تأثیر بسته‌بندی تحت خلاء بر کیفیت و ماندگاری فیله ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی دوره نگه‌داری در دمای یخچال

مهران جواهری بابلی[۱]، محمد ولایت‌زاده[۲*]، مهدی جاگیر[۳]، اکبر پاشایی[۳]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، استادیار گروه شیلات، اهواز، ایران.
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، دانش‌آموخته کارشناسی شیلات، اهواز، ایران.
* نویسنده مسئول مکاتبات: mv.5908@gmail.com
(دریافت مقاله: ۹۲/٤/۲۲ پذیرش نهایی: ۹٤/٤/۲٤)

چکیده

بسته‌بندی تحت خلاء یکی از روش‌های مناسب بسته‌بندی و نگه‌داری فرآورده‌های ماهی می‌باشد. در این تحقیق تغییرات شیمیایی شامل pH، تیوباربیوتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار و شاخص‌های میکروبی نظیر باکتری‌های کلی‌فرمی، کلی‌فرم مدفوعی، *اشریشیا کولای* و سالمونلا در فیله‌های ماهی فیتوفاگ بسته‌بندی شده تحت خلاء در دمای ۱±٤ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ روز انجام شد. تعداد ۳۰ ماهی فیتوفاگ تازه با میانگین وزنی ۱۲۰۰-۹۰۰ گرم تهیه گردید و به آزمایشگاه منتقل شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 18 انجام شد. نتایج نشان داد بالاترین میزان بازهای نیتروژنی فرار و pH در روز ۳۰ به‌ترتیب ۱/۸۲±۶۳/۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عضله ماهی و ٦/۸۱±۰/۰٤ بود. میزان تیوباربیوتوریک اسید، بازهای نیتروژنی فرار و pH تا آخر دوره نگه‌داری روند افزایشی مشاهده گردید. شمارش کلی میکروبی نیز طی ۳۰ روز نگه‌داری فیله‌های ماهی فیتوفاگ روند افزایشی داشت. تعداد باکتری‌های کلی‌فرمی طی دوره نگه‌داری کمتر از Log cfu/g ۲ بود. در مورد کلی‌فرم مدفوعی نیز روند افزایشی تعداد باکتری در انتهای دوه، Log cfu/g ۰/۰۱±۲/۳۸ بود. با توجه به آزمایشات میکروبی و شاخص‌های فساد شیمیایی نظیر تیوباربیوتوریک اسید و بازهای نیتروژنی فرار زمان نگه‌داری فیله بسته‌بندی شده تحت خلاء در دمای ۱±٤ درجه سلسیوس، ۱۵ روز تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: بسته‌بندی تحت خلاء، ماهی فیتوفاگ، زمان ماندگاری

مقدمه

آبزیان همواره به‌عنوان یکی از منابع مهم تأمین پروتئین حیوانی در تغذیه انسان جایگاه مهمی دارند. با توجه به رشد فزاینده جمعیت در جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و فراهم نمودن پروتئین سالم و بهداشتی مورد نیاز مردم، توسعه بخش شیلات به‌عنوان یکی از بخش‌های متنوع، فنی و مهم در تأمین مواد غذایی مورد نیاز مردم به‌شمار می‌آید (معینی و همکاران، ۱۳۹۱). ماهی فیتوفاگ یا کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) به‌عنوان یک گونه پرورشی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی پرورش داده می‌شود و غیربومی آب‌های ایران می‌باشد که به‌واسطه تکثیر و پرورش وارد آب‌های داخلی ایران شده است (عبدلی، ۱۳۷۸). این گونه در تمام جهان پرورش داده می‌شود به‌طوری که میزان پرورش این گونه در سال ۲۰۰۰، ۳۰۳٤٥٤۹ تن بوده و در سال ۲۰۰۸ به ۳۷۸۲۲۸۱ تن افزایش یافته و تا سال ۲۰۱۰ از نظر میزان پرورش اولین گونه پرورشی جهان بوده است (FAO, 2010). این ماهی به‌دلیل قابلیت سازگاری با محیط، رشد سریع، رژیم غذایی مناسب، یعنی تغذیه از حلقه اول زنجیره غذایی محیط‌های آبی و کیفیت گوشت عالی در سرتاسر جهان معرفی شده است (نظری، ۱۳۸۲).

