magiran.com

بررسی اثر استات سدیم و بسته‌بندی در خلاء بر ویژگی‌های میکروبی، حسی و زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نگهداری شده در شرایط سرد

حلیمه اعتمادی؛ مسعود رضائی* و عبدالمحمد عابدیان

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی:٣٥٦-١٤١١٥

تاریخ دریافت: آذر ١٣٨٦ تاریخ پذیرش: دی ١٣٨٨

چکیده

در این مطالعه اثرات ضد میکروبی نمک استات سدیم (٢ درصد) بر خصوصیات میکروبی، بیوشیمیایی و حسی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بسته‌بندی شده در خلاء و نگه‌داری شده به صورت سرد (١±٢ درجه سانتیگراد) طی مدت ١٨ روز بررسی شد. میزان کل باکتری‌های هوازی مزوفیل ابتدایی ٢/٨٢ logcfu/g بود که نشاندهنده کیفیت بالای ماهی تهیه شده می‌باشد. باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های تحت خلاء بدون استات سدیم و تحت خلاء با استات سدیم بترتیب بعد از ١۴ و ١٨ روز نگهداری به حد مجاز قابل قبول (٧ logcfu/g) رسید در حالیکه تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک و آنتروباکتریاسه در طول دوره نگهداری کمتر از حد مجاز قابل قبول بود بنابراین تعیین زمان ماندگاری تیمارها توسط آنالیزهای میکروبی بر مبنای زمان رسیدن تیمارها به حد مجاز قابل قبول باکتری‌های سرمادوست قرار گرفت. تفاوت معنی‌داری بین مقادیر اسید تیوباربیتوریک و تری‌متیل‌آمین در نمونه‌های تحت خلاء بدون استات سدیم و تحت خلاء با استات سدیم وجود نداشت ($P>0.05$). با این وجود در اکثر زمانهای آزمایش مقادیر اسید تیوباربیتوریک و تری متیل‌آمین در نمونه‌های تحت خلاء با استات سدیم کمتر از نمونه‌های تحت خلاء بدون استات سدیم بود. طبق آنالیزهای میکروبی و بررسی‌های حسی، زمان ماندگاری نمونه‌های تحت خلاء و تحت خلاء با استات سدیم در این شرایط بترتیب ١۵ و ١٨ روز بود که نشانگر موثر بودن اثر استات سدیم در افزایش زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌باشد.

لغات کلیدی: فرآوری، بسته‌بندی در خلاء ، قزل‌آلای رنگین کمان، زمان ماندگاری

مقدمه

با توجه به درصد بالای اسید چرب غیراشباع در گوشت ماهیان، این محصولات در مقابل فساد چربی بسیار حساس هستند و این موضوع سبب شده تا حفظ کیفیت ماهی تازه، یکی از مسائل مهم مورد توجه صنعت ماهی و مصرف کنندگان باشد. بدین منظور فنون متفاوتی مثل سرد کردن محصول بلافاصله پس از صید، نگه‌داری در یخ (رضایی و همکاران، ١٣٨١) بسته‌بندی در خلاء و آتمسفر اصلاح شده، پرتودهی با اشعه UV و گاما (Savvadis *et al.*, 2002). استفاده از مواد ضد میکروبی مثل اسیدهای آلی و نمک آنها (Gelman *et al.*, 2001) همچنین استفاده از آنتی اکسیدانهای طبیعی و مصنوعی (Banergee, 2006) برای افزایش زمان ماندگاری محصولات دریایی و حفظ کیفیت ماهی بکار برده می‌شود. ماهیان حتی در دمای پایین نگه‌داری نیز ممکن است با فساد باکتریایی مواجه باشند. در نتیجه این فعالیت باکتریایی، ترکیبات فرار با وزن مولکولی پایین تولید می‌شوند. این ترکیبات بطور معمول سولفید هیدروژن، تری متیل آمین و آمونیاک بوده که عامل نامطلوب

* نویسندهٔ مسئول: rezaei_ma@modares.ac.ir

magiran.com

شدن گوشت، تشدید بوی نامطبوع و بی‌مزه شدن ماهی طی زمان نگهداری می‌باشند (Herbert *et al.*, 1971). از راهکارهای مفید ارائه شده استفاده از افزودنی‌ها با خاصیت آنتی میکروبی به محصولات دریایی مانند نمکهای سدیم اسیدهای آلی مثل استات سدیم، لاکتات سدیم، سیترات سدیم است که باعث کنترل رشد میکروبی، بهبود خصوصیات حسی و افزایش ماندگاری سیستمهای متنوع غذایی می‌شود بعلاوه این نمکها بی‌ضرر، اقتصادی و بطور وسیعی قابل دسترس می‌باشند (Sallam, 2007). در طول ۲۰ سال اخیر تحقیقات گسترده‌ای بر روی استفاده از نمکهای اسید لاکتیک و استیک در محصولات گوشتی و تعیین اثرات بازدارندگی آنها بر پاتوژن‌ها انجام گرفته است که اکثراً خاصیت آنتی‌باکتریایی این نمکها را تأیید می‌کنند (Jensen *et al.*, 2003). بسیاری از آنها کاهش pH را عامل اصلی این ویژگی می‌دانند و برخی گزارشات دیگر، جذب یونهای فلزی مورد نیاز باکتری‌ها بخصوص ca^{++} توسط این نمکها را عامل اصلی خاصیت آنتی‌باکتریایی معرفی می‌کنند. باکتری‌ها با کمبود ca^{++} در محیط مواجه شده رشد و تکثیر آنها تا حد زیادی کاهش می‌یابد (Kim *et al.*, 1995). در مطالعه موردی تغییرات کیفیت فیله‌های گربه ماهی و میگوی تیمار شده با استات سدیم، لاکتات سدیم و پروپیل گالات در طول نگه‌داری سرد مشخص کرد که استات سدیم با غلظت ۲ درصد بعنوان یک عامل کنترل کننده pH و طعم‌دهنده عمل می‌کند. همچنین در کنترل رشد فلور میکروبی طبیعی، در فیله گربه ماهی مؤثر است (Zhuang *et al.*, 1996). در مطالعه‌ای که Ita و همکاران (۱۹۹۱) انجام دادند، مشخص شد که لیستریا مونوسایتوژنز که یکی از مهمترین باکتری‌های فساد در محصولات دریایی کنسرو و دودی شده است، گزارشات زیادی مبنی بر اثر بازدارندگی اسیدهای آلی و نمک آنها بر لیستریا مونوسایتوژنز وجود دارد. بنابراین در تکنیکهای رایج نگه‌داری از جمله در شیوه سردسازی استفاده از این ترکیبات می‌تواند نقش موثری را در حفظ کیفیت ماهیان ایفا نماید.

