شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

صفحات ۱۹۷-۱۸۴

ارزیابی کیفیت و زمان ماندگاری میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) تازه، طی نگهداری در یخ فالوده‌ای (Slurry ice)

محمد علی خانلر[۱]، سیدمهدی اجاق[۲،۳]، بهاره شعبانپور[۴]، علی‌رضا عالیشاهی[۲]، سید ولی حسینی[۵]*

۱. دانشجو دکتری گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳. دانشیار گروه فراوری آبزیان، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۴. استاد گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۵. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۷/۲۵

چکیده

میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) گونه مهم و غالب پرورشی در سرتاسر جهان می‌باشد. ارزیابی کیفیت و زمان ماندگاری میگوی تازه قبل از تیمار نگهدارنده (متابی سولفیت سدیم) طی فرایند برداشت ضروری است. روش های مختلف نگهداری، شامل نگهداری در یخچال (۴°C) (تیمار A) و نگهداری در یخ پودری (تیمار B) و یخ فالوده‌ای (تیمار C)، بر کیفیت و زمان ماندگاری میگوی پاسفید غربی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، آزمایش‌های مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، تیوباربیتوریک اسید (TBARS)، مقادیر اسیدیته و آزمایش های میکروبی شامل شمارش کلی باکتری‌ها (APC) و شمارش باکتری‌های سرمادوست (PTC) طی ۱۲ روز (هر دو روز یک‌بار) انجام شد. افزایش میزان (TVB-N، TMA-N، TBA) و (PV) طی دوره نگهداری در یخ فالوده‌ای به شکل معنی‌داری در مقایسه با یخ پودری و یخچال (۴°C) کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). زمان ماندگاری نگهداری میگوی در یخچال (۴°C)، ۶ روز بود. روند رشد باکتری‌های هوازی (APC)، باکتری‌های سرماپسند (PTC) در نمونه‌های نگهداری شده در یخچال در مقایسه با دو تیمار دیگر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). به طور کلی، نتایج حاکی از عملکرد بهتر تیمار (C) یخ فالوده‌ای در حفظ کیفیت میگوها طی ۱۲ روز نگهداری بود.

واژگان کلیدی: میگوی پاسفید غربی، یخ فالوده‌ای، کیفیت، زمان ماندگاری، یخ‌گذاری.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۸۱۷۳۲۵۲۳۱۳۹+ ایمیل: mahdi_ojagh@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

فراورده‌های دریایی منبع مهمی از مواد مغذی بوده که استفاده از آن در رژیم غذایی انسان به‌ویژه از دیدگاه سلامتی مورد توجه قرار گرفته است. از جمله مواد منابع مهم دریایی می‌توان به میگو اشاره کرد که غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع بلندزنجیر، اسیدهای آمینه و پپتیدها بوده که در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی نقش دارد. در همین راستا افزایش تقاضا برای غذاهای دریایی تازه رو به افزایش است، این در حالی است که برای پاسخگویی به تقاضای مصرف-کنندگان برای غذاهای تازه، افزایش زمان ماندگاری میگوی تازه، هنگام نگهداری در یخچال مورد استقبال بیشتری قرارگرفته است (Chouliara *et al.*, 2008). در حال حاضر گونه پرورشی غالب در جهان میگوی پا سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) متعلق به خانواده پنائیده است. در ایران نیز گونه اصلی پرورشی در سال‌های اخیر بوده است که یکی از مهمترین محصولات صادراتی غیرنفتی با ارزش به حساب می‌آید.

به‌دلیل فعالیت بیوشیمیایی، کاهش کیفیت ظاهری، شیمیایی و فیزیکی آن‌ها پس از صید آغاز می‌گردد (Mastromatteo *et al.*, 2010). آبزیان حاوی مقادیر زیادی ترکیبات ازت‌دار غیر پروتئینی و آنزیم‌های اتولیتیک می‌باشد که همراه با میکروارگانیزم‌های عامل فساد منجر به توسعه سریع تغییرات نامطلوب کیفی و ظاهری پس از صید می‌شوند (Jiang, 2014). زمان ماندگاری و کیفیت ظاهری میگو در طول فرایند برداشت، عمل آوری و نگهداری، در پذیرش مصرف کننده یا خریدار، تعیین کننده بوده و یکی از مسائل مورد توجه صنعت آبزیان می‌باشد (Parisenti *et al.*, 2011). به صورت سنتی در صنعت میگو به‌منظور کاهش افت کیفیت محصول از یخ پودری حاصل از آب شیرین در اتاق سرد ۴ درجه سانتی‌گراد (به‌جهت کاهش آسیب فیزیکی به محصول) نسبت به یخ خرد شده استفاده می شود (Piñeiro *et al.*, 2004). همچنین در مطالعات مختلف تأثیر استفاده از یخ فالوده‌ای با مزیت سرعت سردسازی بیشتر با توجه به کاهش سرعت رشد میکروبی و افزایش زمان ماندگاری برای طیف وسیعی از گونه‌های آبزیان گزارش شده است (Kauffeld *et al.*, 2010).

بررسی تاثیر فناوری‌های جدید مثل استفاده از ازن در یخ های پودری (Okpala, 2015) و استفاده ترکیبی آن با یخ فالوده‌ای در یک سیستم ترکیبی برای جلوگیری از واکنش‌های قهوه‌ای شدن با هدف افزایش زمان ماندگاری در گونه‌های سالمون (*Oncorhynchus kisutch*) (Rodríguez *et al.*, 2008)، سوف‌ماهیان (*Sparus aurata*) (Tejada and Huidobro, 2002)، سی‌باس (*Dicentrarchus labrax*) (Cakli *et al.*, 2006)، ماکرل (*Trachurus trachurus*) (Losada *et al.*, 2004b)، میگو صورتی (*Parapenaeus longirostris*) (Huidobro *et al.*, 2002)، مطالعه شده است. اگر چه مزایا و کاربردهای یخ فالوده‌ای به خوبی شناخته شده است، اما مطالعاتی بر تاثیر آن روی میگوی پاسفیدغربی پرورشی در ایران که از لحاظ ویژگی‌های ظاهری روند متفاوتی را پس از برداشت دارا می‌باشد، انجام نشده است. این مطالعه بخشی از یک مطالعه استراتژیک با هدف برنامه‌ریزی عملیاتی استفاده از یخ فالوده‌ای و مقایسه آن با یخ پودری و درجه حرارت یخچال در نگهداری محصول بوده است که تاثیر آن را بر پارمترهای شیمیایی و میکروبی میگوی پاسفیدغربی، در طول دوره نگهداری به مدت ۱۲ روز بررسی می‌کند.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیه میگو، آماده‌سازی نمونه‌ها و یخ گذاری

انتخاب میگوها به صورت تصادفی از ۳۰ استخر ۱/۸ هکتاری در ۳ مزرعه پرورشی سایت گمیشان واقع در استان گلستان از بین میگوهایی با اندازه و وزن یکسان انجام شد. میانگین وزن میگوهای برداشت شده ۳±۱۷ گرم و مقدار کل میگوهای تهیه شده ۱۵۰ کیلوگرم (۸۰۰۰-۹۰۰۰ عدد میگو) بود. در مرحله بعد پس از صید و شستشو میگوهای پرورشی در مزرعه به مدت ۲ دقیقه در محلول آب سرد (۱ تا ۱- درجه سانتی‌گراد) غوطه‌ور شدند، سپس در مرحله بعد به تیمارهای روش های نگهداری شامل تیمار A (نگهداری در یخچال (۴°C))، تیمار B (نگهداری در یخ پودری با نسبت ۱/۱، یک لایه یخ و یک لایه میگو)، تیمار C (نگهداری در یخ فالوده‌ای) تقسیم و در جعبه‌های پلی‌استایرن