ماهیان منابع پروتئینی با قابلیت فساد بالا برای مصرف انسان هستند. کیفیت این منابع غذایی به‌دلیل واکنش‌های بیوشیمیایی (تغییرات در ساختار چربی، پروتئین و تشکیل ترکیبات بازی فرار) و فساد میکروبی و متعاقب آن طعم، مزه و ارزش غذایی کاهش می‌یابد. محققین تحقیقات مداومی برای بهبود روش‌های حفاظت و طولانی کردن زمان ماندگاری و ایمنی انواع فرآورده‌های شیلاتی ارایه نموده‌اند (Change *et al.*, 1998). روش‌های نگه‌داری غالباً روی جمعیت میکروبی مولد فساد و یا روی آنزیم‌های موجود در مواد غذایی تأثیر منفی می‌گذارند. برای نگه‌داری مواد غذایی روش‌های مختلفی به‌کار برده می‌شود که بیشتر برای از بین بردن میکروارگانیسم‌ها هستند (عادلی، ۱۳۸۷). روش‌های بسته‌بندی فرآورده‌های شیلاتی متفاوت است، یکی از روش‌های متنوع بسته‌بندی، بسته‌بندی تحت خلاء می‌باشد (Kraus, 1992). بسته‌بندی تحت خلاء روشی است که بسته‌بندی به‌طور کامل از هوا خالی می‌گردد (Nunes *et al.*, 1992) و در به تعویق انداختن فساد فرآورده‌های ماهی مناسب می‌باشد که موجب افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت کلی ماهیان برای مدت بیشتر می‌گردد (Sahoo and Kumar, 2005). در این نوع بسته‌بندی‌ها حلالیت دی‌اکسیدکربن تولید شده در عضله، اثر تثبیتی بر روی pH دارد، به‌طوری که از افزایش ترکیبات نیتروژنی فرار و آمونیوم که از طریق متابولیسم باکتری‌ها ایجاد می‌گردند و می‌توانند روی pH گوشت اثر بگذارند، جلوگیری می‌شود (Mendes and Goncalvez, 2008). امروزه بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته و بسته‌بندی تحت خلاء با نگه‌داری در شرایط سرد ترکیب شده است که به‌صورت گسترده در نگه‌داری مواد غذایی مانند گوشت، مرغ، ماهی، سس‌ها، میوه‌جات و سبزیجات مورد استفاده قرار می‌گیرد (Goulas and Kontominas, 2007).

در این تحقیق هدف بررسی کیفیت شیمیایی و میکروبی فیله‌های ماهی فیتوفاگ بسته‌بندی شده تحت

خلاء نظیر چربی، پراکساید، تیوباربیوتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، باکتری‌های کلی‌فرمی، کلی‌فرم مدفوعی، *اشریشیاکولای* و سالمونلا بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

تعداد ۳۰ قطعه ماهی فیتوفاگ تازه با میانگین وزنی ۱۲۰۰-۹۰۰ گرم از استخرهای پرورشی شهرستان شوشتر تهیه گردید که شرایط سرد به آزمایشگاه منتقل شدند. پس آماده‌سازی نمونه‌ها، برای وکیوم کردن فیله‌ها از کیسه‌های سه لایه که متشکل از دو لایه آلومینیم و یک لایه پلاستیک استفاده گردید. پلاستیک وکیوم سه‌لایه برای جلوگیری از نفوذ نور، رطوبت، اکسیژن، مواد معطر به‌کار برده شد. فیله‌های ۲۵±۶۵۰ گرمی آماده و در دمای یخچال در ۰/۵ ± ٤ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. آزمایشات با یک تیمار شاهد در روز صفر و ٦ تیمار در روزهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ با ۳ تکرار انجام شدند.

سنجش تیوباربیتوریک اسید (TBA)

مقدار تیوباربیتوریک اسید مطابق با روش پیرسون (۱۹۷٦) سنجش شد (Pearson, 1976).

سنجش بازهای فرار نیتروژنی (TVN)

برای تعیین میزان بازهای نیتروژنی فرار از روش کلدال (Kjeldahl) استفاده شد (Pearson, 1986).

اندازه‌گیری pH

میزان pH با دستگاه pH متر مدل 713 Metrohm اندازه‌گیری گردید (Masniyom *et al*., 2005).

روش شمارش میکروبی

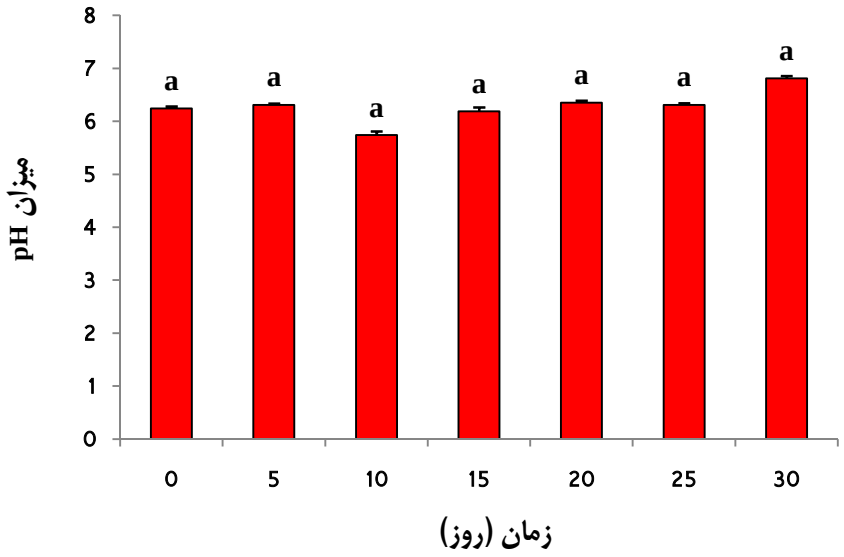
در این تحقیق شمارش باکتری‌های کلی‌فرمی، *اشریشیا کولای* و سالمونلا به‌ترتیب بر اساس استانداردهای ملی شماره ٤۳۷، ۲۹٤٦، ۱۸۱۰ انجام شد.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 انجام شد. میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan's test) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان (p=۰/۰۵) ۹۵ درصد تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

