵Ade	۰/۵۳±۰/۰۳Afg	۱۸
۰/۵۵±۰/۱۵Aef	۰/۸۰±۰/۱۰Aabc	۰/۷۳±۰/۱۵Aef	۲۱
۰/۷۶±۰/۱۱Ade	۰/۸۵±۰/۱۵Aab	۰/۹۲±۰/۰۵Aed	۲۴
۰/۹۰±۰/۰۹Aed	۰/۹۵±۰/۰۵Aab	۱/۱۲±۰/۰۴Ad	۲۷
۱/۱۰±۰/۰۸Ac	۱/۰۳±۰/۱۵Aa	۱/۲۱±۰/۰۳Ad	۳۰

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها ($p < 0.05$) می‌باشد. حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف ($p < 0.05$) می‌باشد.

افزایش، اما از روز ۲۴ کاهش معنی‌دار داشت ($P < 0.05$). کمترین مقدار TBA مربوط به کیتوزان-ژلاتین در روز صفر و کیتوزان در روز ۳۰ با مقدار ۰/۰۰۲ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی بود (جدول ۳).

تیوباریتوریک اسید (TBA)

کمترین و بیشترین میزان TBA در ابتدای دوره به ترتیب مربوط به تیمار کیتوزان-ژلاتین و تیمار شاهد با مقادیر ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۵ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی بود. با گذشت زمان نگهداری میزان آن

جدول ۳ تغییرات میزان تیوباریتوریک اسید (میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی) فیش فینگرهای پوشش داده شده با کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین هنگام نگهداری در یخچال

کیتوزان-ژلاتین	کیتوزان	شاهد	تیمار زمان (روز)
۰/۰۰۲±۰/۰۰۱Af	۰/۰۰۴±۰/۰۰۴Af	۰/۰۰۵±۰/۰۰۱Ae	۰
۰/۰۰۶±۰/۰۰۱Bef	۰/۰۰۸±۰/۰۰۱ABef	۰/۰۱۶±۰/۰۰۷Aed	۳
۰/۰۱۱±۰/۰۰۱Adef	۰/۰۱۴±۰/۰۱۲Ade	۰/۰۱۸±۰/۰۰۷Aed	۶
۰/۰۱۷±۰/۰۰۲Acd	۰/۰۱۶±۰/۰۰۳Ade	۰/۰۱۹±۰/۰۱۱Ad	۹
۰/۰۲۳±۰/۰۰۲Abc	۰/۰۱۹±۰/۰۰۶Acde	۰/۰۲۵±۰/۰۰۶Ad	۱۲
۰/۰۲۴±۰/۰۰۷Abc	۰/۰۲۵±۰/۰۰۵Abcd	۰/۰۳۳±۰/۰۰۹Ad	۱۵
۰/۰۲۹±۰/۰۰۷Bab	۰/۰۲۷±۰/۰۰۲Babc	۰/۰۴۵±۰/۰۰۱Abc	۱۸
۰/۰۳۷±۰/۰۰۱Ba	۰/۰۳۵±۰/۰۰۱Bab	۰/۰۷۲±۰/۰۰۲Aa	۲۱
۰/۰۰۷±۰/۰۰۱۰Cef	۰/۰۱۰±۰/۰۰۹Bef	۰/۰۵۱±۰/۰۰۱Ab	۲۴
۰/۰۱۳±۰/۰۰۶Bcde	۰/۰۳۷±۰/۰۰۲Aa	۰/۰۳۴±۰/۰۰۳Ac	۲۷
۰/۰۰۵±۰/۰۰۴ABef	۰/۰۰۲±۰/۰۰۱Bf	۰/۰۱۳±۰/۰۰۵Ade	۳۰

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها ($p < 0.05$) می‌باشد. حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف ($p < 0.05$) می‌باشد.

آزمون‌های میکروبی

سرما دوست به طور معنی داری افزایش یافت و در میزان TVC و PTC تمامی تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p < 0.05$). کمترین میزان TVC و PTC در روز ۳۰ مربوط به کیتوزان با مقادیر $7/01 \log_{10} \text{ cfu/g}$ و $7/43 \log_{10} \text{ cfu/g}$ بود (جدول ۴).