Archive of SID

www.SID.ir

قرار گرفتند. برای تولید یخ فالوده‌ای از دستگاه (LRS-2T, Shenzhen Lier Machinery Equipment Co., ltd, China) استفاده شد. ترکیب یخ فالوده‌ای شامل ۸۰ درصد یخ و ۲۰ درصد آب بود که از دریچه شوری با میزان شوری ۳ درصد تهیه شد و درجه حرارت متوسط مرکز نمونه‌ها بین (°C ۱/۰- تا ۱/۶-) بود. همچنین برای تولید یخ پودری از دستگاه (BREMA GB 903 A, Brema Ice Makers Made in Italy) استفاده شد. درجه حرارت متوسط مرکز نمونه‌های غوطه ور در یخ پودری بین (°C۴ تا ۱) بود. آنگاه نمونه‌ها با حفظ درجه حرارت و شرایط صحیح انتقال، به آزمایشگاه شیمی انتقال داده شدند. در طی روزهای نگهداری هر روز مقداری یخ تازه به منظور جبران یخ‌های ذوب شده و همچنین ثابت نگه-داشتن دمای داخلی جعبه‌ها، اضافه گردید. فاکتورهای شیمیایی، میکروبی در روزهای صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش‌ها در ۳ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت.

۲.۲. اندازه‌گیری اسیدیته (TA= Titratable acidity)

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از محلول سود ۰/۱ نرمال و با استفاده از رابطه زیر محاسبه و بر حسب درصد اسید غالب گزارش شد (Tiwari *et al.*, 2008).

$$C = \frac{V \times N \times Meq}{W} \times 100$$

به‌طوری که در رابطه فوق W وزن نمونه، V حجم سود مصرفی، C اسیدیته بر حسب اسید سیتریک بر حسب گرم بر صد میلی‌لیتر، N نرمالیته سود و Meq اکی والان اسید غالب می‌باشد.

۳.۲. پراکسید (PV= Peroxide value)

میزان پراکسید در هر سه تیمار از روش Kirk و Sawyer (۱۹۹۱) استفاده شد. ۴۰ گرم نمونه چرخ شده میگو با ۱۰۰ میلی لیتر کلروفرم مخلوط و با کاغذ صافی واتمن صاف گردید. ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده را برای استخراج چربی درون بشر ریخته و درون آون قرار داده تا کلروفرم آن تبخیر (اختلاف وزن بشر پس از تبخیر کلروفرم بیانگر وزن روغن خواهد بود) و ۲۵ میلی‌لیتر دیگر را درون ارلن ریخته و ۳۷ میلی‌لیتر اسید استیک به آن اضافه شد. به محلول یک میلی‌لیتر محلول یدور پتاسیم اشباع اضافه گردید. پس از یک دقیقه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر محلول نشاسته به‌محلول اضافه و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر شد تا رنگ محلول از زرد به سفیدی شیری تغییر یابد. میزان پراکسید (میلی اکی والان O2 در کیلوگرم چربی میگو) از رابطه زیر مورد محاسبه قرار گرفت (Kirk and Sawyer, 1991).

$$PV = \frac{\text{تیوسولفات مصرفی} \times 0.1 \times 100}{\text{وزن روغن}}$$

۴.۲. اندازه‌گیری تیوباربیوتوریک اسید (TBARS)

در این آزمایش از روش Nirmal و Benjakul (۲۰۰۹) استفاده شد که مقدار ۱۰ گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بطری انتقال داده شد و سپس با ۳۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک آن را به‌حجم رسانده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول فوق را داخل لوله‌های آزمایش ریخته و داخل سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه در دور(rpm) g ۳۶۰۰ قرار داده شد. ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های خشک درب دار وارد کرده و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBARS افزوده گردید. لوله‌های درب دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه قرارگرفته و پس‌ازآن در دمای محیط سرد شدند. توسط دستگاه اسپکتروفتومتری مقدار جذب در ۵۳۲ نانومتر در مقابل شاهد خوانده شد (Nirmal and Benjakul, 2009).

۵.۲. اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N= Total volatile basic - nitrogen)

۱۰ گرم گوشت چرخ شده میگو را همراه با ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن کلدال ریخته، سپس چند عدد پرل شیشه‌ای به همراه اکتان نرمال (ضد کف) به آن اضافه می‌گردد. سپس بالن را به دستگاه وصل کرده و از زیر به آن حرارت داده شد. در انتهای دستگاه یک ارلن مایر ۲۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

میلی‌لیتری نیز حاوی ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید-بوریک ۲٪ (۲ گرم اسید بوریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم رسانده) به همراه چند قطره معرف متیل رد (۰/۱ گرم متیل رد در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول به حجم رسانده) قرار داده شد. متیل‌قرمز در محیط اسیدی قرمزرنگ و در محیط بازی زرد رنگ می‌باشد. عمل تقطیر تا گذشت ۳۰ دقیقه از زمان جوشش مواد درون بالن، یا جمع شدن حدود ۱۲۵ میلی‌لیتر مایع در ارلن مایر ادامه یافت. محلول اسیدبوریک به‌محض قلیایی شدن توسط بازهای ازته فرار تقطیرشده زردرنگ می-شود. عمل تیتراسیون این محلول توسط اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا جایی ادامه می‌یابد که اسید بوریک دوباره قرمز شود. مقدار TVB-N به‌صورت میلی‌گرم در صد گرم گوشت ماهی با توجه به رابطه زیر به دست می‌آید (Malle and Tao, 1987).

۱۴×میزان اسیدسولفوریک مصرفی= TVB-N

۶.۲. اندازه‌گیری TMA-N (Trimethylamine nitrogen)

برای اندازه گیری تری‌متیل‌آمین از روش Kirk و Sawyer (۱۹۹۱) استفاده شد. جهت تهیه عصاره بافت میگو ۱۰ گرم از عضله میگو را با ۳۰ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید ۷/۵ درصد مخلوط کرده و سپس با دستگاه هموژنایزر به‌مدت ۲ دقیقه یکنواخت شد تا محلول شیری رنگ حاصل شود. در مرحله بعد بافت یکنواخت شده در سرعت (rpm) g ۲۵۰۰ دور و به مدت ۱۰۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و مواد جامد ته-نشین شده و محلول فوقانی که شفاف می‌باشد به عنوان عصاره بافت عضله میگو مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تهیه محلول‌های استاندارد ۱۲۳ میلی لیتر محلول استاندارد با آب مقطر به ۴ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس با تعیین میزان جذب نور منحنی استاندارد رسم شد. در این آزمایش یک لوله به عنوان شاهد، استاندارد و مجهول را نشان می دهد. با تعیین میزان جذب نور در نمونه مجهول و با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده میزان TMA-N در عضله میگو محاسبه شد (Kirk and Sawyer, 1991).

۷.۲. شمارش باکتری‌های سرماپسند (PTC= Psychrophilic Bacterial Count)

برای شمارش PTC از نمونه‌های تهیه شده، از محیط پلیت کانت آگار استفاده شد. پلیت های مربوط به باکتری‌های سرمادوست بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شمارش شدند (Hovda *et al.*, 2007).