یافته‌ها

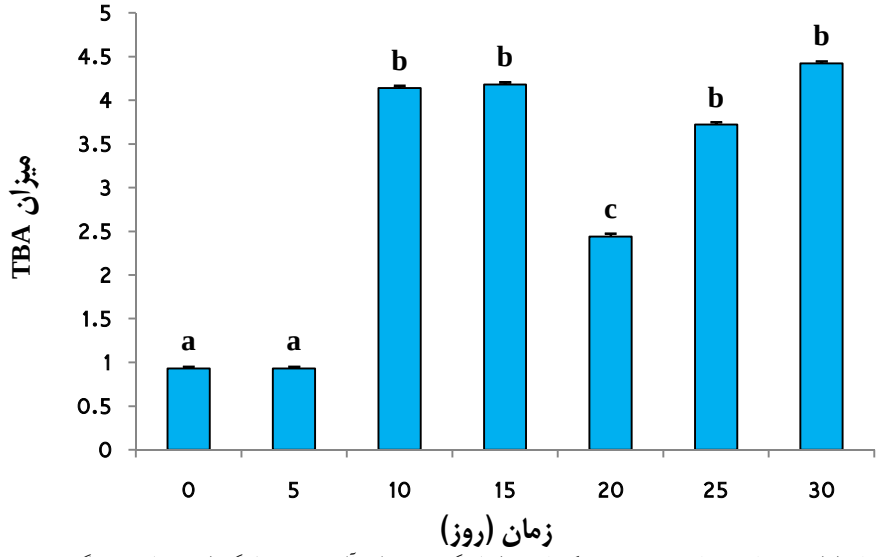
روند تغییرات میزان pH در نمودار (۱) آمده است. میزان pH در طی دوره نگه‌داری فیله ماهی فیتوفاگ بسته‌بندی شده طی ۳۰ روز تغییر محسوسی نشان نداد.



نمودار (۱)- تغییرات میزان pH در فیله فیتوفاگ بسته‌بندی شده تحت خلاء طی نگه‌داری ۳۰ روزه در ٤ درجه سلسیوس

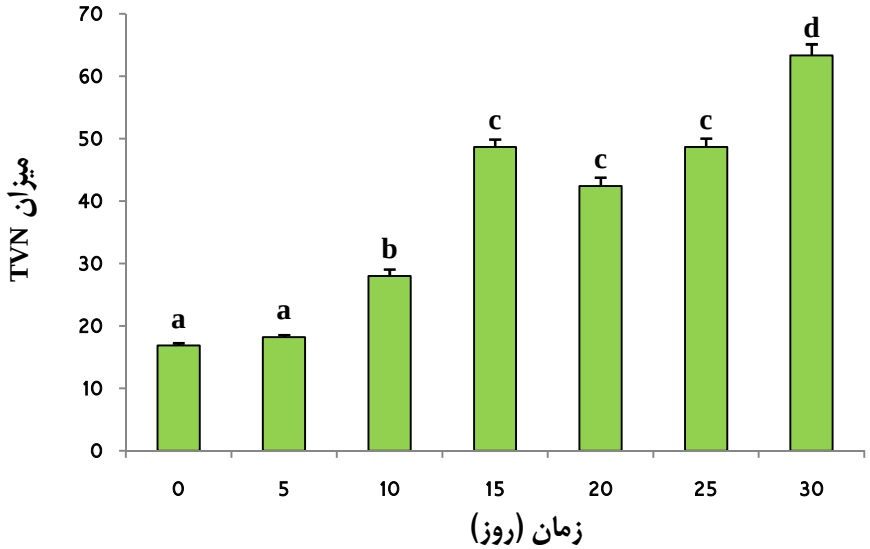
حروف همنام بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده غیرمعنی‌دار (P>۰/۰۵) بودن مقادیر pH می‌باشد.

روند تغییرات میزان تیوباربیوتوریک اسید و بازهای نیتروژنی فرار در نمودار (۲) و (۳) آمده است. میزان تیوباربیوتوریک اسید و بازهای نیتروژنی فرار در طی دوره نگه‌داری فیله ماهی فیتوفاگ بسته‌بندی شده در روز اول و روز پنجم با سایر روزها اختلاف معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵) و با گذشت زمان میزان این شاخص‌های فساد نیز افزایش یافت.