در بین گونه‌های متفاوت پرورشی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*O. mykiss*) از نظر تولید بالای سالانه، قابلیت دسترسی برای مصرف کننده و پراکنش مناسب از اهمیت زیادی بین پرورش‌دهندگان و مصرف‌کنندگان برخوردار است و اغلب بصورت ماهی کامل از مغازه‌های خرده فروشی یا به صورت فیله شده و شکم خالی از سوپر مارکتهای بزرگ قابل تهیه است. نظر به ارزش اقتصادی و غذایی، درصد بالای تولید و شیوه‌های نگهداری موقت و عرضه این ماهی، بررسی کیفیت و تعیین زمان ماندگاری آن در یخ و تأثیرات بسته‌بندی‌های مختلف بر آن از جنبه‌های مهم مطالعات کیفی در بهداشت و تغذیه انسان بشمار می‌رود.

اهداف این مطالعه بررسی اثرات سدیم استات با غلظت ۲ درصد (بعنوان یک ترکیب نگه‌دارنده) در افزایش زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بسته‌بندی شده در خلاء و ارزیابی روند تغییرات بار میکروبی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و ارتباط آن با شاخصهای حسی در محدوده زمانی مورد نظر و در نهایت انجام یک مطالعه سیستماتیک بر روی تغییرات کیفی (میکروبیولوژی، شیمیایی و حسی) ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در طول دوره نگه‌داری به صورت سرد می‌باشد.

مواد و روش کار

تعداد ۳۹ ماهی قزل‌آلای پرورشی (*O. mykiss*) (با میانگین وزن ۳۰۰ گرم، میانگین طول ۲۷۰ میلیمتر حدوداً یکساله) از یکی از مزارع پرورشی واقع در شمال ایران در زمستان ۱۳۸۵ تهیه شد. نمونه‌ها از بین ماهیهای هم اندازه و سالم، بطور تصادفی انتخاب شدند و پس از صید داخل مخلوطی از آب و یخ قرار داده شدند تا توسط شوک سرمایی (Hypothermia) کشته شوند. نمونه‌ها در مدت ۳۰ دقیقه به آزمایشگاه واقع در دانشکده منابع طبیعی تربیت مدرس منتقل شدند. ماهیها با آب شسته شده و در طول مراحل آماده‌سازی در یخ نگه‌داری گریدند. پس از فلس‌گیری و تخلیه شکمی ماهیها دوباره شسته شدند. سه ماهی بعنوان نمونه روز صفر انتخاب شدند. ماهیهای باقیمانده به دو بخش تقسیم گردیدند، ۱۸ ماهی بخش اول در خلاء (دستگاه BOSS N84) بسته‌بندی شدند و ۱۸ ماهی باقیمانده درون محلول سرد شده (۴ درجه سانتیگراد) سدیم استات به مدت ۳۰ دقیقه و به نسبت ۱:۲/۵ غوطه‌ور و پس از ۵ دقیقه قرار دادن در هوای آزاد در خلاء بسته‌بندی شدند. بسته‌ها از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته کم و دارای ضخامت ۷۵ میکرومتر بودند. ماهیها به نسبت ۱:۲/۵ در محلول استات سدیم غوطه‌ور و پس از بسته‌بندی در خلاء درون جعبه‌های جداگانه قرار داده شدند و متعاقباً بر همه نمونه‌ها برچسب زده شد و در دمای ۱±۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ روز نگهداری شدند. در روزهای ۱۸، ۱۵، ۱۲، ۹، ۶، ۳ دوره نگه‌داری، سه ماهی از هر بخش بطور تصادفی انتخاب و به منظور تعیین پارامترهای کیفی (شیمیایی، میکروبیولوژیکی و حسی) مورد آزمایش قرار گرفت. کلیه آزمایشات در آزمایشگاههای واقع در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس نور انجام شد.

magiran.com

جهت آزمایشات میکروبی ۲۵ سانتیمترمربع از پوست ناحیه قدامی پشت ماهی با اتانول ۷۰ درصد ضدعفونی شد. سپس با انبرک و اسکارپل استریل قسمت ضدعفونی شده پوست کنی شد و ۱۰ گرم از گوشت زیرین برداشته شده و در۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل ۰/۸۵ درصد قرار داده شد و به مدت ۶۰ ثانیه در یک مخلوط‌کن آزمایشگاهی هموژن شد. سه ماهی از هر بخش بطور جداگانه نمونه‌برداری گردیدند.

