Archive of SID

DOI: 10.22092/vj.2018.120651.1437
شماره ۱۲۳ تابستان ۱۳۹۸
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

تاثیر سدیم‌تری‌پلی‌فسفات و تتراسدیم‌پیروفسفات بر خواص میکروبی، فیزیکوشیمیایی و ارزیابی حسی ماهی پنجزاری راه‌راه *Aurigequula fasciata* طی نگهداری در یخچال

• **لیدا نوبخت**
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیلات گرایش فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
• **آی ناز خدانظری (نویسنده مسئول)**
استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
• **سید مهدی حسینی**
استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
• **سهیلا مطرودی**
استادیار گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶-۱۱-۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷-۰۷-۰۱
Email: khodanazary@yahoo.com

چکیده

بهبود کیفیت غذا در میان مصرف‌کنندگان دارای اهمیت بالایی است. این مورد در گوشت ماهی بر طبق فسادپذیری سریع آن بسیار قابل مشاهده است. بنابراین در این مطالعه به منظور ماندگاری و بهبود کیفیت گوشت ماهی، تاثیر سه ترکیبات فسفات متفاوت از جمله سدیم‌تری‌پلی‌فسفات ۲٪، تتراسدیم‌پیروفسفات ۲٪ و مخلوط آنها به نسبت ۱:۱ بر فیله ماهی پنجزاری راه‌راه (*Aurigequula fasciata*) (۱۲۰ فیله) ذخیره شده در یخچال به مدت ۱۶ روز (روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶) مورد مطالعه قرار گرفته است. به منظور بسته‌بندی فیله ماهی از کیسه زیپ معمولی استفاده شد و تغییرات خصوصیات میکروبیولوژی، فیزیکوشیمیایی، رنگ‌سنجی، بافت‌سنجی و ارزیابی حسی مورد سنجش قرار گرفت. تعداد باکتری‌های کل و سرمادوست در نمونه‌های غوطه‌ور شده در فسفات‌ها در مقایسه با نمونه شاهد دارای کمترین میزان بودند ($p<0/05$). میزان بازهای ازته فرار، pH، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد، ظرفیت نگهداری آب و سولفیدریل کل در نمونه شاهد در مقایسه با نمونه‌های غوطه‌ور شده در فسفات‌ها دارای بالاترین میزان بودند ($p<0/05$). نتایج ارزیابی حسی نشان داد که فیله‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه شاهد دارای امتیاز بالاتری بودند. در مجموع نتایج نشان داد که پوشش سدیم‌تری‌پلی‌فسفات باعث بهبود بار میکروبیولوژیکی، تاخیر فساد اکسیداتیو و افزایش زمان نگهداری فیله ماهی پنجزاری در یخچال شدند. تیمار شاهد (فیله غوطه‌ور شده در آب مقطر) ۲-فیله‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات ۲٪ (تهیه شده از شرکت سیگما) ۳-فیله‌های غوطه‌ور شده در تتراسدیم‌پیروفسفات ۲٪ ۴- فیله‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی-فسفات به همراه تتراسدیم‌پیروفسفات (به نسبت ۱:۱) که نمونه‌ها به طور مجزا ۵ دقیقه در محلول‌ها غوطه‌ور شدند.

کلمات کلیدی: *Aurigequula fasciata*، سدیم‌تری‌پلی‌فسفات، تترا سدیم پیرو فسفات، ماندگاری، یخچال

www.SID.ir

Archive of SID

Veterinary Researches & Biological Products No 123 pp: 85-96

Effect Of Tripolyphosphate And Tetra Sodium Pyrophosphate On Microbial, Physicochemical And Sensory Properties Of Aurigequula Fasciata During Refrigerated Storage

By: Nobakht, L., M.Sc student of Khorramshahr University of Marine Science and Technology. Khodanazary, A., (Corresponding Author) Assistant professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology. Hosseini, S.M., Assistant professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology. and Matroodi, S., Assistant professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology.

Received: 2018-02-12 **Accepted: 2018-09-23**

Email: khodanazary@yahoo.com

Improving food quality among consumers of highis of high importance. This case in fish meat due to its quick spoilage is the more obvious. Therefore in this study in order to maintaine and improve the quality of fish meat, effect of three different phosphate compounds including sodium tripolyphosphate 2%, tetra sodium pyrophosphate 2% and mixture of them with ration 1:1 on Aurigequula fasciata fillets (120 fillets) stored in refrigerator during 16 days (0, 4, 8, 12 and 16 day) was investigated. Common zipper pouches were used for packing fish fillets and microbiological, physicochemical, colorimeter, texture and sensory characteristics were measured. Total bacterial count and psychrotriphic count in coated samples with phosphates was lower than control sample ($p<0.05$). Total volatile bases, pH, thiobarbituric acid, free fatty acid, water holding capacity and total sulfhydryl in control sample was lower than coated samples with phosphates ($p<0.05$). The results of sensory characteristics were showed that treated fillets had high score compared to control samples. The results showed that Sodium tripolyphosphates was found to improve the microbiological count and delay the spoilage and extend the shelf life of Aurigequula fasciata at refrigerator.