۸.۲. شمارش باکتری‌های هوازی (APC= Aerobic plate count)

طبق روش AOAC (۲۰۰۵) برای آزمایش‌های میکروبی ۱۰ گرم از نمونه گوشت فیله در ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی ریخته و هموژن شده و متعاقب آن رقت‌های موردنیاز تهیه گردید. ۱ میلی‌لیتر از هر رقت برای کشت باکتری‌ها به روش پور پلت در محیط پلیت کانت آگار قرار گرفت. نمونه‌های کشت داده شده در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت برای شمارش تعداد باکتری‌های هوازی قرار گرفتند و پس از طی مدت انکوباسیون، کلونی‌ها شمارش شدند در صورت نیاز (بالا بودن تعداد باکتری‌ها در یک پلیت) رقیق‌سازی نمونه‌ها در محلول سرم فیزیولوژی انجام شد (Mu *et al.*, 2012).

۹.۲. تجزیه و تحلیل آماری

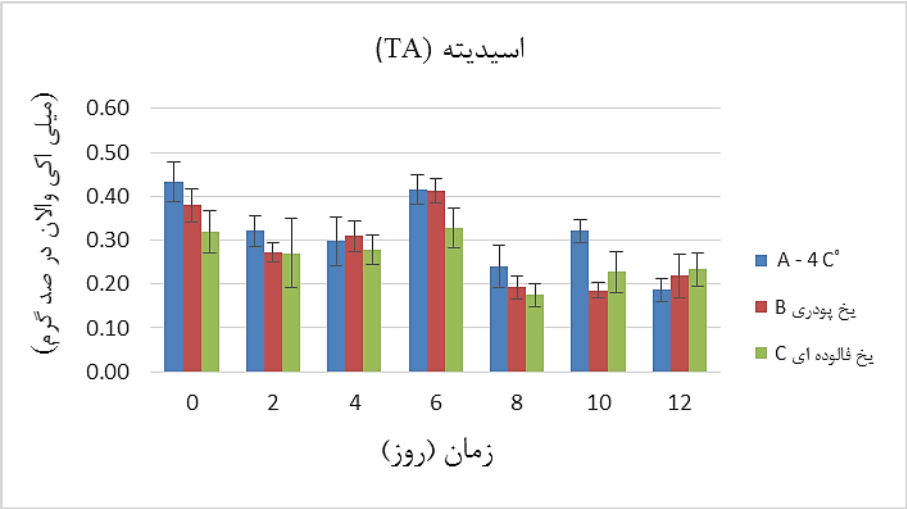
نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد و از آزمون لون (Leven) برای همگنی واریانس استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از سه تیمار از آنالیز واریانس دوطرفه (ANOVA) و برای بررسی تفاوت‌های بین میانگین‌ها در زمان‌های مختلف برای یک تیمار و بین دو تیمار در یک زمان از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ استفاده گردید، برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (18) استفاده گردید و شکلها با استفاده از نرم‌افزار Excel (2016) ترسیم شد.

۳. نتایج

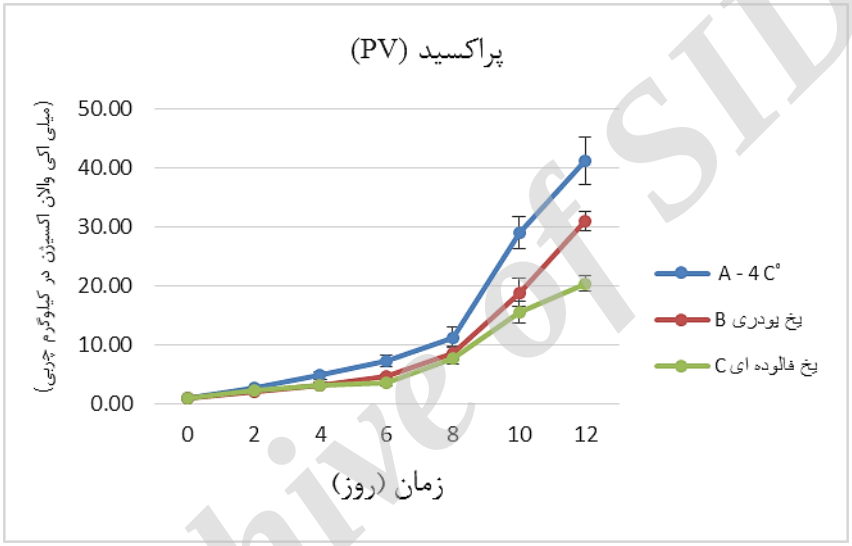
۱.۳. فراسنجه‌های شیمیایی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ – روند تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون TA تیمارهای مختلف طی ۱۲ روز.



شکل ۲ – روند تغییرات پراکسید (PV)، (میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی میگو) در تیمارهای مختلف طی ۱۲ روز.

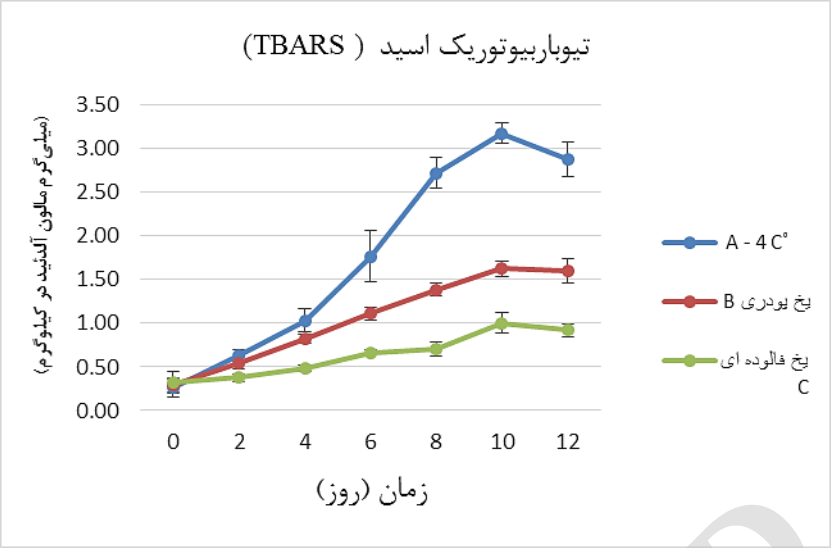
تغییرات در میزان TA در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می شود میزان اسیدیته سه تیمار A، B و C طی دوره نگهداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$). تغییرات در میزان PV در میگو پرورشی به هنگام نگهداری در شکل ۲ نشان داده شده است. میزان پراکسید در هر سه تیمار با افزایش زمان ماندگاری تا روز هشتم به صورت پیوسته روند افزایشی را نشان داد. پس از روز هشتم رشد ناگهانی در هر سه تیمار دیده شد ($P<۰/۰۵$). در این بین تیمار A به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و تیمار C روند کندتری را داشت. بیشترین میزان PV برای تیمار A ۴۵/۷۳ (میلی‌اکی‌والان در صد گرم گوشت) و در روز دوازدهم نگهداری مشاهده شد، از روز چهارم تا انتهای دوره نگهداری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$).