نمودار (۲)- تغییرات میزان تیوباربیوتوریک اسید (میلی‌گرم دی‌مالون‌آلدئید در کیلوگرم) در فیله فیتوفاگ بسته‌بندی شده تحت خلاء طی نگه‌داری ۳۰ روزه در ٤ درجه سلسیوس

حروف غیرهمنام بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن (p<۰/۰۵) اختلاف می‌باشد.



نمودار (۳)- تغییرات میزان بازهای نیتروژنی فرار (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در فیله فیتوفاگ بسته‌بندی شده تحت خلاء طی نگه‌داری ۳۰ روزه در ٤ درجه سلسیوس

حروف غیرهمنام بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن ($p<0/05$) اختلاف می‌باشد.

جدول (۱) تغییرات میکروبی در نمونه‌های فیله ماهی فیتوفاگ را نشان می‌دهد. تعداد سالمونلا و *شریشیا کولای* در نمونه‌های فیله ماهی کمتر از ۱ Log cfu/g بود، تنها در روز ۲۵ *شریشیا کولای* با تعداد ۱/۲۹±۰/۰۲ Log cfu/g مشاهده گردید. شمارش کلی میکروبی نیز طی ۳۰ روز نگه‌داری فیله‌های ماهی فیتوفاگ روند افزایشی داشت. تعداد باکتری‌های کلی‌فرمی طی ۳۰ روز نگه‌داری فیله فیتوفاگ کمتر از ۲ Log cfu/g بود. در مورد کلی‌فرم مدفوعی نیز روند افزایشی طی دوره نگه‌داری مشاهده شد.

جدول (۱)- تغییرات جمعیت گروه‌های مختلف میکروبی (Log cfu/g) در فیله فیتوفاگ بسته‌بندی شده تحت خلاء طی نگه‌داری ۳۰ روزه در ٤ درجه سلسیوس

زمان (روز)	جمعیت‌های میکروبی (Log cfu/g)				
	شمارش کلی	کلی‌فرم	کلی‌فرم مدفوعی	*شریشیاکولای*	سالمونلا
صفر	٤/٦٨±۰/۰۳	۲±۰/۰۱	<۱	<۱	<۱
۵	۵/۹۱±۰/۰٤	۲±۰/۰۱	۱/۸٤±۰/۰۲	<۱	<۱
۱۰	۷/۰۲±۰/۰٤	۲±۰/۰۱	۲/۲۰±۰/۰۳	<۱	<۱
۱۵	۷/۸۰±۰/۰٦	۲±۰/۰۱	۲/۸۰±۰/۰۳	<۱	<۱
۲۰	۷/۰۷±۰/۰۵	۲±۰/۰۱	<۱	<۱	<۱
۲۵	۸/۲۸±۰/۰٦	۲±۰/۰۱	۲/۳۸±۰/۰۱	۱/۲۹±۰/۰۲	<۱
۳۰	٦/۸۵±۰/۰٤	۲±۰/۰۱	۲/۳۸±۰/۰۱	<۱	<۱

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق روند تغییرات pH طی ۳۰ روز نگه‌داری فیله‌های فیتوفاگ نامنظم بود. بالاترین میزان pH در روز سی‌ام و پایین‌ترین میزان آن در روز دهم مشاهده گردید (نمودار ۱). در بسته‌بندی تحت خلاء بر روی ماهی *Etroplus suratensis* مشخص شد میزان pH طی ۱۸ روز نگه‌داری شده در یخ روند افزایشی داشت (Manju *et al*., 2008). همچنین در بسته‌بندی ماهی سفید طی ۱۸روز نگه‌داری در یخ نیز روند افزایشی نشان داد، به طوری که در فیله تازه ماهی pH برابر ٦/٣٣ و در روز ۱۸ میزان pH ٦/٤٧ بود (اعتمادیان و همکاران، ۱۳۹۰). میزان pH پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسید لاکتیک حاصل از گلیکولیز مقدار pH کاهش می‌یابد و با افزایش مدت نگه‌داری به‌دلیل عملکرد آنزیم‌های پروتئولیتیک میزان آمین‌های آزاد افزایش می‌یابد که سبب افزایش میزان pH در نمونه‌ها می‌گردد (Massa *et al*., 2005 ; Woywoda *et al*., 1986). در تحقیقات بر روی ماهی ازون‌برون (هدایتی فرد و اروجعلیان، ۱۳۸۹)، قره‌برون (جورکش، ۱۳۸۳) و آنچوی (Gunsen *et al*., 2011) مشخص گردید با نگه‌داری فیله‌ها میزان pH کاهش می‌یابد. pH در فرآورده‌های شیلاتی به‌عنوان شاخص فساد می‌باشد (Manju *et al*., 2008) که pH بالاتر از ۷ در فیله ماهیان نشان‌دهنده فساد است (Massa *et al*., 2005) که در این تحقیق در نمونه‌های فیله ماهیان pH بالاتر از ۷ مشاهده نشد.