میزان اولیه بار باکتریایی کل از $2/66 \log_{10} \text{ cfu/g}$ در نمونه کیتوزان تا $3/14 \log_{10} \text{ cfu/g}$ برای نمونه شاهد و میزان بار باکتریایی اولیه برای باکتری‌های سرمادوست از $\log_{10} \text{ cfu/g}$ $2/69$ برای نمونه کیتوزان تا $3/32 \log_{10} \text{ cfu/g}$ برای شاهد متغیر بود. با افزایش زمان نگهداری بار باکتریایی کل و

جدول ۴ تغییرات میزان بار باکتریایی کل و سرما دوست ($\log_{10} \text{ cfu/g}$) فیش‌فینگرهای پوشش داده شده با کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین

هنگام نگهداری در یخچال

تیمار زمان (روز)	TVC		PTC	
	شاهد	کیتوزان	شاهد	کیتوزان
۰	3/14 ± 0/02 Aj	2/66 ± 0/05 Bk	3/32 ± 0/01 Ak	2/69 ± 0/02 Ck
۳	4/76 ± 0/03 Ai	3/01 ± 0/10 Cj	4/74 ± 0/02 Aj	3/52 ± 0/03 Cj
۶	5/31 ± 0/03 Ah	3/41 ± 0/03 Ci	5/35 ± 0/01 Ai	4/04 ± 0/03 Ci
۹	6/41 ± 0/06 Ag	3/81 ± 0/07 Ch	6/46 ± 0/02 Ah	4/39 ± 0/02 Ch
۱۲	7/26 ± 0/04 Af	4/06 ± 0/05 Cg	7/35 ± 0/02 Ag	4/75 ± 0/02 Cg
۱۵	7/31 ± 0/06 Af	4/62 ± 0/04 Cf	7/40 ± 0/02 Af	5/01 ± 0/01 Cf
۱۸	7/51 ± 0/04 Ae	5/41 ± 0/04 Ce	7/62 ± 0/01 Ae	5/78 ± 0/02 Ce
۲۱	7/80 ± 0/04 Ad	5/76 ± 0/04 Cd	7/91 ± 0/03 Ad	6/19 ± 0/02 Cd
۲۴	8/20 ± 0/02 Ac	6/16 ± 0/05 Cc	8/32 ± 0/02 Ac	6/69 ± 0/04 Cc
۲۷	8/62 ± 0/02 Ab	6/57 ± 0/01 Cb	8/73 ± 0/01 Ab	6/94 ± 0/01 Cb
۳۰	9/21 ± 0/02 Aa	7/01 ± 0/07 Ca	9/33 ± 0/01 Aa	7/43 ± 0/03 Ca

داده های جدول شامل میانگین \pm انحراف معیار می باشد. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها ($p < 0.05$) می باشد.

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در زمان های مختلف ($p < 0.05$) می باشد.

بحث

(Goulas and Kontominas, 2007) و Giménez همکاران (2002) گزارش کردند که میزان ۲۵ میلی گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم نمونه گوشت بالاترین سطح مورد قبول برای TVB-N است. در مطالعه حاضر، نمونه شاهد و پوشش داده شده با کیتوزان-ژلاتین در روز ۱۲ و ۲۴ به ترتیب به $27/80$ و $26/86$ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی رسیدند که بیشتر از حداکثر میزان قابل قبول بود، اما پوشش کیتوزان در پایان دوره با مقدار $20/30$ کمتر از حداکثر مقدار قابل قبول بود. نمونه های پوشش داده شده

میزان کل بازهای نیتروژنی فرار از شاخص های تشخیص تازگی ماهی می باشد (Rezaei and Hosseini, 2008). میزان TVB-N با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی داری داشت (جدول ۱). افزایش میزان TVB-N مربوط به فعالیت باکتریایی و آنزیم های درونی می باشد. نتیجه سوخت و ساز باکتریایی اسیدهای آمینه ماهی، تجمع آمونوم، مونو اتیل آمین، دی متیل آمین، تری متیل آمین و سایر مواد فرار دیگر است که منجر به بدطعمی می گردند