تغییرات در میزان TBARS در میگو پرورشی به هنگام نگهداری در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان TBARS در از ابتدای دوره نگهداری تا روز دهم نگهداری افزایش یافت. بیشترین میزان TBARS برای تیمار A و در روز دهم مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

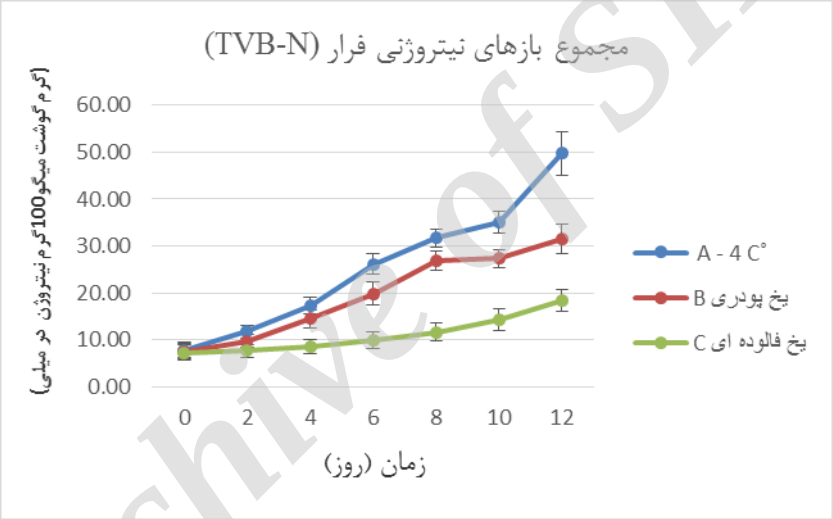
تغییرات در میزان TVB-N تیمارهای مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. میزان TVB-N با طی دوره نگهداری به طور کلی افزایش معنی داری یافت ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان TVB-N در تیمار A و در روز دوازدهم مشاهده شد که با میزان TVB-N بین روزهای نگهداری اختلاف معناداری داشت ($P<۰/۰۵$). همچنین در تیمار C کمترین میزان

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ – روند تغییرات تیوباربیتوریک اسید TBARS (میلی‌گرم مالون‌آلدهید در کیلوگرم گوشت میگو) تیمارهای مختلف طی ۱۲ روز.



شکل ۴ – روند تغییرات مجموع بازهای نیتروژنی فرار TVB-N (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت میگو)، تیمارهای مختلف طی ۱۲ روز.

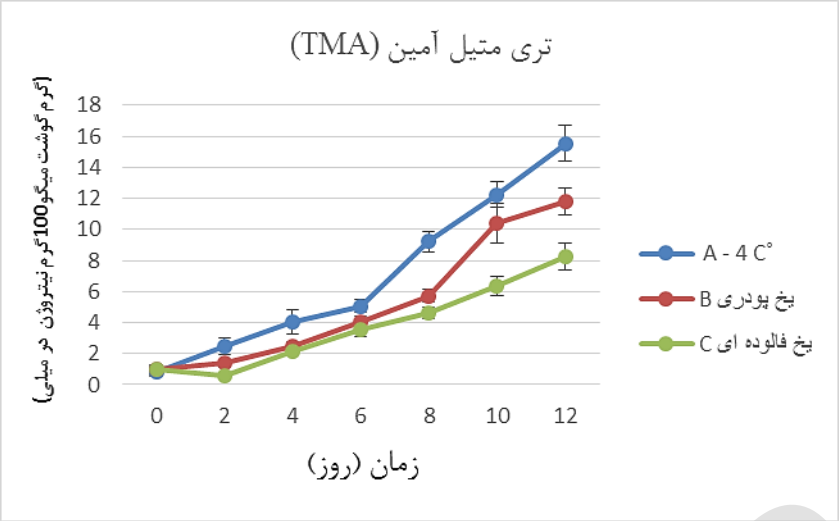
TVB-N مشاهده شد، این در حالی است که بین روزهای نگهداری رابطه معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$).

تغییرات در میزان TMA-N تیمارهای مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان TMA-N طی دوره نگهداری روندی صعودی داشته است، به طوری‌که این روند در تیمار A بیشتر از تیمار B و C بود. بیشترین میزان TMA-N برای تیمار A در روز دوازدهم مشاهده شد و بین روزهای مختلف نگهداری نیز اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$). همچنین کمترین میزان TMA-N نیز متعلق به تیمار C در روز دوم بود و مقادیر TMA-N این تیمار از روز هشتم تا انتهای دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار A، B پایین‌تر بود ($P<۰/۰۵$).

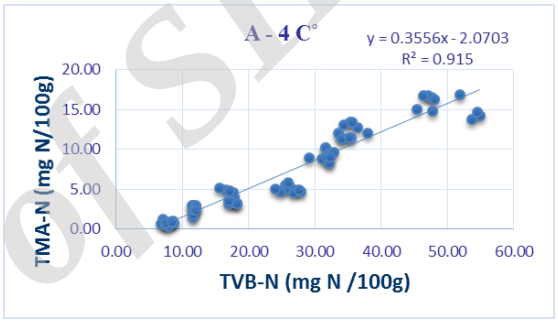
مقایسه روند تغییرات تری‌متیل آمین TMA-N (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰گرم گوشت میگو) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار TVB-N (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت میگو) در تیمارهای مختلف طی ۱۲ روز به همراه تابع و ضرایب همبستگی TMA-N و TVB-N طی دوره نگهداری در تیمارهای A، B، C به‌ترتیب در شکل ۱-۶، ۲-۶، ۳-۶ نشان داده شده است. با انجام آنالیز همبستگی بین TMA-N و TVB-N در تیمارهای مختلف نتایج نشان می‌دهد که با افزایش میزان TMA-N، در

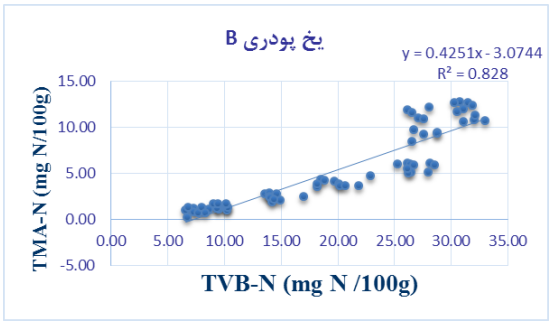
Archive of SID

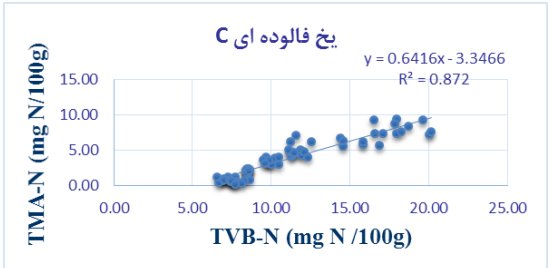
www.SID.ir



شکل ۵ – روند تغییرات تری‌متیل‌آمین نیتروژن TMA-N (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت) تیمارهای مختلف طی ۱۲ روز.







شکل ۶ – (۱) مقایسه تری متیل آمین نیتروژن و مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمار A، (۲) مقایسه تری متیل آمین نیتروژن و مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمار B و (۳) مقایسه تری‌متیل آمین نیتروژن و مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمار C.

تیمارهای مختلف (با ضرایب تیمار A (۴°C)؛ R^2=۰/۹۱۵، تیمار B؛ R^2=۰/۸۲۸، تیمار C؛ R^2=۰/۸۷۲) TVB-N نیز افزایش پیدا می‌کند. رابطه خطی و توابع در شکل‌ها نشان داده شده است که در آن محور افقی X به مقادیر TVB-N و محور عمودی y به TMA-N اشاره دارد.