بالاترین و پایین‌ترین میزان تیوباربیوتوریک اسید به‌ترتیب در روز ۱۵و ماهی تازه (روز صفر) مشاهده شد (نمودار ۲). میزان تیوباربیوتوریک اسید طی ۱۵ روز روند افزایشی داشت، اما در روز ۲۰ کاهش چشمگیری داشت سپس تا روز ۳۰ افزایش یافت. این افزایش و کاهش احتمالا به این دلیل است که شاخص تیوباربیوتوریک اسید، میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدئیدها را نشان می‌دهد (Aubourg *et al.*, 2001). همچنین افزایش مقدار تیوباربیتویک اسید طی نگه‌داری در یخچال ممکن است ناشی از دهیدروژنه شدن بافت ماهی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع باشد (خانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲؛ Chytiri, 2004). میزان تیوباربیوتوریک اسید در فیله ماهی سفید در روز صفر ۰/٥٦ و در روز هجدهم ۲/۹۱ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی بود که روند افزایشی داشت (اعتمادیان و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین میزان تیوباربیوتوریک اسید در فیله ماهی قره‌برون طی ٦ ماه نگه‌داری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نیز روند افزایشی را نشان داد به‌طوری که در روز صفر ۰/۰۳۷ و پس از ٦ ماه نگه‌داری این مقدار به ۰/۲۲۳ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی افزایش یافت (جورکش، ۱۳۸۳). میزان مجاز تیوباربیوتوریک اسید در گوشت ماهی ۲-۱ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی می‌باشد (Shakila *et al*., 2005) که مقادیر حدود ٤-۳ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی نشان‌دهنده این است که کیفیت گوشت ماهی کاهش یافته است (Karakam and Boran, 1996). همچنین میزان مجاز تیوباربیوتوریک اسید در گوشت ماهی جهت مصرف انسانی ۸-۷ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی می‌باشد (Schormuller, 1968; Schormuller, 1969). در این تحقیق میزان تیوباربیوتوریک اسید در

فیله ماهی فیتوفاگ روند افزایشی داشته به طوری که میزان این شاخص در روز صفر با ۰/۹۳ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی به میزان ٤/٤٢ در روز ۳۰ افزایش یافت (نمودار ۲) که این مساله نشان دهنده کاهش افت شدید کیفیت فیله‌ماهی فیتوفاگ بود.

میزان بازهای نیتروژنی فرار با گذشت زمان افزایش یافت، تنها در روز ۲۰ میزان این شاخص متفاوت بود. همچنین بالاترین و پایین‌ترین میزان بازهای نیتروژنی فرار به‌ترتیب در روز ۳۰ و ماهی تازه مشاهده گردید (نمودار۳). بازهای نیتروژنی فرار یکی از شاخص‌های کیفیت فرآورده‌های شیلاتی، فساد باکتریایی ماهیان و فعالیت‌های آنزیمی برای ارزیابی کیفی این محصولات می‌باشد (Kilinc *et al*., 2009). میزان بازهای نیتروژنی فرار در ماهی آنچوی طی ۱۱ ماه نگه‌داری در دمای ۲ درجه سلسیوس تحت خلاء روند افزایشی داشت به‌طوری که پس از این مدت نگه‌داری ۲۳/۰۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (Gunsen *et al*., 2011). میزان بازهای نیتروژنی فرار در ماهی اوزون برون در روز صفر ۹/۲٤ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و در روز پانزدهم ۱۲/٤ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (هدایتی فرد و اروجعلیان، ۱۳۸۹). در ماهی کفال طلایی میزان بازهای نیتروژنی فرار در روز صفر ۵/۰۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود که پس از ۹۰ روز نگه‌داری ۳۰/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم افزایش یافت (علی و همکاران، ۱۳۹۰). در ماهیان دریایی میزان ۲۰-۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بازهای نیتروژنی فرار نشان‌دهنده کیفیت مطلوب می‌باشد و میزان ۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نشان‌دهنده کیفیت پایین می‌باشد (Connell, 1980). البته بسیاری از محققین حد مجاز بازهای نیتروژنی فرار در فرآورده‌های شیلاتی را برای مصارف انسانی ۳۵-۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اعلام نموده‌اند (Connell, 1980; Lakshmanan, 2000; Ludorff and Meyer, 1973; Schormuller, 1968; Shakila *et al*., 2005). در این تحقیق میزان بازهای نیتروژنی فرار ابتدا افزایش یافت سپس در روز بیستم کاهش و دوباره تا روز سی‌ام روند افزایشی داشت (نمودار ۳). افزایش جزیی مقدار بازهای نیتروژنی فرار در مراحل اولیه نگه‌داری به‌دلیل تجزیه آمینواسیدها و نوکلئوتیدها می‌باشد، در حالی که افزایش میزان بازهای نیتروژنی فرار در مراحل پایانی نگه‌داری به‌دلیل افزایش فعالیت میکروبی می‌باشد (علی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Sallam *et al*., 2006). میزان بازهای نیتروژنی فرار در ماهی جهت مصرف انسانی کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم می‌باشد (Pearson, 1973) که در این تحقیق در فیله ماهی فیتوفاگ میزان این شاخص از روز دهم تا روز سی‌ام بالاتر از ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود.