برای شمارش کل باکتریهای هوازی مزوفیل و باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های تهیه شده، از محیط کشت پلیت کانت آگار (plate count agar) استفاده شد بعد از ساخت محیط کشت، با میکرو سمپلر ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های تهیه شده طبق دستورالعمل بالا، بر روی محیط کشت بطور سطحی پخش شد. پلیت کانت‌های کشت داده شده مربوط به کل باکتریهای هوازی مزوفیل بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در ۳۷ درجه سانتیگراد شمارش شدند و پلیت‌های مرتبط با باکتری‌های سرمادوست بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در ۷ درجه سانتیگراد شمارش شدند (Ben-Gigiry *et al.*, 1998). برای شمارش آنتروباکتریاسه از محیط کشت Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA) استفاده شد. ۰/۱ میلی‌لیتر نمونه بطور سطحی بر روی محیط VRBGA گسترش داده شد. شمارش آنتروباکتریاسه بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون پلیت ها در ۳۰ درجه سانتیگراد انجام شد. کلنی‌های بزرگ با هاله صورتی رنگ بعنوان آنتروباکترها شمارش شدند. برای شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک از محیط کشت deMan Rogosa and Sharpe Agar (MRS) استفاده شد. یک میلی‌لیتر نمونه با میکرو سمپلر به پتری دیش خالی منتقل گردید و یک لایه محیط کشت مایع آماده شده به نمونه اضافه شده پتری دیش را بطور سینوسی تکان داده تا نمونه با محیط کشت مخلوط شود و پس از سرد شدن، لایه باریک دیگری به لایه اولیه اضافه شد. برای ایجاد یک محیط بی‌هوازی پلیتهای کشت داده شده در جار بی‌هوازی حاوی ۲ گازپک C قرار داده شدند و در انکوباتور ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳-۲ روز نگهداری شدند. داده‌های حاصل از شمارش چشمی پلیت‌ها در عکس رقت ضرب شده، بر وزن نمونه برداشت شده تقسیم می‌شود و در لگاریتم قرار داده شد تا لگاریتم تعداد کلنی درواحد وزن (logcfu/g) بدست آید. نیمی از هر ماهی چرخ شد و مقادیر کافی از گوشت هموژن شده برای آنالیزهای شیمیایی برداشته شد. آزمایشات اسید تیو باربیتوریک (TBA) مطابق روش پیشنهاد شده توسط Egan و همکاران (۱۹۹۷) و تری متیل آمین (TMA) مطابق روش پیشنهادی AOAC (۲۰۰۲) انجام گرفت.

دو گروه نمونه در هر دوره زمانی نمونه‌برداری بوسیله ۵ نفر داور آموزش دیده از نظر فاکتورهای حسی مطابق با طرح درجه‌بندی انجمن اروپا به نام طرح EC (European Community) درجه‌بندی شدند. ظاهر پوست، آبشش، چشم و لعاب سطحی همچنین بوی ناشی از آبشش و بخش درونی هر ماهی در چهار درجه کیفی ارزیابی شدند. در طرح درجه‌بندی EC، کیفیت عالی، کیفیت مناسب (نسبت به وضعیت عالی، ماهی کاهش کیفی کمی دارد)، کیفیت خوب (هنوز مناسب برای فروش می‌باشد) و کیفیت بد (ماهی فاسد شده و دیگر برای فروش مناسب نیست) بترتیب با علامتهای E, A, B و C نشان می‌دهند (Howgate *et al.*, 1992). در نهایت نتایج درجه بندی ۵ پنلیست در مورد فاکتورهای کیفی در هر ماهی جمع شدند و درجه نهایی مربوط به هر فاکتور در هر تیمار تعیین شد. به درجات E, A, B و C بترتیب نمرات ۳، ۲، ۱ و ۴ داده شد. درصد درجات داده شده به هر تیمار در هر دوره زمانی در جداول مخصوص آورده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPSS انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی بدست آمده از آزمایشات میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف – اسمیرنوف (Kolomogorav – Smirnov) از تجزیه واریانس یک طرفه کاملاً تصادفی استفاده گردید. همچنین برای تعیین تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در دو تیمار مختلف T از غیرجفتی و برای بررسی تفاوتهای بین میانگین‌ها در زمانهای مختلف برای یک تیمار از آزمون دانکن (Duncan) استفاده گردید. لازم به ذکر است که در تمامی مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز برای رد Ho، ۵ درصد در نظر گرفته شد (Zar, 1999).

نتایج

تغییرات میکروبیولوژیک هر دو تیمار در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. بیشترین حد پیشنهاد شده برای کل باکتری‌های هوازی مزوفیل در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (۷ logcfu/g) بود (ICMSF, 1986) که نمونه‌های تحت خلاء بعد از ۱۵روز نگهداری به این حد رسیدند. باکتری‌های سرمادوست ابتدایی در نمونه‌ها ۲/۷۰ logcfu/g بود که بطور پیوسته افزایش یافت و در روزهای ۱۵ و ۱۸ نگه‌داری بترتیب در تیمارهای تحت خلاء و تحت خلاء با استات سدیم به ۷ logcfu/g رسید. مقدار

magiran.com

باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) ابتدایی به ماکزیمم مقدار ۴/۵۳ logcfu/g در نمونه‌های تحت خلاء در انتهای دوره نگه‌داری رسید. همچنین رشد آنتروباکتریاسه نسبت به سایر گروههای میکروبی کمتر بود.

تغییرات TBA ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در هر دو تیمار طی زمان نگهداری در نمودار ۱ آورده شده است. مقادیر TMA بدست آمده در این مطالعه بسیار کمتر ازحد مجاز پیشنهاد شده بود. نمودار ۲ تغییرات تری متیل آمین نمونه‌ها را نشان می‌دهد. قابلیت مصرف و فروش نمونه‌ها از نظر فاکتورهای حسی مطابق طرح درجه‌بندی انجمن اروپا برای هر دو تیمار در جدول ۳ آورده شده است. درصد درجات داده شده به هر تیمار در هر دوره زمانی در نمودارهای ۳ و۴ مشخص شده است.

جدول ۱ : تغییرات در فاکتورهای میکروبیولوژیک نمونه‌های بسته‌بندی شده در خلاء در طول دوره نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتیگراد

فاکتورها / زمان نگه‌داری (روز)	باکتری‌های سرمادوست	کل باکتری‌های هوازی مزوفیل	باکتری‌های اسید لاکتیک	آنتروباکتریاسه
۰	۲/۷۰±۰/۱۰^{e}	۲/۸۲±۰/ ۳۹^{e}	۱/۹۹±۰/۲۰^{e}	۱/۰٤±۰/۱۸^{d}
۳	۳/۷۱±۰/۲٦^{d}	۳/۱۲±۰/۱۱^{e}	۲/۱۰±۰/۰٤^{d}	۰/۷۸±۰/۰۹^{d}
٦	۵/۰۳±۰/۳۸^{c}	٤/۷۰±۰/۲۰^{d}	۲/۳۵±۰/۱۵^{cd}	۱/۲۱±۰/۱۲^{d}
۹	٦/۰٦ ±۰/٤۳^{b}	٤/۸۳±۰/۱۵^{d}	۲/۵۲±۰/۰۲^{c}	۲/۰۸±۰/۱۲^{dc}
۱۲	٦/۵۰±۰/۱۳^{b}	۵/۹۷±۰/۱۰^{c}	۲/۸٤±۰/۳٦^{bc}	۲/۲۵±۰/۰۳^{c}
۱۵	۷/۵۱±۰/۳۷^{a}	٦/۷۳±۰/۰٦^{b}	۳/۵۳±۰/۳۱^{b}	۳/۰۱±۰/۱۹^{b}
۱۸	۷/۷۵±۰/۰۱^{a}	۷/٦۳±۰/۲٦^{a}	٤/۵۳ ±۰/۰۸^{a}	۳/۹۷±۰/۱۲^{a}

* میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک مشترک در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمانهای مختلف است.