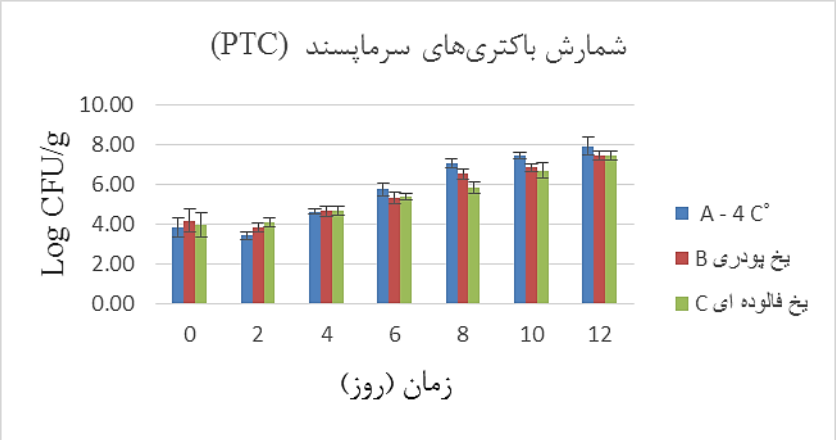
۲.۳. فراسنجه‌های میکروبی

تغییرات در میزان PTC در میگو پرورشی به هنگام نگهداری در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان داد، طی دوره نگهداری، جمعیت میکروب‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. بیشترین میزان PTC در تیمار A و در روز دوازدهم مشاهده شده است و همچنین نتایجی که برای روز نهم در این تیمار به‌دست آمده با میزان PTC آن در سایر روزها اختلاف معنی‌داری داشته است (شکل ۷).

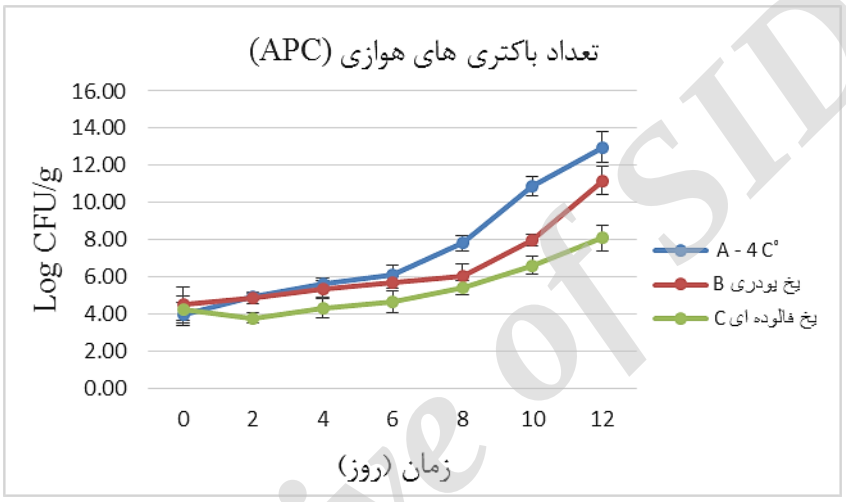
تغییرات در میزان APC در میگو پرورشی به هنگام نگهداری در شکل ۸ نشان داده شده است. میزان باکتری‌های هوازی طی دوره نگهداری در هر سه تیمار روند صعودی داشته است و بیشترین میزان APC در تیمار A و در روز دوازدهم مشاهده شده است. همچنین کمترین میزان APC مربوط به تیمار C بود. نتایج نشان داد میزان APC در تیمار C به‌طور معنی‌داری پایین تر از تیمار A و B بوده است (P<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷ – روند تغییرات باکتری‌های سرماپسند (PTC (Log CFU/g در روش‌های نگهداری طی ۱۲ روز.



شکل ۸ – روند تغییرات باکتری‌های هوازی (APC (Log CFU/g در روش های نگهداری طی ۱۲ روز.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه ترکیبات نیتروژنی در طول نگهداری منجر به افزایش pH گوشت می‌شود که نشانگر رشد باکتری ها، کاهش کیفیت و درنهایت فساد آبزیان می‌باشد. اما اطلاعات کمی در مورد اسیدیته قابل تیتراسیون وجود دارد. با این حال برخی محققان بیان کرده‌اند که مواد مغذی و ترکیبات بیوشیمیایی محصولات غذایی متفاوت است، در واقع نسبت اسیدیته کل یا اسیدیته قابل تیتراسیون به مواد حل شده به‌عنوان ویژگی‌های کیفیت استفاده می‌شود. اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون تا نقطه پایانی که در حالت قلیایی قرار می‌گیرد، اگر چه میزان اسید را نشان نمی‌دهد اما با توجه به‌مصرف پروتون‌ها در تیتراسیون بر پایه اسید و رسم منحنی استاندارد تیتراسیون، می‌توان آن را تخمین زد. به عبارت دیگر، فعالیت آنزیمی و میکروبیولوژیکی فساد غذاهای دریایی را تعیین می‌کنند (Okpala, 2015).

بنابراین، اسیدیته یکی از عوامل کنترل عملکرد این دو عامل به حساب می‌آید که می‌تواند در فرایندهای عمل‌آوری و فراوری میگوی پاسفیدغربی با توجه به استانداردهای موجود با احتیاط برای محدود کردن فعالیت میکروبی مورد استفاده قرار بگیرد (Martin-Belloso and Fortuny, 2010). نتایج حاصل از تغییرات TA طی دوره نگهداری در ابتدا کاهشی و در روز ششم دوباره افزایش داشته است، همچنین پس از آن دوباره کاهش را در هر سه تیمار نشان داد. میزان TA در تیمار A و در روز صفر ۰/۴۵ mEq/100 g که بیشترین میزان TA طی ۱۲ روز را نشان می‌دهد و نتایج حاکی از آن بود که با دو تیمار دیگر دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<0/05$). همچنین کمترین میزان TA نیز متعلق به تیمار B در روز هشتم ۰/۱۸ mEq/100 g بوده است. تغییرات مقدار اسیدیته میگوی پاسفیدغربی تازه و تغییرات آن در

Archive of SID

www.SID.ir

زمان نگهداری در یخ با مطالعات Okpala و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت.

در روز دوم در تیمار A در مقایسه با تیمار B و C بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). در روز ۴ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. همچنین در روز ششم نگهداری میزان TA در روش‌های A و B اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند اما اختلاف این دو تیمار با تیمار C معنی‌دار بود. در طی نگهداری میگو در یخ فعالیت‌های بیوشیمیایی همچنان ادامه پیدا می‌کند (Huang *et al.*, 2016). یکی از مهمترین شاخص‌ها در کاهش کیفیت، اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع است. در مطالعه حاضر تا روز هشتم نگهداری میزان PV در تیمارهای مختلف با شیب کم افزایش یافت. مقدار PV در روزهای اولیه نگهداری، با سرعت کم نشان‌دهنده این بود که اکسیداسیون در مرحله آغازین هست. در مرحله آغازین اکسیداسیون، برخی از ترکیبات سلولی موجود در بافت‌های بیولوژیک وجود دارند که با دادن الکترون به‌عنوان بازدارنده اکسیداسیون در مراحل آغازین عمل می‌کنند. پس از مصرف این ترکیبات در واکنش و اکسیدن شدن کل آن‌ها مرحله انتشار اکسیداسیون موجب افزایش ناگهانی PV در هر سه تیمار می‌شود. هیدروپراکسیدها فاقد عطر و طعم هستند، بنابراین از نظر نامطلوب شدن طعم غذا اهمیتی ندارند و روی هم رفته طعم نامناسب غذا به‌دلیل تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون ایجاد می‌شود. هیدروپراکسیدهای تشکیل شده در مرحله انتشار محصولات اولیه اکسیداسیون هستند. هیدروپراکسیدها اغلب ناپایدار هستند و به محصولات ثانویه اکسیداسیون که با شاخص TBARS اندازه گیری شده است، تجزیه می‌شوند.