Keyword: *Aurigequula fasciata*, Tetra sodium tripolyphosphate, Sodium pyrophosphate, Shelflife, Refrigerator

مقدمه

طول مدت ماندگاری و کیفیت ماهی به دلیل افزایش مصرف‌کنندگان علاقمند به مصرف ماهی بسیار دارای اهمیت است. ماهی تازه یکی از فراوانترین محصولات غذایی دریایی قابل فساد است. فساد عضله ماهی در نتیجه عوامل مختلفی شامل اکسیداسیون چربی، فعالیت‌های میکروبی و فعالیت آنزیم‌های داخلی همچنین آنزیم‌های عامل ایجاد رنگ قهوه‌ای اتفاق می‌افتد. این عوامل منجر به کاهش طول دوره نگهداری گوشت ماهی و سایر غذاهای دریایی می‌شود (۱۹).

ترکیبات فسفات‌دار در محصولات شیلاتی برای بهبود عملکرد به خصوص افزایش ظرفیت نگهداری آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. مکانیزم اثر پلی‌فسفات‌ها در ظرفیت نگهداری آب بدین صورت است که پلی‌فسفات‌ها با کاتیون‌های دو ظرفیتی متصله به پروتئین‌های ماهیچه تشکیل کمپلکس می‌دهند و مانع از ایجاد اتصال‌های عرضی میان رشته‌های پروتئینی می‌شوند، در چنین حالتی دفع الکترواستاتیکی میان رشته‌های پروتئینی با سهولت بیشتری صورت می‌گیرد که این حالت باعث فاصله گرفتن رشته‌ها از یکدیگر می‌شود که به این وسیله می‌توانند مقدار آب بیشتری را جذب و در بین خود حفظ نماید (۹) و این عمل برای پروتئین‌های گوشت مفید است.

اضافه کردن فسفات‌ها به محصولات دریایی از رشد باکتری‌ها در ماهیان نگهداری شده در یخچال (۱۷) جلوگیری نموده و روند اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع را در محصولات دریایی کند می‌نمایند (۱۷). تغییر pH و قابلیت شلاته‌کنندگی یون‌های فلزی ضروری برای متابولیسم باکتری‌ها در نتیجه تاثیر ضدمیکروبی اورتوفسفات‌ها، پیروفسفات‌ها و پلی‌فسفات‌ها می‌باشد (۱۸). خاصیت شلاته کنندگی یون‌های فلزی پیش اکسیداسیونی فسفات‌ها، از تغییر اکسیداسیون جلوگیری می‌کند. تاثیر فسفات بر خصوصیات عملکردی محصولات گوشتی بستگی به نوع فسفات، مقدار مورد استفاده و تولیدات غذایی خاص دارد. بنابراین استفاده از این مواد در روش‌های رایج نگهداری مثل نگهداری در یخچال،

www.SID.ir

Archive of SID

نقش موثری در حفظ کیفیت ماهیان ایفا می‌کند. ماهی پنجزاری راه‌راه (*Aurigequula fasciata*) یکی از گونه‌های دریایی پرطرفدار در خلیج فارس است که بواسطه‌ی خواص تغذیه‌ای و خواص حسی فوق العاده در جنوب ایران مصرف می‌شود. این ماهی به صورت کامل یا شکم‌پر مصرف می‌شود، این ماهی در آبهای ساحلی خلیج فارس به صورت کفزی در آب‌های کرانه‌ای کم‌عمق به سر می‌برند و چندین گونه وارد آب‌های لب شور خصوصا مصب رودخانه ها می‌شوند. این ماهی منبع غنی مواد مغذی از جمله اسیدچرب امگا-۳، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین است. بنابراین ارزیابی بیوشیمیایی و تعیین عمر ماندگاری ماهی پنجزاری نگهداری شده در یخچال می‌تواند راه‌گشای نگهداری هر چه بهتر این ماهی به شکل تازه و آماده مصرف برای آینده باشد. این ماهی اغلب به صورت کامل از مغازه‌های خرده فروشی و یا به صورت فیله شده و شکم خالی از فروشگاه‌های بزرگ قابل تهیه است. با توجه به ارزش غذایی ماهی پنجزاری راه‌راه، بررسی کیفیت و ماندگاری آن همواره حائز اهمیت است. هدف از این مطالعه، تاثیر پلی‌فسفات‌ها بر فاکتورهای میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال طی ۱۶ روز بود.