جدول ۲ : تغییرات در فاکتورهای میکروبیولوژی نمونه‌های بسته‌بندی شده در خلاء با تیمار استات سدیم در طول دوره نگهداری در دمای ۱±۲ درجه سانتیگراد

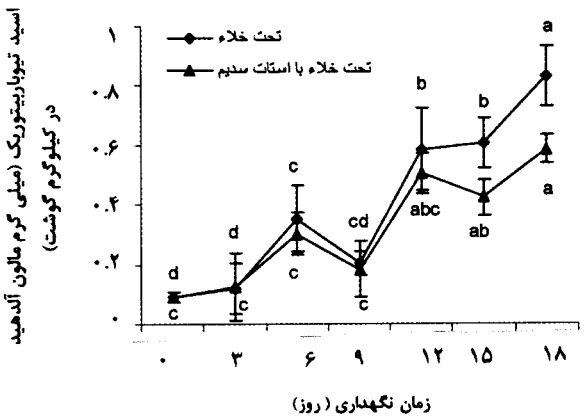
فاکتور ها / زمان نگه داری (روز)	باکتری های سرمادوست	کل باکتری ها ی هوازی مزوفیل	باکتری های اسید لاکتیک	انتروباکتریاسه
۰	۲/۷۰ ±۰/۱۰ c	۲/۸۲ ± ۰/۳۹ f	۱/۹۹ ± ۰/۲۰c	۱/۰٤±۰/۱۸ c
۳	٤/٤۵ ±۰/۳۰ bc	۳/۰۲ ± ۰/۱۳ ef	۲/۰۰ ± ۰/۰۵ b	۰/۸۲ ± ۰/۱۰ c
٦	۳/۵۳ ±۰/۵۹ b	۳/۷۵ ± ۰/ ۰۵ de	۲/۲۰ ± ۰/۰۷ b	۰/۹۳ ± ۰/۱۲ c
۹	٤/٤۲ ±۰/۲۱ b	۳/۹۹ ± ۰/۲۹ cd	۲/۳۳ ± ۰/۰۰ b	۱/۰۰ ± ۰/۱۱ c
۱۲	٦/۰۲ ±۰/٤۹ a	٤/۵۵ ± ۰/۰۹ c	۲/۵۲ ± ۰/۲۱ b	۱/۹۰ ± ۰/۰٤ b
۱۵	٦/۳۳ ±۰/۳۱ a	۵/٤۸ ± ۰/۰٦ b	۲/۷۲ ± ۰/۳۸ a	۲/۰۳ ± ۰/۳۳ b
۱۸	۷/۰۳ ±۰/۷۸ a	٦/۵٤ ± ۰/۳۱ A	۳/۸۲ ± ۰/۲۱ a	۳/۲۳ ± ۰/۳٦ a

* میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک مشترک در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمانهای مختلف است.

magiran.com

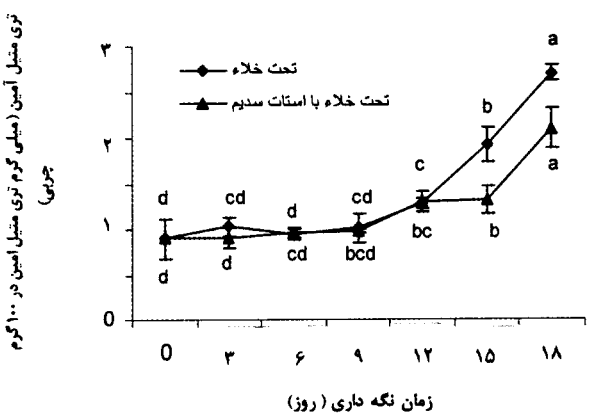
جدول ٣ : قابلیت پذیرش ماهیان بسته‌بندی شده در خلاء و بسته‌بندی شده در خلاء با تیمار استات سدیم از نظر فاکتورهای حسی مطابق طرح درجه‌بندی انجمن اروپا (EC scheme)

تیمار	نمونه‌های بسته‌بندی شده در خلاء							نمونه‌های بسته‌بندی شده در خلاء با تیمار استات سدیم						
روزهای نگهداری	٠	٣	٦	٩	١٢	١٥	١٨	٠	٣	٦	٩	١٢	١٥	١٨
پوست	E	E	A	A	B	B	C	E	E	E	A	A	A	B
چشم	E	E	A	A	B	B	C	E	E	E	A	A	B	C
بو	E	E	E	A	A	A	C	E	E	E	A	A	A	B
آبشش	E	E	A	A	B	B	C	E	E	A	A	B	B	B
ظاهر	E	E	A	A	B	B	C	E	A	A	B	B	B	C



نمودار ١ : تغییرات اسید تیو باربیتوریک ماهی قزل‌آلای رنگین کمان طی دوره نگه‌داری در دمای ١±٢ (n=٣)

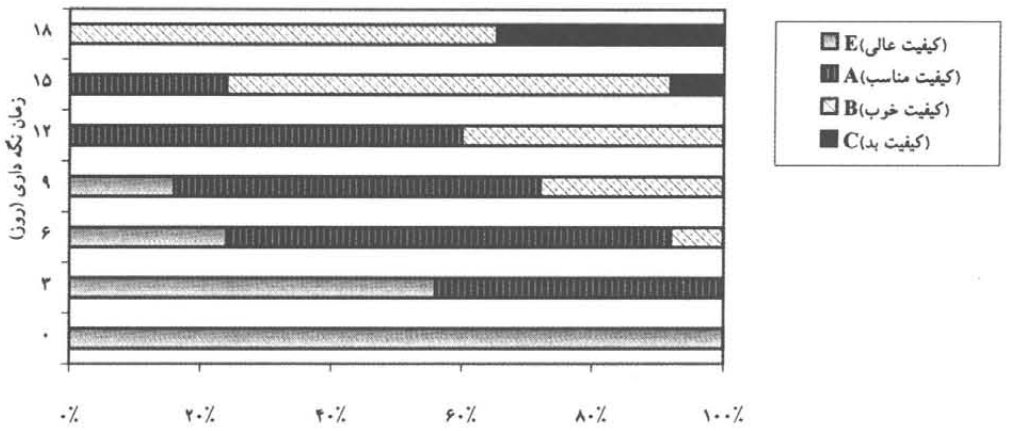
* میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک مشترک در هر منحنی نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمانهای مختلف است.