میزان TBARS در میگو تازه ۰/۳±۲۹ (میلی‌گرم مالون‌آلدهید در کیلوگرم گوشت) نشان‌دهنده کیفیت عالی است. مقادیر TBARS در هر سه تیمار تا روز ۶ با شیب کم افزایش داشت. پس از روز هشتم با افزایش ناگهانی در هر سه تیمار A، B و C، که میزان TBARS در روز دهم به بیشترین میزان به ترتیب به ۳/۱۸، ۱/۶۲ و ۱/۰۰ (میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم گوشت میگو) رسید و در روز ۱۲ اندکی کاهش یافت که به‌دلیل مصرف ترکیبات ثانویه بوده است. در بین تیمارها، مقادیر TBARS تیمار C در روز دوازدهم ۰/۹۲ (میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید) به طور معنی‌داری نسبت به تیمار B ۱/۶۰ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید و تیمار B نسبت به تیمار A ۲/۸۸ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید کمتر بود. در طی مراحل ثانویه اکسیداسیون چربی ترکیبات کربنیلی ظاهر می‌گردند (Baygar *et al.*, 2008). وجود چنین ترکیباتی در گوشت آبزیان حاکی از پیشرفت اکسیداسیون چربی بوده (Ponnampalam *et al.*, 2002) و سبب تغییراتی در ویژگی‌های حسی میگو ازجمله طعم و بو می‌گردد (Jaffres *et al.*, 2011).

ترکیب شدن پروتئین‌ها با چربی‌های اکسید شده نیز سبب ایجاد رنگ‌دانه‌های زرد رنگ می‌شود. آنزیم‌های لیپوکسیژنار و پراکسیداز موجب اکسیژنه شدن اسیدهای چرب دارای چند باند غیراشباع شده و آن‌ها را به هیدروپراکسید تبدیل می‌کنند. این تغییرات رنگی در خصوصیات ظاهری و پذیرش مصرف کننده در میگو اهمیت بیشتری دارد (Mexis *et al.*, 2009). در محصولات دریایی با کیفیت عالی، شاخص TBARS باید کمتر از ۳ میلی‌گرم مالون‌آلدهید بر کیلوگرم و در محصولات دریایی با کیفیت خوب نباید بیشتر از ۵ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید بر کیلوگرم باشد. میزان ۷-۸ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید بر کیلوگرم نشان دهنده غیر قابل مصرف بودن محصول می باشد. به عبارت دیگر پیشرفت زمان نگهداری مقدار TBARS عضله افزایش معنی‌داری را نشان داد. استفاده از یخ فالوده‌ای برای کاهش فساد چربی و حفظ کیفیت در چند گونه از آبزیان، مانند ساردین (*Sardina pilchardus*) (Losada *et al.*, 2004a)، کفشک پرورشی (*Psetta maximus*) (Rodríguez *et al.*, 2006)، هوکی اروپایی (*Merluccius merluccius*)، (Losada *et al.*, 2004b) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن‌ها با نتایج مطالعه حاضر که حاکی از عملکرد بهتر یخ فالوده‌ای در ممانعت از توسعه اکسیداسیون میگو نسبت به یخ های دیگر بود، مطابقت داشت.

TVB-N در واقع با فعالیت باکتریایی، آنزیمی با تجزیه پروتئین‌ها و ترکیبات ازت‌دار غیرپروتئینی گوشت تولید می‌شود (Özyurt *et al.*, 2009). اگرچه TVB-N یک شاخص ضعیف برای سنجش تازگی آبزیان می‌باشد (Castro *et al.*, 2006) ، ولی به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی کیفی آبزیان استفاده می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(Fan *et al.*, 2008). میزان TVB-N در روزهای اولیه نگهداری با توجه به اینکه تعداد باکتری‌های هوازی در فاز پایه قرار دارند، قابل توجه نبود، اما پس از مرحله پایه، فاز رشد نمایی میکروارگانیسم‌ها به‌سرعت موجب افزایش TVB-N می‌شود (Arashisar *et al.*, 2004). به عبارت دیگر افزایش میزان TVB-N در ۴ روز اول نگهداری با سرعت کمتری پیش رفت و افزایش آن در تیمار C روند کندتری را نسبت به دیگر تیمارها داشت. این امر به خاطر عامل تولیدکننده TVB-N یعنی باکتری‌ها بود (Okpala *et al.*, 2014). پس از روزهای اولیه به دلیل واکنش‌های آنزیمی و شیمیایی اتولیتیک (Bono and Badalucco, 2012) میزان TVB-N در تیمار A به‌سرعت افزایش یافت. در این تحقیق، افزایش در مقدار TVB-N، با بار آلودگی باکتری‌های سرمادوست به‌خصوص در نمونه‌های تیمار A در ارتباط بود. استاندارد حد مجاز TVB-N در میگو کمتر از ۱۲می‌باشد، از نظر مصرف، ۲۰-۱۲ کمی فاسد شده اما قابل مصرف خوراکی داشته و بیشتر از ۲۵ فاسد و غیر قابل مصرف می باشد (Gornik *et al.*, 2011)، در روز دوازدهم بالاترین میزان TVB-N در تیمار A ۴۹/۷۱ با تیمار B و C به‌ترتیب با ۳۱/۴۰ و ۱۸/۴۲ میلی‌گرم در صد گرم گوشت دارای اختلاف معنی‌داری بود. تیمار A بر اساس استاندارد میزان TVB-N، در روز ششم، تیمار B در روز هشتم غیر قابل مصرف و تیمار C با کمترین میزان تا روز دوازدهم قابلیت مصرف داشتند. در مطالعه کنونی، به‌رغم این‌که تیمار A و تیمار B بیشترین مقادیر TVB-N را در روزهای دوازدهم نگهداری به خود اختصاص دادند. با این‌حال و بنابر نتایج حاصل از سایر آزمایش‌های کیفی، شرایط نگهداری در اتاق سرد به‌تنهایی نمی‌تواند موجب توقف تولید مجموع بازهای فرار گردد (Okpala *et al.*, 2014). در یک‌روند مشابه، شاخص TVB-N میگوی پاسفیدغربی نگهداری شده در یخ پودری و فالوده‌ای افزایش یافت (Pantazi *et al.*, 2008). تری‌متیل-آمین نیز معمولاً به‌عنوان شاخص کیفیت به‌طور گسترده‌ای برای بررسی تازگی محصولات دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پارامتر و TVB-N می‌تواند چگونگی فساد باکتریایی را به‌طور مستقل نشان دهند، این در حالی هست که فساد اتولیتیک پس از گذشت زمان صید و شروع فساد قابل تفکیک از فساد با عامل باکتریایی نیست (Ocaño-Higuera *et al.*, 2009). در ابتدای دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. اما پس از روز دوم تا انتهای دوره نگهداری، مشاهده می‌شود که سه تیمار A، B و C با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. با توجه به این نتایج بیشترین میزان TMA-N در روز دوازدهم و کمترین میزان آن در روز دوم ایجاد شد. با استناد به این یافته‌ها، با بررسی جداگانه آزمون‌ها، بیشترین میزان TMA-N مربوط به تیمار A در روز دوازدهم و کمترین میزان آن مربوط به تیمار C در روز دوم بوده است. در مطالعات پیشین با توجه به متغییر بودن میزان TMA-N، گزارش دقیقی در مورد میزان آن در ابتدای دوره نگهداری وجود نداشت (Nirmal and Benjakul, 2009). حد مجاز TMA-N نیز ۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت، برای پذیرش کلی مصرف کننده از نظر کیفیت در نظر گرفته شده است که نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد، تیمار A در روز ششم، تیمار B در روز هشتم و تیمار C در روز دهم قابلیت مصرف را از دست داده‌اند.

باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، میکروارگانیسم‌هایی به‌شدت هوازی هستند و در غیاب اکسیژن نمی‌توانند بقا داشته باشند. از ویژگی‌های مهم باکتری‌های سرمادوست دارا بودن آنزیم پروتئولیتیک و لیپولیتیک قوی و سرعت تکثیر آن‌ها در زمان کوتاه می‌باشد. بیشترین حد پیشنهادشده (MRL) برای PTC در میگو ۷ logCFU/g است (ICMSF, 2012). با توجه به نتایج این تحقیق، بار باکتریایی کم در روزهای ابتدایی دوره نگهداری بیانگر کیفیت خوب و تازگی نمونه ها می باشد، اما به مرور زمان در طی دوره نگهداری هر دو تیمار روند افزایشی داشته و تا پایان دوره نگهداری به بالاتر از حد مجاز رسیدند. میزان باکتری‌های سرماپسند در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری که میزان PTC در تیمار A به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار B و C بوده است. همچنین مشاهده می‌شود که در روزهای صفر و چهارم بین تیمارهای A، B، C اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، درحالی‌که در روزهای دوم و هشتم بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در روزهای ششم، دهم و دوازدهم تیمار A و B دارای عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

یکسانی بوده‌اند و تیمار A به‌طور معنی‌داری بیشتر بود.

در مطالعه حاضر میزان APC در میگو پا سفید غربی نگهداری شده در هر سه تیمار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج نشان داد تعداد APC در تیمار A در روز هشتم، تیمار B در روز دهم به‌ترتیب به عدد ۷/۸۳ Log CFU/g و ۷/۹۹ Log CFU/g رسید که بالاتر از حد بحرانی بوده است، که با مطالعات Mu و همکاران (۲۰۱۲) که بیان نمودند نگهداری در یخ پودری به‌مدت طولانی می‌تواند قابلیت مصرف را کم کند و از پذیرش کلی محصول در بازار جلوگیری کند، مطابقت داشت. سه تیمار A، B و C در مقادیر APC با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. از آن‌جایی که بار باکتریایی تحت کنترل سیستم ایمنی میگو زنده می‌باشد، پس از صید میگو میزان باکتری‌های هوازی عامل فساد در اثر از کار افتادن سیستم ایمنی سریع توسعه پیدا می کنند (Lu, 2009). Mu و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که کیفیت اولیه میگوها می‌تواند با یخ‌گذاری تا ۸ روز حفظ شد و پس از آن فساد اتولیز شروع می‌شود که می‌تواند قابلیت مصرف را کاهش و از پذیرش محصول در بازار جلوگیری کند (Mu *et al.*, 2012) این درحالی است که در یخ فالوده‌ای در انتهای دوره نگهداری میزان APC در حد قابل قبول ۶/۰۹ Log CFU/g بود.

به‌دلیل فعالیت بیوشیمیایی بالای آبزیان، کاهش کیفیت ظاهری، شیمیایی و فیزیکی آن‌ها پس از صید آغاز می‌گردد. روش‌های مختلف صید، هندلینگ، عمل‌آوری، نوع و سرعت انجماد و نوع انجمادزدایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر حفظ شاخصه‌های تازگی میگو می‌باشد (Huang *et al.*, 2016). تغییرات پس از برداشت شامل فعالیت آنزیم‌های درونی، تخریب کمپلکس پروتئین/کارتنوئید، تغییرات pH، شکست ساختار غشاء سلولی، اکسیداسیون چربی (Ahmad *et al.*, 2014) و تولید ترکیبات نامطلوب TMA-N و TVB-N بوده است که به‌طور مستقیم و به‌شدت بر کیفیت و زمان ماندگاری میگو تأثیر می‌گذارد (Godiksen *et al.*, 2009). نرخ رشد باکتری‌ها در درجه حرارت ۲°C دو برابر ۱°C- می‌باشد که با استفاده از فناوری یخ فالوده‌ای می‌توان این میزان از کاهش نرخ رشد باکتری‌ها را تامین کرد (Kauffeld *et al.*, 2010). مقادیر PTC و APC نشان داد که میگو طی ۱۲ روز نگهداری در تیمار A (۴ درجه سانتی‌گراد) ۷ روز و در تیمار B (۱-۲ درجه سانتی-گراد) ۹ روز و در تیمار C (۱- درجه سانتی‌گراد) ۱۲ روز برای مصرف کننده قابل مصرف می‌باشد. دو اثر اساسی این نوع یخ سرعت سردسازی تا نزدیک نقطه انجماد و جلوگیری آسیب فیزیکی محصول را می‌توان بیان کرد. مزایای استفاده از یخ فالوده‌ای به‌دلیل اجزای تشکیل دهنده آن یعنی میلیون‌ها میکرویستال تشکیل شده به حالت معلق در یک محلول آب نمک مایع را می‌توان نام برد (Piñeiro *et al.*, 2004). این بلورهای کوچک یخ که معمولاً ۰/۵-۰/۲۵ میلی‌متر قطر دارند سطح بیشتری از محصول را نسبت به دیگر انواع یخ در انتقال حرارت در بر می‌گیرد. همچنین یخ فالوده‌ای با سرعت سردسازی حداقل سه برابر بیشتر نسبت به یخ پودری می‌تواند مدت زمان انجماد محصول نهایی را کاهش دهد. کاهش درجه حرارت محصول تا نزدیک به صفر درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۴ دقیقه حاصل گردید (Kauffeld *et al.*, 2010). یخ فالوده‌ای از کاهش وزن محصول جلوگیری می‌کند که موجب حفظ رطوبت محصول در طی پخت و پس از آن نیز می‌شود. در نهایت با توجه به مطالب بیان شده یخ فالوده‌ای با نرخ سردسازی بیشتر، حفظ رطوبت و کیفیتِ محصول باعث صرفه‌جویی ۴۰٪ در فرایند عمل آوری می‌گردد. استفاده از یخ فالوده‌ای تاثیر مکانیزم های مرتبط با کیفیت، مانند افزایش TBARS و TVB-N، PTC، APC، TMA-N و PV را می‌توان کنترل نمود، در حالی که روش حمل و نگهداری در یخ پودری و نگهداری در یخچال (۴°C) این شرایط را به میزان کمتری کنترل نمود. اثرات یخ فالوده‌ای در حفظ کیفیت و مدت زمان ماندگاری میگو تازه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، همچنین ممکن است برنامه گسترده‌ای برای توسعه تجاری صادرات به صورت تازه با تضمین‌های بهتر کیفیت و ایمنی را فراهم آورد.

References

Ahmad, I., Jeenanunta, C., Noomhorm, A., 2014. Recent developments in quality evaluation, optimization and traceability system in shrimp supply Chain. *Seafood Science: Advances in Chemistry, Technology and Applications*: 232.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Baygar, T., Erkan, N., Mol, S., Ozden, O., Ucok, D., Yildirim, Y., 2008. Determination of the shelf-life of trout (*Oncorhynchus mykiss*) raw meatball that packed under modified atmosphere. *Pakistan Journal of Nutrition* 7, 412-417.