مواد و روش‌ها

۶۰ عدد ماهی پنجزاری راه‌راه در پاییز ۱۳۹۴ از صیدگاه منطقه آزاد اروند استان خوزستان با میانگین وزن ۴۰۰ گرم به صورت تازه و همزمان خریداری شدند. نمونه‌های ماهی و یخ به نسبت ۱ به ۳ (وزنی/وزنی) درون جعبه‌های یونولیتی فورا به آزمایشگاه شیلات واقع در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. ماهیان شستشوی اولیه، سرزنی و تخلیه امعا و احشاء گردیدند و از ۶۰ عدد ماهی، فیله تهیه گردید. فیله ماهی با آب سرد شستشو داده شدند سپس فیله‌ها تیماربندی شدند. برای هر تیمار و تکرار ۱ عدد ماهی استفاده شد. تیمارها شامل : ۱-تیمار شاهد (فیله غوطه‌ور شده در آب مقطر) ۲-فیله‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات ۲٪ (تهیه شده از شرکت سیگما) ۳-فیله‌های غوطه‌ور شده در تتراسدیم‌پیروفسفات ۲٪ ۴-فیله‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات به همراه تتراسدیم‌پیروفسفات (به نسبت ۱:۱) که نمونه‌ها به طور مجزا ۵ دقیقه در محلول‌ها غوطه‌ور شدند و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ظرف استریل نگهداری شدند و سپس درون کیسه‌های زیپ بسته‌بندی شدند (۷)، سپس تمام نمونه‌ها به مدت ۱۶ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شدند. به ازای هر تیمار بمنظور انجام آزمایشات سه تکرار در نظر گرفته شد. آنالیزهای بار میکروبی (باکتری کل و سرمادوست)، فیزیکوشیمیایی جهت بررسی روند اکسایش و فساد ماهیان (شامل تیوباربیتوریک اسید (TBA)، اسید چرب آزاد (FFA)، بازهای ازته فرار (TVBN)، اندازه‌گیری میزان pH، ظرفیت نگهداری آب (WHC) و سولفیدریل کل)، رنگ سنجی، بافت و ارزیابی حسی در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ انجام گردید.

اندازه‌گیری بار میکروبی (باکتری کل و سرمادوست) طبق روش سلام (۲۰۰۷) (۲۰) انجام گردید. اندازه‌گیری بازهای ازته فرار طبق گولاس و کونتومیناس (۲۰۰۵) (۱۰) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری pH طبق ماسنیوم و همکاران (۲۰۰۵) (۱۷) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید طبق سیریپتراوان و نویفا (۲۰۱۲) (۲۲) اندازه-گیری گردید. میزان شاخص اسیدهای چرب آزاد با استخراج چربی از ۱۰ گرم نمونه گوشت با کمک کلروفرم/متانول به روش ووی وودا و همکاران (۱۹۸۶) (۲۳) و تیتراسیون گروه‌های کربوکسیلیک آزاد موجود در آن با هیدروکسیدسدیم صورت پذیرفت. کلروفرم، متانول و ۲-پروپانول به نسبت دو:یک:دو به همراه معرف متاکروزول ارغوانی به عصاره استخراج شده اضافه شد و تیتراسیون تا تغییر رنگ از زرد به آبی ادامه یافت. نتایج بصورت درصد اولئیک اسید بیان شد. ظرفیت نگهداری آب (WHC) طبق روش ژوانگ و همکاران (۲۰۰۸) (۲۴) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان سولفیدریل کل از روش بنجاکول و همکاران (۱۹۹۷) (۳) با کمی تغییرات انجام شد.

رنگ سنج با استفاده از کالری‌متر (HunterLab, Model colourFlex, Virginia USA) سنجیده شد؛ و سیستم رنگ سنجی CIE به صورت L*، a* و b* در نظر گرفته شد. شاخص L* بیانگر روشنایی، مقدار آن از صفر تا صد (سفید-سیاه) و شاخص a بین قرمز (+) و سبز (-) و موقعیت b بین زرد (+) و آبی (-) متغییر است. شاخص کروما (C*ab) بیانگر غلظت رنگ و شاخص هیو (H۰ab) بیانگر خلوص رنگ است که با توجه به فرمول زیر محاسبه می‌شود: $C^*_{ab}= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ and $H^0_{ab}= \arctan (b^*/a^*)$

اندازه‌گیری خصوصیات بافت گوشت ماهی (آنالیز پروفایل بافت یا TPA (Texture Profile Analysis)) با استفاده از دستگاه بافت‌سنج Brook Field مدل LFRA 4500 انجام گرفت. نمونه‌ها در اندازه‌های ۰/۷×۳/۵×۳/۵ سانتی‌متر برش داده شدند و با استفاده از یک پروب استوانه‌ای با قطر ۲۰ میلی‌متر، سرعت ۰/۸ میلی‌متر بر ثانیه و در ۲۵ درصد فشردگی اندازه‌گیری شدند. متغیرهای بافت شامل سختی (Hardness)، خاصیت ارتجاعی (Springiness)، نیروی چسبندگی (Adhesiveness)، بهم پیوستگی (Cohesiveness)، حالت جویدنی (Chewiness)، خاصیت چسبندگی (Gumminess) توسط دستگاه بدست آمدند (۱۱و ۱۳).