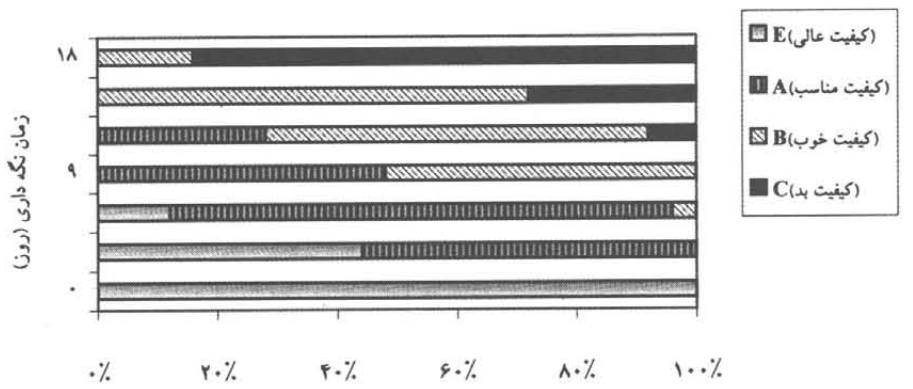
نمودار ٢ : تغییرات تری متیل آمین ماهی قزل‌آلای رنگین کمان طی دوره نگه‌داری در دمای ١±٢ (n=٣)

* میانگین ± انحراف معیار از میانگین، حروف کوچک مشترک در هر منحنی نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

magiran.com



نمودار ۳ : درصد امتیازات خواص حسی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بسته‌بندی شده در خلاء در هر روز نمونه‌برداری



نمودار ٤ : درصد امتیازات خواص حسی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بسته‌بندی شده در خلاء با تیمار استات سدیم در هر روز نمونه‌برداری

بحث

الگوی افزایش مقادیر باکتری‌های سرمادوست همه تیمارها مشابه با الگوی تغییرات کل باکتری‌های هوازی مزوفیل بود در حالیکه باکتری‌های سرمادوست مقادیر بالاتری از کل باکتری‌های هوازی مزوفیل داشت به همین دلیل تعیین زمان ماندگاری تیمارهای مختلف توسط آنالیزهای باکتریایی بر مبنای زمان رسیدن تیمارها به حد مجاز قابل قبول (۷ logcfu/g) برای باکتری‌های سرمادوست قرار دارد. هیچ تفاوت آماری در میزان باکتری‌های سرمادوست بین تیمارهای تحت خلاء و تحت خلاء استات سدیم وجود نداشت اگر چه از ششمین روز نگه‌داری تا انتهای دوره مقادیر باکتری‌های سرمادوست تحت خلاء استات سدیم به مراتب کمتر از تیمار تحت خلاء بود که احتمالاً به دلیل اثر بازدارندگی استات سدیم بر رشد باکتری‌های مسئول فساد می‌باشد. نتایج مشابهی در بررسی اثر استات سدیم بر روی فیله گربه ماهی (Zhuang *et al.*,; Kim & Heamberger, 1994 1996) فیله *L. lentjan* (Shalini *et al*, 2000) ؛ ماهی لکه مرواریدی (*E. suratensis*) (Manju *et al.*, 2007) و ماهی آزاد اقیانوس آرام (*O. nerka*) (Sallam, 2007) بدست آمد. افزایش باکتری‌های سرمادوست با زمان نگه‌داری در تیمارهای مختلف معنی‌دار بود که با نتایج بدست آمده توسط Hozbor و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه بر روی ماهی آزاد اقیانوس آرام مطابقت دارد.

مقدار کل باکتری‌های هوازی مزوفیل در تیمار تحت خلاء استات سدیم در انتهای دوره نگهداری کمتر از بیشترین حد پیشنهادی بود. محققین مقدار کل باکتری‌های هوازی مزوفیل

magiran.com

ابتدایی logcfu/g ۶-۲ را برای گونه‌های مختلف آب شیرین (تیلاپیا، باس راه راه (*Morone saxatilis*)، قزل‌آلای رنگین کمان، سوف نقره‌ای (*Bidyanus bidyanus*)) پیشنهاد دادند (Gelman *et al.*, 2001 ; Svvaidis *et al.*, 2002). میزان کل باکتری‌های هوازی مزوفیل ابتدایی در این مطالعه۲/۸۲ بود که نشاندهنده کیفیت بالای ماهی تهیه شده می‌باشد. اگر چه تفاوت معنی‌داری در مقدار کل باکتری‌ها بین تیمارهای تحت خلاء و تحت خلاء استات سدیم وجود نداشت ولی در طول دوره نگهداری کل باکتری‌های هوازی مزوفیل نمونه‌های تحت خلاء استات سدیم کمتر از تحت خلاء بود. روند افزایشی باکتری‌های اسید لاکتیک با زمان در تیمارهای تحت خلاء و تحت خلاء استات سدیم تا دوازدهمین روز نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشت که احتمالاً به دلیل کاهش رشد باکتری‌های اسید لاکتیک در دماهای پایین نگه‌داری می‌باشد. این نتایج با مطالعات Sallam و Samejim (۲۰۰۴) در ماهی آزاد مطابقت دارد. اگر چه مقادیر LAB در تیمار تحت خلاء استات سدیم تفاوت معنی‌داری با تیمار تحت خلاء نشان ندادند ولی در طول دوره نگه‌داری LAB در تیمار تحت خلاء استات سدیم کمتر از تحت خلاء بود. کاهش LAB در نمونه‌های تحت خلاء استات سدیم ممکن است به دلیل اثرات آنتی باکتریایی استات سدیم در این نمونه‌ها همچنین نشاندهنده اثرات بازدارندگی آن بر باکتری‌های گرم مثبت باشد. هر چند Lee و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که استات‌ها تأثیر کمی بر کاهش رشد باکتری‌های گرم مثبت در طول دوره نگهداری دارد. مقادیر باکتری‌های اسید لاکتیک در کلیه تیمارها طی دوره نگهداری زیر حد ۷ logcfu/g قرار داشت.