تعداد سالمونلا و *اشریشیا کولای* در نمونه‌های فیله ماهی کمتر از Log cfu/g ۱ بود، تنها در روز ۲۵ باکتری *اشریشیا کولای* تعداد Log cfu/g ۰/۰۲±۱/۲۹ مشاهده گردید. شمارش کلی میکروبی نیز طی ۳۰ روز نگه‌داری فیله‌های ماهی فیتوفاگ روند افزایشی داشت. تعداد کلی‌فرم‌ها طی ۳۰ روز نگه‌داری فیله فیتوفاگ کمتر از Log cfu/g ۲ بود. در مورد کلی‌فرم مدفوعی نیز روند افزایشی تعداد باکتری در روز ۳۰، Log cfu/g ۰/۰۱±۲/۳۸ مشاهده شد. به‌طور کلی، آلودگی از نظر کلی‌فرم‌ها، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیا کولای* نشان می‌دهد که در مرحله صید و سردسازی یا حمل و نقل، بهداشت به خوبی رعایت نشده است. کلی‌فرم‌ها، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیا کولای* شاخص‌های خوبی از استاندارد بهداشت و کاربرد هستند و نباید

روی ماهی تازه یافت شوند (Suvanich *et al*., 2000). بیشترین حد مجاز شمارش کلی میکروبی در فرآورده‌های ماهی بر اساس استاندارد ICMSF در سال ۱۹۷۸ Log cfu/g ۷ است (محمود زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیق بر روی ماهی آنچوی سالمونلا و شیگلا در فیله‌های این ماهی وجود نداشت (Gunsen *et al*., 2011). همچنین تعداد باکتری *اشریشیا کولای* و کلی‌فرم MPN/g <۳ بود. در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) باکتری های *اشریشیا کولای*، سالمونلا و شیگلا وجود نداشت اما تعداد کلی‌فرم cfu/g ۱۰×۳/۳–۲ گزارش شده است (Soccol *et al*., 2005). شمارش کلی میکروبی در مراحل اولیه نگه‌داری فیله ماهی *Etroplus suratensis*، Log cfu/g ٦/٨٨– ٤/٩٤ بود که طی ۱۸ روز بسته بندی تحت خلاء تعداد شمارش کلی میکروبی روند افزایشی داشت (Manju *et al*., 2008). جمعیت میکروبی گوشت ماهی به‌دلیل عوامل محدود کننده حاصل از رشد خودشان بیشتر از حدود Log cfu/g ۸ افزایش نمی‌یابد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰). تغییرات بار میکروبی کل در فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگه‌داری به مدت ۱۸ روز در دمای یخچال در روزهای ابتدایی تا روز چهارم کند گزارش شده است، اما از روز چهارم به بعد به طور معنی‌داری افزایش یافت، اما این افزایش تا روز دوازدهم ادامه داشت و از آن به بعد تغییر معنی‌داری در میزان بار میکروبی کل ایجاد نشد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰). سایر محققین نیز این الگوی تغییرات بار میکروبی را در فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گزارش نموده‌اند (Mahmoud *et al*., 2006; Arashisar *et al*., 2004; Rezaei *et al*., 2008) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی ندارد.

با توجه به آزمایشات میکروبی و شاخص‌های فساد شیمیایی نظیر تیوباربیوتوریک اسید و بازهای نیتروژنی فرار زمان نگه‌داری فیله بسته‌بندی شده تحت خلاء در دمای ٤ درجه سلسیوس، ۱۵ روز بود. در تحقیقات متعدد زمان‌های ماندگاری متفاوتی جهت نگه‌داری بسته‌بندی تحت خلاء فیله ماهیان ارایه شده است.

منابع

- اعتمادیان، یاسمن؛ شعبان‌پور، بهاره؛ صادقی ماهونک، علیرضا؛ شعبانی، علی؛ یحیایی، محسن و دوردیئی، خدر (۱۳۹۰). اثر بسته‌بندی تحت خلاء بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی فیله‌های ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) نگه‌داری شده در یخ. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۷، شماره ۲، صفحات: ۳۰٤–۲۹۸.