کیتوزان-ژلاتین نسبت به فیلم کیتوزان-ژلاتین به طور موثری باعث کاهش میزان PV فیله‌های قزل آلا طی ۱۶ روز نگهداری در یخچال گردید. همچنین، Ojagh و همکاران (2010) نشان دادند که در فیله‌های قزل آلا پوشش داده شده با کیتوزان نسبت به نمونه شاهد و پوشیده شده با کیتوزان+عصاره دارچین به نحو موثری تولید PV هنگام نگهداری در یخچال کاهش یافت. سطح ۵ میلی اکی والان O₂ بر کیلوگرم چربی ماهی حداکثر میزان قابل قبول PV برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است (Sikorski, 1990) که هیچ کدام از تیمارها تا انتهای دوره نگهداری به این میزان نرسیدند. میزان TBA با اندازه‌گیری محتوای مالون دی آلدئید (MDA)، به طور گسترده به عنوان شاخص اکسیداسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد (Srikar and Hiremath, 1972). با گذشت زمان نگهداری میزان TBA افزایش معنی‌دار داشت، اما این روند در انتهای دوره کاهش یافت ($p < 0/05$) که می‌تواند به دلیل شکست و تجزیه مالون آلدئید به سایر مواد (آلدئید و کتون) باشد (Woyewoda et al., 1986). بر طبق گزارشات Connell (1990) میزان ۱-۲ میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی به عنوان حداکثر مقدار TBA که ماهی طعم قابل قبول داشته باشد در نظر گرفته شده است. که در تحقیق حاضر بیشترین مقدار TBA نمونه‌ها که مربوط به نمونه شاهد در روز ۲۱ بود (۰/۰۷۲ میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی) از حد مورد نظر کمتر بود. López-Caballero و همکاران (2005) نشان دادند که پوشش کیتوزان-ژلاتین ماهی کاد هنگام نگهداری در دمای ۲ °C هیچ اثر آنتی اکسیدانی نداشت. در حالیکه نتایج این تحقیق نشان می‌دهد پوشش کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان TBA می‌شود ($p < 0/05$). Nowzari و همکاران (2013) نشان دادند که

با کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین باعث کاهش معنی‌دار میزان TVB-N شدند که می‌تواند مربوط به اثر محافظتی پوشش کیتوزان باشد که از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند و فساد را کاهش می‌دهد (López-Caballero et al., 2005). همسو با نتایج فوق López-Caballero و همکاران (2005) و Nowzari و همکاران (2013) اثر محافظتی پوشش کیتوزان-ژلاتین را در کم کردن میزان بازهای نیتروژنی فرار و متعاقباً فساد میکروبی گزارش نمودند. Jeon و همکاران (2002) نشان دادند که محلول‌های پوششی مختلف کیتوزان می‌تواند ۳۳-۵۰ درصد میزان TVB-N فیله ماهی کاد (*Gadus morhua*) را طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال کاهش دهد. شاخص پراکسید نشان دهنده میزان کل هیدروپراکسیدها و یکی از شاخص‌های مهم و اولیه اندازه‌گیری فساد چربی ماهیان می‌باشد (Shahidi and Zhong, 2005). با افزایش زمان نگهداری تا روز ۱۲ میزان PV روند افزایشی داشت و پس از آن کاهش یافت. دلیل احتمالی کاهش میزان پراکسید در طی زمان نگهداری، تجزیه آن به آلدئیدها با گذشت زمان و ترکیب شدن با پروتئین ماهیچه ماهی عنوان شده است (Jeon et al., 2002). پوشش دهی فیش‌فینگرها باعث کاهش معنی‌دار میزان PV گردید ($p < 0/05$). در فیش‌فینگرهای پوشش داده شده با کیتوزان به طور موثری تولید PV در هنگام نگهداری در یخچال کاهش یافت. علت این امر این است که در حالت پوشش دهی، سطح تماس بین نمونه و کیتوزان بیشتر است و اثر آنتی اکسیدانی خود را می‌تواند بهتر نشان دهد (مثلاً با اتصال به یون‌های فلزی) (Kamil et al., 2002). در این صورت پوشش کیتوزان به عنوان مانع بین نمونه و هوای اطراف عمل می‌کند و انتشار اکسیژن را در سطح محصول کاهش می‌دهد (Jeon et al., 2002). Nowzari و همکاران (2013) گزارش کردند که پوشش