آنتروباکتریاسه بخشی از فلور میکروبی ماهی قزل‌الای رنگین کمان تازه نگهداری شده در ۱±۲ درجه سانتیگراد در طول دوره نگهداری بود که این نتایج با مطالعات انجام شده بر روی آنتروباکتریاسه در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Amanatudou *et al.*, 2000)، سیم دریایی (Papadopoulos *et al*, 2003)، قزل‌آلای رنگین کمان (Chytiri *et al.*, 2004)، ماهی آزاد اقیانوس آرام (Sallam, 2007) مطابقت دارد. افزایش باکتری‌های آنتروباکتریاسه با زمان در تیمارهای تحت خلاء و تحت خلاء با استات سدیم تا نهمین روز نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشت. اگرچه آنتروباکتریاسه‌ها در دمای پایین نیز قادر به رشد هستند ولی تکثیر و ازدیاد آنها تحت دماهای پایین نگه‌داری کاهش می‌یابد و فراوانی آنها بدلیل نرخ رشد پایین‌تر نسبت به سایر باکتری‌های گرم منفی سرمادوست در طول دوره نگهداری پایین می‌ماند (Papadopoulos *et al.*, 2003). پتانسیل فساد آنتروباکتریاسه بویژه در مواردی که آلودگی آب یا تأخیر در سردسازی بعد از صید اتفاق افتد، قابل توجه و دارای اهمیت است.

افزایش TBA طی دوره نگه‌داری در دو تیمار معنی‌دار بود که با نتایج گزارش شده توسط Manju و همکاران (۲۰۰۷)، Chaijan و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. روند افزایش TBA در طول مدت نگهداری ممکن است بدلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدانها در ماهیچه باشد. همچنین آلدئیدها بعنوان محصول ثانویه اکسیداسیون از شکست هیدروپرکسایدها ایجاد می‌شوند (Nishimoto و همکاران، ۱۹۸۵). کاهش میزان TBA در بعضی از روزهای نگهداری ممکن است بدلیل کاهش هیدروپرکسیدها و واکنش بین مالون آلدئید با پروتئینها، اسیدهای آمینه و گلیکوژن باشد که باعث کاهش مقادیر مالون آلدئید و متعاقباً کاهش TBA می‌شود (Gomes و همکاران، ۲۰۰۳). اگر چه بین تیمارهای، تحت خلاء و تحت خلاء با تیمار استات سدیم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی در اغلب روزهای نگه‌داری، مقادیر TBA در تیمار تحت خلاء استات سدیم کمتر از تحت خلاء بود که نشاندهنده اثر استات سدیم در کاهش اکسیداسیون لیپید به ویژه در مراحل انتهایی دوره نگهداری است که با نتایج بدست آمده توسط Manju و همکاران (۲۰۰۷) که مقادیر TBA بدست آمده از ماهی لکه مرواریدی تیمار شده با استات سدیم کمتر از نمونه کنترل بود. همچنین Rajesh و همکاران (۲۰۰۲) که مقادیر TBA در استیکهای ماهی Seer تیمار شده با استات سدیم کمتر از نمونه کنترل بود، مطابقت دارد. Shalini و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر استات سدیم بر فیله‌های *Lethrinus lentjan* در طول نگه‌داری در یخچال نتیجه گرفتند مقادیر TBA در نمونه‌های تیمار شده با استات سدیم بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. غیبت اکسیژن مولکولی در تیمارهای تحت خلاء تا حد زیادی باعث کاهش اکسیداسیون لیپید و درنتیجه کاهش TBA در تیمارها می‌شود. Lakshanan (۲۰۰۲) محدوده ۲-۱ میلیگرم مالون آلدئید بر کیلوگرم چربی را بعنوان حد قابل قبول مقادیر TBA در ماهیان معرفی کردند. مقادیر TBA در همه نمونه‌ها در این مطالعه از حد قابل قبول پیشنهادی در طول دوره نگهداری کمتر بود.

بیشتر محققین TMA را بعنوان مسئول اصلی مزه و بوی ویژه ماهی و محصولات دریایی می‌دانند (Gram & Huss,

magiran.com

1996) و بعنوان یک شاخص بیوشیمیایی برای ارزیابی کیفیت و تعیین زمان ماندگاری ماهیان استفاده می‌شود. دوره کمون ابتدایی تولید تری متیل آمین در نمونه‌های تحت خلاء و تحت خلاء با تیمار استات سدیم ۱۲ روز بود. بعد از این دوره، زمانیکه ماهی نزدیک به غیر قابل مصرف شدن و فساد می‌باشد TMA به سرعت افزایش می‌یابد بنابراین به نظر می‌رسد تری متیل آمین شاخص مناسب و قابل اعتمادی برای حدس درجه تازگی در مراحل ابتدایی دوره نگهداری نیست (Dewit *et al.*, 1990). Teskerdzicو Pifeifer (۱۹۸۷) مقدار ۱۰ میلیگرم TMA در ۱۰۰ گرم گوشت را بعنوان حد مجاز TMA برای قزل‌آلای نگهداری شده در ۴ درجه سانتیگراد پیشنهاد کردند. مقادیر TMA بدست آمده در این مطالعه بسیار کمتر ازحد مجاز پیشنهاد شده بود. افزایش اندک در مقدار تری متیل آمین نمونه‌ها احتمالاً به دلیل سطوح کم تری متیل آمین اکساید در گوشت این گونه ماهی می‌باشد که با نتایج Chytiri و همکاران (۲۰۰۴) و Sallam (۲۰۰۷) بترتیب بر روی قزل‌آلا و ماهی آزاد مطابقت دارد. از روز دوازدهم تا انتهای دوره نگه‌داری تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار در شاخص تری متیل آمین مشاهده شد در حالیکه بطور کل بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