- جورکش، منصوره (۱۳۸۳). بررسی افزایش زمان ماندگاری ماهی تازه با استفاده از تکنیک بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش غذایی، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، صفحه: ۱۰۹.
- خانی‌پور، علی اصغر؛ فتحی، سحر؛ فهیم دژبان، یاسمن و زارع گشتی، قربان (۱۳۹۲). بررسی شاخص‌های شیمیایی فساد و تعیین عمر ماندگاری برگر تلفیقی (ماهی کیلکا- کپور نقره‌ای) در طول مدت نگه‌داری در سردخانه ۱۸- درجه سلیسیوس. مجله علمی شیلات ایران، دوره ۲۲، شماره ۳، صفحات: ٤۹-٤۱.
- ذوالفقاری، مهدی؛ شعبان‌پور، بهاره و فلاح‌زاده، ساناز (۱۳۹۰). بررسی روند تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) جهت تعیین مدت زمان ماندگاری آن طی نگه‌داری در دمای یخچال (٤+ درجه سانتیگراد). مجله شیلات (منابع طبیعی ایران)، دوره ٦٤، شماره ۲، صفحات: ۱۱۹-۱۰۷.
- عادلی، افشین (۱۳۸۷). اصول بازاریابی و بسته‌بندی آبزیان. انتشارات هنر تا بی‌نهایت، چاپ اول، تهران، ۲۰٤ صفحه.

عبدلی، اصغر (۱۳۷۸). ماهیان آب های داخلی ایران. انتشارات نقش مانا، چاپ اول، تهران، ، صفحه: ۳۷۷.

- علی، مریم؛ هدایتی‌فرد، مسعود و پورغلام، رضا (۱۳۹۰). تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی (*Liza aurata*) شور و بسته‌بندی شده در خلاء در دمای ٤ درجه سانتیگراد. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، دوره ٦، شماره ۲، صفحات: ۷۰-٦۱.
- محمودزاده، مریم؛ خاکسار، رامین؛ مطلبی، عباسعلی؛ حسینی، هدایت؛ احمدی، حامد؛ حسینی، مرضیه و شهراز، فرزانه (۱۳۹۱). اثرات انجماد در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد روی تغییرات کیفی فیش برگرهای خام بدون پوشش تهیه شده از ماهی کیجار منقوط (*Saurida undosquamis*). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۷، شماره ۱، صفحات: ۳۰-۲۳.
- معینی، سهراب؛ خوشخو، ژاله و مهدابی، مهداد (۱۳۹۱). آبزیان و فرآوری. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران، ، صفحه: ۳۲۸.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۷۲). روش جستجوی سالمونلا در موادغذایی. شماره ۱۸۱۰.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۷۳). روش جستجو و شمارش *اشریشیا کلای* با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی. شماره ۲۹٤٦.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۷۵). روش جستجو و شمارش کلی‌فرم‌ها در مواد غذایی. چاپ هشتم. شماره ٤۳۷.
- نظری، رجب محمد (۱۳۸۲). آشنایی با تکثیر و پرورش آبزیان. انتشارات اصلانی، چاپ دوم، تهران، ، صفحه: ٦٤.
- هدایتی‌فرد، مسعود و اروجعلیان، علی (۱۳۸۹). افزایش زمان نگه‌داری فیله ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) تازه در شرایط بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده (MAP) و خلاء. مجله علمی شیلات ایران، دوره ۱۹، شماره ۳، صفحات: ۱٤۰-۱۲۷.