تمامی تیمارهای دارای پوشش و فیلم کیتوزان-ژلاتین منجر به کاهش میزان TBA فیلدهای قزل آلا طی نگهداری در یخچال گردید. هر دو ویژگی آنتی اکسیدانی و ممانعت کنندگی در برابر اکسیژن در کیتوزان ممکن است در کنترل اکسیداسیون چربی فیش فینگر کپور نقره ای دخیل باشد. همچنین، کلاته کردن^۲ یونهای فلزی دلیل دیگری است که باعث می شود کیتوزان به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی برای ثبات محتوای لیپید مواد غذایی و افزایش ماندگاری آنها مدنظر باشد (Feng et al., 2004). فرایند پوشش دهی بوسیله محلول پوششی، سطح مرطوب محصول را درگیر می کند و احتمال نفوذ محلول پوششی را به داخل محصول افزایش می دهد (Hershko et al., 1996). انتظار می رود پوشش ژلاتین به واسطه وجود باندهای هیدروژنی به عنوان محافظ اکسیژن عمل کند و میزان اکسیداسیون را کاهش دهد (Antoniewski et al., 2007). باکتری های مزوفیل بیشترین جمعیت میکروارگانیسم های معمول را تشکیل می دهند و قادرند در دمای ۴۰-۲۵ درجه سانتیگراد رشد نمایند (Whittle and Howgate, 2002). از طرفی باکتری های گرم منفی سایکروتروف گروه اصلی میکروارگانیسم های مسئول فساد مواد غذایی در شرایط نگهداری هوای سرد می باشند (Sallam, 2007). با افزایش زمان نگهداری میزان TVC و PTC بطور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$). به طوری که در روز دوازدهم، میزان باکتری های کل و سرمادوست در نمونه شاهد بیشتر از حد مجاز ($7 \log_{10} \text{ cfu/g}$) بود. این نتایج منطبق با نتایج حاصل از اندازه گیری بازهای از ته فرار بود. پوشش کیتوزان میزان TVC و PTC را در روز دوازدهم به میزان $3/2 \log_{10} \text{ cfu/g}$ و $2/6 \log_{10} \text{ cfu/g}$ کاهش داد. همچنین، این میزان برای نمونه های پوشش داده شده با کیتوزان-ژلاتین، نسبت به نمونه شاهد کمتر بود و تاثیر ضد میکروبی نمونه-