ارزیابی حسی بعنوان یکی از روشهای سنجش کیفیت ماهیان طی دوره نگهداری در مطالعات بسیاری از محققین از جمله Aubourg و همکاران (۲۰۰۲)، Maca و همکاران (۱۹۹۷)، Williames و همکاران (۱۹۹۸) آمده و از آن بعنوان روشی مناسب جهت برآورد کیفیت ماهی طی دوره نگه‌داری نام برده می‌شود. هر دو تیمار از نظر ظاهر (لعاب خارجی) دچار افت کیفیت شدند که احتمالاً بدلیل اثر بسته‌بندی در افزایش تراوش آب و لعاب خارجی در ماهیان تحت خلاء باشد (Özoqul *et al.*, 2005).

ششمین روز نگهداری ۱۲ درصد ماهیان تحت خلاء بدون تیمار استات سدیم نمره E و حدود ۸۰ درصد نمره A داشتند که نشاندهنده بالا بودن کیفیت ماهی برای مصرف تا ششمین روز نگهداری است. حدود ۲۳ درصد از نمونه‌های تحت خلاء بدون تیمار استات سدیم در روز ۱۵ نگه‌داری نمره C و بقیه نمره B داشتند و کاهش کیفیت این ماهیان بیشتر از نظر خصوصیات چشم و ظاهر بود. نمونه‌های تحت خلاء تا روز ۱۵ نگهداری برای فروش مناسب بودند (چون بیش از ۷۵ درصد نمونه‌ها دارای نمره B یعنی دارای کیفیت خوب و مناسب برای فروش می‌باشند). تا نهمین روز نگهداری ۱۷ درصد ماهیان تحت خلاء تیمار شده با استات سدیم نمره E و۶۰ درصد نمره A داشتند. ماهیان در این تیمار تا روز ۹ نگهداری تازه باقی ماندند و در هجدهمین روز نگهداری ۳۳ درصد نمونه‌ها نمره C و بقیه نمره B داشتند. کاهش کیفیت ماهیان در این تیمار بیشتر از نظر فاکتورهای حسی چشم وظاهر ماهی اتفاق افتاد. با توجه به نتایج بدست آمده ماهیان تحت خلاء با تیمار استات سدیم تا انتهای دوره نگه‌داری برای فروش مناسب بودند (چون حدود ۷۰ درصد نمونه‌ها دارای نمره B یعنی دارای کیفیت خوب و مناسب برای فروش می‌باشند). زمان ماندگاری طبق نتایج ارزیابی حسی توصیف شده در بالا برای تیمارهای تحت خلاء و تحت خلاء استات سدیم بترتیب ۱۴ و ۱۸ روز بود.

با توجه به نتایج آنالیزهای میکروبی، شیمیایی و حسی زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بسته‌بندی شده در خلاء و تیمار شده با استات سدیم نسبت به نمونه‌های تحت خلاء روز افزایش داشت. اگر چه در بررسی فاکتورهای میکروبی و شیمیایی تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های تحت خلاء و تحت خلاء با تیمار استات سدیم وجود نداشت ولی در همه فاکتورها تیمار تحت خلاء با استات سدیم وضعیت بهتری داشت. بنابراین غوطه‌وری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در محلول ۲ درصد استات سدیم در کاهش ارگانیزم‌های مسئول فساد و به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی و در نهایتاً افزایش زمان ماندگاری محصول مؤثر است. بنابراین استفاده از روش غوطه‌وری در نمک استات سدیم جهت حفظ و نگهداری ماهیان تازه توصیه می‌شود.

منابع

رضایی، م. ؛ سحری، م.ع. ؛ معینی، س. ؛ صفری، م. ؛ رضاییان، م. و غفاری، ف. ، ۱۳۸۱. بررسی برخی خصوصیات کیفی چربی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) در زمان نگهداری به حالت انجماد. مجله علوم دریایی ایران، شماره ۴، صفحات ۵۵ تا ۶۴.

Amanatidou A., Schlüter O., Lemkau K., Gorris L.G.M., Smid E.J. and Knorr D., 2000. Effect of combined application of high pressure treatment and modified atmospheres on the shelf life of fresh Atlantic salmon. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 1:87–98.

magiran.com

AOAC, 2002. Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists. Association of Official Analytical Chemists, (14th ed.), Washington D.C., USA.

Aubourg S.P., Piñeiro C., Gallardo J.M. and Barros-Velazquez J., 2005. Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). Food Chemistry, 90:445–452.

Banergee S., 2006. Inhibition of mackerel (*Scomber scomberus*) muscle lipoxygenase by green tea polyphenols. Food Research & Technology, 39:486-491.

Ben-Gigirey B., Vieites Baptista de Sousa J.M., Villa T.G. and Barros-Velázquez J., 1998. Changes in biogenic amines and micro-biological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. Journal of Food Protection, 61:608–615.

De Wit J.S. and Rombouts F.M., 1990. Antimicrobial activity of sodiumlactate. Journal of Food Microbiology, 7:113–120.

Chaijan M., Benjakul S., Visessanguan W. and Faustman C., 2006. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. Food Chemistry, 99:83-91.

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. Journal of Food Microbiology, 21:57-165.

Egan H., Kirk R.S. and Sawyer R., 1981. Pearson's chemical analysis of foods (8th ed.). Academic Press, London, UK.

Gram L. and Huss H.H., 1996. Microbiologica lspoilage of fish and fishproducts. International Journal of Food Microbiology, 33:121–137.

Gelman A., Glatman L., Drabkin V. and Harpaz S., 2001. Effects of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond raised freshwater fish, silver perch (*Bidyanus bidyanus*). Journal of Food Protection, 64:1584–1591.

Gomes H.A., Silva E.N., Nascimento M.R.L. and Fukuma H.T., 2003. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. Food Chemistry, 80:433–437.