- Aubourg, S. (2001). Fluorescence study of the proxidant activity of free fatty acids on marine lipids. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 385–390.
- Chang, K.L.B., Chang, J., Shiau, C.Y. and PAN, B.S. (1998). Biochemical, microbiological and sensory changes of sea bass (*Lateolabrax japonius*) under partial freezing and refrigerated storage. Journal Agriculture Food Chemistry, 46: 682–686.
- 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.
- Connell, J.J. (1980). Marinades. Control of Fish Quality (2nd edition), Scotland: Torry Research Station, Aberdeen: 102-105.
- FAO. (2010). Yearbook annuaire anuario. Fishery and Aquaculture Statistics. Roma, p.100.
- Goulas, A. and Kontominas, M.G. (2007). Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. European Food Research and Technology, 224: 545-553.
- Gunsen, U., Ozcan, A. and Aydin, A. (2011). Determination of Some Quality Criteria of Cold Storaged Marinated Anchovy under Vacuum and Modified Atmosphere Conditions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11: 233-242.
- Karakam, H. and Boran, M. (1996). Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18°C. International Journal Food Science and Technology, 31: 527-531.
- Kilinc, B., Cakil, S., Csdun, A. and Sen, B. (2009). Effect of phosphate dip treatments on chemical, microbiological, color, textural, and sensory changes of rainbow trout (*Onchoryncus mykiss*) fillets during refrigerated storage. Journal of Food Product Technology, 18: 108-119.
- Kraus, L. (1992). Refrigerated sea water treatment of herring and mackerel for human consumption. In Pelagic Fish (J. Burt, R. Hardy and K. Whittle, eds.) pp. 73–81, Fishing News Books, Aberdeen, Scotland.
- Lakshmanan, P.T. (2000). Fish spoilage and quality assessment. In *quality Assurance in Seafood Processing* (T.S.G. Iyer, M.K.. Kandoran, M. Thomas and P.T. Mathew, eds.), 26–40, Society of Fisheries Technologists, Cochin, India.
- Ludorff , W. and Meyer, V. (1973). Fische und fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, p.309.
- Manju, S., Mohan, C.O., Mallick, A.K., Ravishankar, C.N. and Gopal, T.K.S. (2008). Influence of Vacuum packaging and organic acid treatment on the chilled shelf life of Pearl spot (*Etroplus suratensis*). Journal of Food Quality, 31: 347–365.
- Masniyom, P., Soottawat, B. and Visessanguan, W. (2005). Combination effect of phosphate and modified atmosphere on quality and shelf-life extension of refrigerated seabass slices. Journal of Food Science and Technology, 38: 745-756.
- Massa, A.E., Palacios, D.L., Paredi, M.E. and Crupkin, M. (2005). Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralchthys patagonicus*). Journal of Food Biochemistry, 29: 570-590.
- Mendes, R. and Goncalvez, A. (2008). Effect of soluble CO2 stabilisation and vacuum packaging in the shelf life of farmed sea bream and sea bass fillets. Journal of Food Science and Technology, 43: 1678-1687.
- Nunes, M., Batista, I. and De Campos, M.R. (1992). Physical, chemical and sensory analysis of sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. Journal Science Food Agriculture, 59: 37–43.
- Pearson, D. (1973). Laboratory techniques in food analysis. Butter Worth. London.
- Pearson, D. (1976). The chemical analysis of food (7th ed). London: Churchill living stone Publishing. ESSIEN, E.U.1995
- Pearson, D. (1986). The Chemical Analysis of Food. Churchill Livingstone, Edinburgh, London and New York.

- Sahoo, J. and Kumar, N. (2005). Quality of vacuum packaged muscle foods stored under frozen cinditions : A review. Journal of Food Science and Technology, 42: 209-213.
- Sallam, K.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M. and Eldaly, E.A. (2006). Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury Cololabis saira during vacuum-packaged storage at 4°C. Journal of Food Chemistry, 102: 1061-1070.
- Schormuller, J. (1968). Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 1482-1537.
- Schormuller, J. (1969). Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band IV. Fette und Lipoide (LIPIDS), Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin: 872-878.
- Shakila, R., Jeyasekaran, G. and Vijayalakshmi, S. (2005). Effect of vacuum packaging on the quality characteristics of seer fish (*Scomberomorus commersonii*) chunks during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technology, 42: 438-443.
- Soccol, M.C.H., Oetterer, M., Gallo, C.R., Spoto, M.H.F. and Biato, D.O. (2005). Effects of Modified Atmosphere and Vacuum on the Shelf Life of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets. Brazilian Journal of Food Technology, 8(1): 7-15.
- Suvanich, V., Jahncke, M.L. and Marshall, D.L. (2000). Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. Journal of Food Science, 65(1): 24-29.
- Woywoda, 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 fisheries and aquatic sciences, 1448: 73-82.

Effect of vacuum packaging on the shelf-life and quality of *Hypophthalmichthys molitrix* fillets during storage in refrigerator temperature

Javaheri Baboli, M.[1], Velayatzadeh, M.[2*], Jagir, M.[3], Pashaei, A.[3]

1- Assistance Professor, Depatment of Fisheries science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2- Young Researchers and Elite Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
3- Depatment of Fisheries science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
*Corresponding author email: mv.5908@gmail.com
(Received: 2013/7/13 Accepted: 2015/7/15)

Abstract

Vacuum packaging is one of the appropriate methods in packaging and storage of fish products. In this study, chemical changes including pH, thiobarbituric acid (TBA), total volatile basic nitrogen (TVN) and microbial counts such as coliform bacteria, fecal coliform, salmonella and *Escherichia coli* in vacuum packed fillet of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)* was performed during 30 days storage at 4 ± 1 °C. Fresh silver carp fish samples (ranged 900 to 1200 g) were obtained and transported to the laboratory. Data were analyzed using SPSS 18 software. Results showed that the highest levels of TVN and pH were determined as 63.33 ± 1.82 mg/100 g and 6.81 ± 0.04 in the day 30, respectively. According to the results, TBA, TVN and pH values were increased during 30 days storage. Moreover, total bacterial count increased during the 30 days of storage. Results revealed that coliform counts were less than 2 log cfu/g during the 30 days of storage. Increasing trend of faecal coliform at the end of storage period was estimated as 2.38±0.01 log cfu/g. Considering the microbial populations and the chemical spoilage indicators (TBA and TVN), the shelf life of 15 days was established for the vacuum packaged fillet stored at 4±1°C.

Key words: Vacuum packaging, Fillet, *Hypophthalmichthys molitrix*, Shelf-life