۲/۳۶ و $2/1 \log_{10} \text{ cfu/g}$ بود. مکانیسم عمل ضد میکروبی کیتوزان ظاهرا به از بین بردن لایه های لیپو پلی ساکاریدی غشای بیرونی باکتری های گرم منفی (Helander et al., 2001) و ممانعت از انتقال اکسیژن (Jeon et al., 2002) مربوط می شود. مکانیسم دیگر می تواند واکنش گروه های آمین دارای بار مثبت کیتوزان با درشت مولکول های دارای بار منفی در سطح سلول میکروبی باشد. به علت طبیعت پلی کاتیونیک کیتوزان، یک لایه نفوذ ناپذیر اطراف سلول تشکیل می شود که از انتقال مواد ضروری جلوگیری می کند (Helander et al., 2001) و با نفوذ به داخل هسته سلول از ساخت پروتئین و RNA جلوگیری می کند (Liu et al., 2001). ویژگی ضد میکروبی کیتوزان به شرایط روش تهیه پوشش، فرمولاسیون ترکیب شده برای ساخت پوشش و همچنین میزان رهاسازی گروه های فعال آن بستگی دارد (Gómez-Estaca et al., 2010). مطالعات نشان می دهد که کیتوزان در حالت محلول پوششی موثرتر است. بدین صورت که وقتی کیتوزان از اجزای یک محلول پوششی باشد، برای فعالیت به عنوان یک نگهدارنده می تواند آزادانه تر عمل کند (Vasconez et al., 2009; Gómez-Estaca et al., 2010; Pereda et al., 2011). چون در این حالت گروه های آمین کیتوزان با بارهای مثبت که با گروه های منفی باکتری ها واکنش می دهند، فعال هستند. این گروه ها در $\text{pH} = 6$ فعال می شوند (Pereda et al., 2011). نتایج، تحقیق Chamanara و همکاران (2013)، Ojagh و همکاران (2010) و Mohan و همکاران (2012) تأیید کننده تاثیر ضد میکروبی کیتوزان بود. Nowzari و همکاران (2013) نشان دادند که میزان بار باکتریائی کل و سرمادوست فیلدهای قزل آلا پوشش داده شده با کیتوزان-ژلاتین به هنگام ۱۶ روز نگهداری در یخچال نسبت به نمونه شاهد کمتر بود و تاثیر ضد میکروبی نمونه-

۲. chelation

Characterization of quinoa protein-chitosan blend edible Films. *Food Hydrocolloids*, 25(5): 879-886.

Antoniewski, M. N., Barringer, S. A., Knipe, C. L., and Zerby, N. H. 2007. Effect of a gelatin coating on the shelf Life of fresh meat. *Journal of Food Science*, 72(6): 382-387.

AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17th ed.). MD, Gaithersburg, USA Association of Official Analytical Chemistry.

Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2): 209-214.

Badii, F., and Farhat, A. 2008. Effect of molecular structure on the thermal properties and water absorption of thin gelatin films. *Journal of Polymer Science and Technology*, 1 (21): 27-34.

Bartolomeu, W. S. S., Cerqueira, M. A., Ruiz, H. A., Martins, J. T., Casariego, A., Teixeira, J. A., and Vicente, A. A. 2010. Effect of Chitosan-Based Coatings on the Shelf Life of Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(21): 11456-11462.

Celis, D., Azocar, M.I., Enrione, J., Paez, M., and Matiacevich, S. 2011. Characterization of salmon gelatin based film on antimicrobial properties of chitosan against *E. coli*. *Procedia Food Science*, 1: 399-403.

Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri, M., and Gorgin, S. 2013. Shelf-Life extension of fish samples by using enriched chitosan coating with Thyme essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(1): 3-10.

Connell, J. J. 1990. Methods of assessing and selecting for quality. In: control of fish quality (3rd ed.). Berlin: Springer. 240 p.

Feng, F., Liu, Y., Tian, F., Zhao, B., and Hu, K. 2004. Advances in researches on chitosan materials in bone repair. *Materials Review*, 18: 65-68.

Giménez, B., Roncalés, P., and Beltrán, J. A. 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(10): 1154-1159.

Gómez-Estaca, J., Gómez-Guillén, M. C., Fernández-Martín, F., and Montero, P. 2011.

های پوشش داده شده نسبت به فیلم کیتوزان-ژلاتین بارزتر بود. همانطور که نتایج این تحقیق نشان می دهد اثر ضد میکروبی پوشش کیتوزان-ژلاتین نسبت به پوشش کیتوزان کمتر است. دلیل این امر این است که زمانیکه کیتوزان با ژلاتین واکنش می دهد گروه های فعال کیتوزان به دام انداخته می شوند و نمی توانند آزادانه عمل کنند (Celis et al., 2011)، از این رو باعث می شود که پوشش کیتوزان-ژلاتین اثر ضد میکروبی کمتری نسبت به پوشش کیتوزان داشته باشد. Ou و همکاران (2002) نشان دادند که میزان بار باکتریایی فیله های تیلایا ی پوشش داده شده با ژلاتین تفاوت معنی داری با فیله های بدون پوشش هنگام نگهداری در یخچال ندارند. فعالیت ضد میکروبی محلول ژلاتینی بیشتر به علت وجود زنجیره الیگوپپتیدی حاصل از آب کافت ژلاتین می باشد (Pereda et al., 2011).