Herbert R.A., Hendrie M.S., Gibson D.M. and Shewan J.M., 1971. Bacteria active in the spoilage of certain foods. Journal of Applied Bacteriology, 34:41-50.

Howgate P., Johnston A. and Whittle K.J., 1992. Multilingual guide to EC freshness grades for fishery products. Marine Laboratory, Scottish Oyce of Agriculture, Environment and Fisheries Department, Aberdeen, UK. pp.190-196.

Hozbor M.C., Saiz A.I., Yeannes M.I. and Fritz R., 2006. Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudopercis semifasciata*). Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie/LWT. Food Science and Technology, 39:99–104.

ICMSF (International Commission Micro-biological Specification for Foods, 1986. Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications (2nd ed.). Buffalo, NY, University of Toronto Press.

Ita P.S. and Hutkins R.W., 1991. Intracellular pH and survival of Listeria monocytogenes Scott A in tryptic soy broth containing acetic, lactic, citric and hydrochloric acids. Journal of Food Protection, Vol. 54, No. 1, pp.15–19.

magiran.com

Jensen J.M., Robbins K.L., Ryan K.J., Homco-Ryan C., McKeith F.K. and Brewer M.S., 2003. Effects of lactic and acetic acid salts on quality characteristics of enhanced pork during retail display. Meat Science. 63:501-508.

Kim C.R., Hearnsberger J.O., Vickery A.P., White C.H. and Marshal D.L., 1995. Extending shelf life of refrigerated catfish fillets using sodium acetate and mono potassium phosphate. Journal of Food Preservation, 58:644–647.

Kim C.R. and Hearnsberger J.O., 1994. Gram negative bacteria inhibition by lactic acid culture and food preservatives on catfish fillets during refrigerated storage. Journal of Food Science. Vol. 59, pp.513-516.

Lakshmanan P.T., 2000. Fish spoilage and quality assessment. *In*: T.S.G. Iyer, M.K. Kandoran, Mary Thomas, & P.T. Mathew (Eds.), Quality assurance in seafood processing (pp.26–40). Cochin: Society of Fisheries Technology (India).

Maca J.V., Miller R.K. and Acuff G.R., 1997. Microbiological, sensory and chemical characteristics of vacuum-packaged ground beef patties treated with salts of organic acids. Journal of Food Science, 62:591–596.

Manju S., Leema Jose, Srinivasa Gopal T.K., Ravishankar C.N. and Jose L., 2007. Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of Pearlspot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. Food Chemistry, 102:27-32.

Nishimoto J., Suwetja I.K. and Miki H. 1985. Estimation of keeping freshness period and practical storage life of mackerel muscle during storage at low temperatures. Memoirs of the Faculty of Fisheries Kagoshima University. 34:89–96.

Özogul Y., Ö zyurt G., Ö zogul F., Kuley E., and Polat A., 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chemistry, 92:745–751.

Papadopoulos V., Chouliara I., Badeka A., Savvaidis I.N. and Kontominas M.G., 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured seabass (*Dicentrar chuslabrax*) storedinice. Journal of Food Microbiology, 20:411–420.

Rajesh R., Ravishankar C.N., Srinivasa Gopal T.K. and Varma P.R.G., 2002. Effect of vacuum packaging and sodium acetate on the shelf life of seer fish during iced storage. Packaging Technology and Science. Vol. 15, No. 5, pp.241–245.

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

Sallam Kh.I. and Samejima K., 2004. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie/ LWT. Food Science and Technology, 37:865–871.

Savvaidis I.N., Skandamis P.N., Riganakos K.A., Panagiotakis N. and Kontominas M.G., 2002. Control of natural microbial flora and Listeria monocytogenes in vacuum packaged trout at 4 and 10°C using irradiation. Journal of Food Protection, 65:515–522.

magiran.com

Shalini R., Indra Jasmine G., Shanmugam S.A. and Ramkumar K., 2000. Sodium acetate and vacuum packaging to improve shelf life of refrigerated *Lethrinus lentjan* fillets. Fishery Technology, 37:8–14.

Teskeredzic Z. and Pfeifer K., 1987. Determining the degree of freshness of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) cultured in brackish water. Journal of Food Science, 52:1101–1102.

Williams S.K. and Phillips K., 1998. Sodium lactate affects sensory and objective characteristics of tray-packed broiler chicken breast meat. Poultry Science, 77:765–769.

Zar J.H., 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall International, Inc. 660P.

Zhuang R.Y., Huang Y.W. and Beuchat L.R., 1996. Quality changes during refrigerated storage of packaged shrimp and catfish fillets treated with sodium acetate, sodium lactate or propyl gallate. Journal of Food Science, 61:241–244.

magiran.com

Antibacterial effects of sodium acetate on vacuum packaged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in chilled storage

Etemadi H.; Rezaei M.* and Abedian Kenary A.M.

Marine Science and Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, P.O. Box 46414-356 Noor, Iran

Received: December 2007 Accepted: January 2010

Keywords: Processing, Vacuum packed, Rainbow trout, Shelf life

Abstract

We investigated antibacterial effects of sodium acetate (2%) on microbial, biochemical and sensory characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vacuum packed and stored during 18 days at 2±1°C. Initial total bacteria count was 2.82 logcfu/g, indicating quality of the prepared fish was high. Psycrotrophic bacteria of untreated and treated vacuum packed samples reached maximum acceptable limit (7 logcfu/g) after 14 and 18 days of storage, respectively. Entrobacteriaceae and lactic acid bacteria count were lower than maximum acceptable limit during 18 days. Therefore, we based determination of microbial assessment of products shelf life on time to reach maximal acceptable limit for Psycrotrophic bacteria in treatments. There were no significant difference ($P>0.05$) between vacuum packed and sodium acetate vacuum packed samples in TBA and TMA values. During most of examination time, TBA and TMA values of sodium acetate vacuum packed samples were lower than untreated vacuum packed samples. According to microbial and sensory analyses, shelf life of vacuum packed and sodium acetate vacuum packed samples was 15 and 18 days, respectively. This is an indication of positive antibacterial effects of sodium acetate on shelf life extension of rainbow trout products.

* Corresponding author: rezai_ma@modares.ac.ir