Bono G., Badalucco, C., 2012. Combining ozone and modified atmosphere packaging (MAP) to maximize shelf-life and quality of striped red mullet (*Mullus surmuletus*). *LWT-Food Science and Technology*47, 500-504.

Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Tolasa, S., 2006. Effects of using slurry ice on the microbiological, chemical and sensory assessments of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored at 4°C. *European Food Research and Technology* 222, 130-138.

Castro, P., Padrón, J.C.P., Cansino, M.J.C., Velázquez, E.S., Larriva, R.M.D., 2006. Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. *Food Control* 17, 245-248.

Chouliara, E., Badeka, A., Savvaidis, I., Kontominas, M.G., 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology* 226, 877-888.

Fan, W., Chi, Y., 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.

Godiksen, H., Morzel, M., Hyldig, G., Jessen, F., 2009. Contribution of cathepsins B, L and D to muscle protein profiles correlated with texture in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry* 113, 889-896.

Gornik, S., Albalat, A., Macpherson, H., Birkbeck, H., Neil, D., 2011. The effect of temperature on the bacterial load and microbial composition in Norway lobster (Nephrops norvegicus) tail meat during storage. *Journal of Applied Microbiology* 111, 582-592.

HEMRE, G. I., Mommsen, T., Krogdahl, Å., 2002. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition* 8, 175-194.

Hovda, M. B., Sivertsvik, M., Tore Lunestad, B., Lorentzen, G., Rosnes, J.T., 2007. Characterisation of the dominant bacterial population in modified atmosphere packaged farmed halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) based on 16S rDNA-DGGE. *Food Microbiology* 24, 362-371.

Huang, Y.-R., Zelaya, M.F.G., Shiau, C.-Y., 2016. Changes in biochemical compositions and quality of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 25, 35-45.

Huidobro, A., López-Caballero, M., Mendes, R., 2002. Onboard processing of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) with liquid ice: effect on quality. *European Food Research and Technology* 214, 469-475.

ICMSF, U., 2012. Microbial Ecology of Foods V1: Factors Affecting Life and Death of Microorganisms. Elsevier.

Jaffres, E., Lalanne, V., Mace, S., Cornet, J., Cardinal, M., Sérot, T., Dousset, X., Joffraud, J.-J., 2011. Sensory characteristics of spoilage and volatile compounds associated with bacteria isolated from cooked and peeled tropical shrimps using SPME–GC–MS analysis. *International Journal of Food Microbiology* 147, 195-202.

Jiang, L.-F., 2014. The polysaccharides from Porphyra yezoensis suppress the denaturation of bighead carp myofibrillar protein. *International Journal of Biological Macromolecules* 68, 18-20.

Kauffeld, M., Wang, M., Goldstein, V., Kasza, K., 2010. Ice slurry applications. *International Journal of Refrigeration* 33, 1491-1505.

Kirk, S., Sawyer, R.. 1991. Pearson's composition and analysis of foods. Longman Group Ltd.

Ladikos, D.andLougovois, V. 1990. Lipid oxidation in muscle foods: A review. *Food Chemistry* 35, 295-314.

Losada, V., Barros-Velázquez, J., Gallardo, J. M., Aubourg, S.P., 2004a. Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (*Sardina pilchardus*) storage. *European Journal of Lipid Science and Technology* 10(6), 844-850.

Losada, V., Piñeiro, C., Barros-Velázquez, J., Aubourg, S.P., 2004b. Effect of slurry ice on chemical changes related to quality loss during European hake (*Merluccius merluccius*) chilled storage. *European Food Research and Technology* 219, 27-31.

Lu, S., 2009. Effects of bactericides and modified atmosphere packaging on shelf-life of Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). *LWT-Food Science and Technology* 42, 286-291.

Macé, S., Joffraud, J.-J., Cardinal, M., Malcheva, M., Cornet, J., Lalanne, V., Chevalier, F., Sérot, T., Pilet, M.-F., Dousset, X., 2013. Evaluation of the spoilage potential of bacteria isolated from spoiled raw salmon (*Salmo salar*) fillets stored under modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology* 160, 227-238.

Malle, P., Tao, S., 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. *Journal of Food Protection* 50: 756-760.

Martin-Belloso, O., Fortuny, R.S., 2010. Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing. CRC press.

Mastromatteo, M., Danza, A., Conte, A., Muratore, G., Del Nobile, M.A., 2010. Shelf life of ready to use peeled shrimps as affected by thymol essential oil and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology* 144, 250-256.

Mexis, S., Chouliara, E., Kontominas, M., 2009.

Archive of SID

www.SID.ir

Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4°C. *Food Microbiology* 26: 598-605.

Mu, H., Chen, H., Fang, X., Mao, J., Gao, H., 2012. Effect of cinnamaldehyde on melanosis and spoilage of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 2177-2182.

Nirmal, N.P., Benjakul, S., 2009. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food chemistry* 116, 323-331.

Ocaño-Higuera, V., Marquez-Ríos, E., Canizales-Dávila, M., Castillo-Yáñez, F., Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M., García-Orozco, K., Graciano-Verdugo, A., 2009. Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. *Food Chemistry* 116, 933-938.

Okpala, C.O.R., 2015. Quality evaluation and shelf life of minimal ozone-treated Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) stored on ice. *Journal Für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 10, 49-57.

Okpala, C.O.R., Choo, W.S., Dykes, G.A., 2014. Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. *LWT-Food Science and Technology* 55, 110-116.

Pantazi, D., Papavergou, A., Pournis, N., Kontominas, M., Savvaidis, I., 2008. Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: Microbiological, biochemical and sensory attributes. *Food Microbiology* 25, 136-143.

Parisenti, J., Beirão, L.H., Tramonte, V.L., Ourique, F., da Silveira Brito, C.C., Moreira, C.C., 2011. Preference ranking of colour in raw and cooked shrimps. *International Journal of Food Science and Technology* 46, 2558-2561.

Piñeiro, C., Barros-Velázquez, J., Aubourg, S.P., 2004. Effects of newer slurry ice systems on the quality of aquatic food products: a comparative review versus flake-ice chilling methods. *Trends in Food Science and Technology* 15, 575-582.

Ponnampalam, E.N., Sinclair, A.J., Egan, A.R., Ferrier, G.R., Leury, B.J., 2002. Dietary manipulation of muscle long-chain omega-3 and omega-6 fatty acids and sensory properties of lamb meat. *Meat Science* 60, 125-132.

Rodríguez, A., Carriles, N., Cruz, J. M., Aubourg, S. P. 2008. Changes in the flesh of cooked farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (− 1.5°C). *LWT-Food Science and Technology* 41, 1726-1732.

Rodríguez, Ó., Barros-Velázquez, J., Piñeiro, C., Gallardo, J.M., Aubourg, S.P. 2006. Effects of storage in slurry ice on the microbial, chemical and sensory quality and on the shelf life of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry* 95, 270-278.

Tejada, M., Huidobro, A., 2002. Quality of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting. *European Food Research and Technology* 215, 1-7.

Tiwari, B., Muthukumarappan, K., O'donnell, C., Cullen, P., 2008. Colour degradation and quality parameters of sonicated orange juice using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology* 41و 1876-1883.

Archive of SID

www.SID.ir