نتیجه گیری

در نمونه های پوشش داده شده، میزان شاخص های فساد (PV و TBA) و TVB-N نسبت به شاهد کمتر بود. همچنین، نتایج مطالعات میکروبی حاکی از پایین بودن بار باکتریایی در نمونه های پوشش داده شده بود که نشان دهنده تأثیر آشکار پوشش کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین در کاستن بار آلودگی میکروبی فیش فینگرهای کپور نقره ای بوده است. در میان نمونه های پوشش داده شده با کیتوزان و کیتوزان-ژلاتین به وضوح تأثیر کیتوزان بهتر بود. از این رو پوشش کیتوزان می تواند به عنوان نگهدارنده مناسب در جهت افزایش ماندگاری محصولات با ارزش افزوده از جمله فیش فینگرها در یخچال پیشنهاد گردد.

منابع

Abugoch, L. E., Tapia, C., Villamán, M. C., Yazdani-Pedram, M., and Díaz-Dosque, M. 2011.

- Liu, X.F., Guan, Y. L., Yang, D. Z., Li, Z., and Yao, K.D. 2001.** Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan. *Journal of Applied Polymer Science*, 79(7): 1324-1335.
- López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M., and Montero, P. 2005.** A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, 19(2): 303-311.
- McHugh, T. H., and Senesi, E. 2000.** Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 65(3): 480-485.
- Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Lalitha, K. V., and Srinivasa Gopal, T. K. 2012.** Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. *Food Hydrocolloids*, 26(1): 167-174.
- Namulema, A., Muyonga, J. H., and Kaaya, A. N. 1999.** Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International*, 32(2): 151-156.
- Nowzari, F., Shabanpour, B., and Ojagh, S. M. 2013.** Comparison of chitosan-gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 141(3): 1667-1672.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., and Hosseini, S. M. H. 2010.** Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1): 193-198.
- Ou, C. Y., Tsay, S. F., Lai, C. H., and Weng, Y. M. 2002.** Using gelatin-based antimicrobial edible coating to prolong shelf-life of tilapia fillets. *Journal of Food Quality*, 25(3): 213-222.
- Pereda, M., Ponce, A. G., Marcovich, N. E., Ruseckaite, R. A., and Martucci, J. F. 2011.** Chitosan-gelatin composites and bi-layer films with potential antimicrobial activity. *Food Hydrocolloids*, 25(5): 1372-1381.
- Rezaei, M., and Hosseini, S.F. 2008.** Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. *Journal of Food Science*, 73(6): 93-96.
- Sallam, K. I. 2007.** Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium Effects of gelatin origin, bovine-hide and tuna-skin, on the properties of compound gelatin-chitosan films. *Food Hydrocolloids*, 25(6): 1461-1469.
- Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., and Montero, P. 2010.** Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*, 27(7): 889-896.
- Goulas, A. E., and Kontominas, M. G. 2007.** Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100(1): 287-296.
- Hasani, Sh., Alizadeh doughikollae, E., Hayati jafar beygi, E. and Kamyab yeghaneh, M. 2012.** Quality of Fish Finger Produced from Common carp (*Cyprinus carpio*) During Storage time at 4 °C. *Journal of Fisheries, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(2): 169-181.
- Helander, I. M., Nurmiäho-Lassila, E. L., Ahvenainen, R., Rhoades, J., and Roller, S. 2001.** Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of gram-negative bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 71(2-3): 235-244.
- Hershko, V., Klein, E., and Nussinovitch, A. 1996.** Relationships between edible coatings and garlic skin. *Journal of Food Science*, 61(4): 769-777.
- Jeon, Y. J., 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*, 50(18): 5167-5178.
- Kamil, J. Y. V. A., Jeon, Y. J., and Shahidi, F. 2002.** Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of herring (*Clupea harengus*). *Food Chemistry*, 79(1): 69-77.
- Krochta, J. M., and De Mulder-Johnson, C. 1997.** Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. *Food Technology*, 51: 61-74.
- Lee, K. Y., Shim, J., and Lee, H. G. 2004.** Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. *Carbohydrate Polymers*, 56(2): 251-254.

- Vandevord, P. J., Matthew, H. W. T., DeSilva, S. P., Mayton, L., Wu, B., and Wooley, P. H. 2002.** Evaluation of the biocompatibility of a chitosan scaffold in mice. *Journal of Biomedical Materials Research*, 59(3): 585-590.
- Vásconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J., and Gerschenson, L. N. 2009.** Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42(7): 762-769.
- Whittle, K. J., and Howgate, P. 2002.** *Glossary of Fish Technology Terms*. Last updated: Whittle, K.J. United Nations, 63 p.
- Woyewoda, A. D., Shaw, S. J., Ke, P. J., and Burns, B. G. 1986.** Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian Technical Report of Fish and Aquatic Science, No. 1448.
- Ziegler, G. R., and Foegeding, E. A. 1990.** The gelation of proteins. *Advances in Food and Nutrition Research*, 34: 203-298.
- citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18(5): 566-575.
- Shahidi, F., and Zhong, Y. 2005.** Lipid Oxidation: Measurement Methods. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, pp: 357-380.
- Sikroski, Z. E. 1990.** Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation. Boca Raton Fla: CRC Press Inc. pp: 39-248.
- Sionkowska, A., Wisniewski, M., Skopinska, J., Kennedy, C. J., and Wess, T. J. 2004.** Molecular interactions in collagen and chitosan blends. *Biomaterials*, 25(5): 795-801.
- Srikar, L. N., and Hiremath, J. G. 1972.** Fish preservation I. Studies on changes during frozen storage of oil sardine. *Journal of Food Sciences and Technology*, 9: 191-193.
- Tajik, H., Moradi, M., Rohani, S. M., Erfani, A.M., and Jalali, F. S. 2008.** Preparation of chitosan from brine shrimp (*Artemia urmiana*) cyst shells and effects of different chemical processing sequences on the physicochemical and functional properties of the product. *Molecules* 13(6): 1263-1274.



Effect of edible chitosan-gelatin coating on the quality characteristics and shelf life of fish finger of *Hypophthalmichthys molitrix* during refrigerated storage

Sona Kalte¹, Ebrahim Alizadeh Doghikolae², Mostafa Yousef Elahi³

1- M.Sc. student, Department of Fisheries, Faculty of Natural resources, Zabol University, Zabol

2- Assistant Prof., Department of Fisheries, Faculty of Natural resources, Zabol University, Zabol

3- Assistant Prof., Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol

Received: 14.2.2014

Accepted: 21.4.2014

*Corresponding author: ebi_alizadeh2003@yahoo.com

Abstract:

The effect of edible chitosan and chitosan-gelatin coating on the quality of fish finger from silver carp during refrigeration was assessed. Fish fingers were immersed separately in coating solutions of chitosan 1% and chitosan 1%-gelatin 4%, packed and stored in refrigerator ($4\pm 1^\circ\text{C}$) for 30 days, then their chemical (TVB-N, PV, TBA) and microbiological characteristics (TVC and PTC) were analysed. Total volatile basic nitrogen value of coated sample with chitosan was lowest while there was no significant difference between the thiobarbituric acid value of coated treatments ($p < 0.05$). Among the coated samples, chitosan coating effectively reduced the total viable count (TVC) and psychrotrophic count (PTC). This reduction was 3.2 and 2.6 \log_{10} cfu/g for TVC and PTC at 12 day, respectively, in comparison with control. Thus it can be considered that fish fingers coated with chitosan coating solution was more effective than chitosan-gelatin coating and uncoated samples and increased the shelf life of fish fingers for 18 days.

Keywords: Chitosan, Gelatin, Coating, *Hypophthalmichthys molitrix*, Fish finger