جهت ارزیابی حسی، اعضای ثابت پنل از بین دانشجویان دانشگاه علوم و فنون خرمشهر در گروه‌های سنی ۲۶-۲۴ سال که علاقمند به خوردن ماهی بودند، انتخاب شدند. نحوه بررسی نمونه‌ها به آن‌ها آموزش داده شد. نمونه‌های مربوط به هر تیمار، پس از باز شدن توسط اعضای پنل، از نظر بو مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند و سپس طعم همان نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۱ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه بخارپز خانگی (پارس خزر)، توسط همان گروه بررسی شد. بر اساس آزمون انجام‌شده، اعضای پانل برای ماندگاری فیله ماهی پنجزاری امتیازی دادند که این امتیازها بر اساس معیار سنجشی که از ۰ تا ۵ (۰= بدترین حالت؛ ۵= بهترین حالت) در نظر گرفته شده بود، انجام گردید (۱۹).

تجزیه و تحلیل آماری

تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمون واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) بررسی شده و نتایج بصورت میانگین± خطای معیار بیان شد. جهت انجام مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ با استفاده از نرم افزار آنالیز آماری SPSS 16 استفاده گردید.

نتایج

نتایج تغییرات بار میکروبی کل و سرمادوست در طول نگهداری در

www.SID.ir

Archive of SID

یخچال در جدول ۱ مشاهده می‌شود. در این بررسی نیز الگوی رشد هر دو گروه شمارش کلی میکروبی و سرمادوست مورد مطالعه در کل دوره به طور معنی‌داری روند افزایشی داشت ($p<۰/۰۵$) اما در روز ۱۲ نگهداری بار باکتریایی کل در نمونه شاهد، غوطه‌ور شده در سدیم-تری‌پلی‌فسفات و غوطه‌ور شده در تتراسدیم‌پیروفسفات به ترتیب به $9/71 \log_{10}$ cfu/g، $6/99 \log_{10}$ cfu/g و $7/14 \log_{10}$ cfu/g رسید که بالاتر از حد مجاز اعلام شده برای ماهی خام ($\log_{10}$ cfu/g7) است (Sallam, 2007) در حالی که بار باکتریایی کل نمونه غوطه‌ور شده در سدیم‌تر یپلی‌فسفات+تتراسدیم‌پیروفسفات در روز ۱۲ کمتر از حد مجاز بود ($6/99 \log_{10}$ cfu/g). بار باکتریایی سرمادوست برای نمونه‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات و غوطه‌ور شده در تتراسدیم‌پیروفسفات تا پایان روز ۱۶ به این محدوده ($\log_{10}$ cfu/g 7) نرسید. فسفات‌ها ممکن است در کاهش بار باکتری‌های سرمادوست ماهی پنجزاری راه‌راه تاثیر مثبت داشته باشد.

جدول ۲ تغییرات میزان بازهای ازته فرار (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بافت) تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان بازهای ازته فرار در طول دوره نگهداری روند افزایشی از خود نشان داد و در نمونه شاهد از ۱۴ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بافت در روز صفر به ۱۲۰/۴۶ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰گرم بافت در روز ۱۶ رسید. میزان بازهای ازته فرار در روزهای ۸ برای نمونه شاهد و نمونه‌های غوطه‌ور شده در مخلوط سدیم‌تری‌پلی‌فسفات و تتراسدیم‌پیروفسفات و در روز ۱۲ نگهداری برای نمونه‌های سدیم‌تری‌پلی‌فسفات و نمونه‌های تتراسدیم‌پیروفسفات از حد استاندارد بالاتر بود. در بین نمونه‌ها، بیشترین میزان بازهای ازته فرار متعلق به نمونه‌های شاهد (۱۲۰/۴۶ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰گرم بافت) بود و کمترین میزان را نمونه‌های غوطه‌ور شده در تتراسدیم‌پیروفسفات (۷۱/۱۳ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰گرم بافت) داشتند. می‌توان نتیجه گرفت که میزان بازهای ازته فرار در فیله‌های ماهی پنجزاری راه‌راه دارای پوشش سدیم‌تری‌پلی‌فسفات تا روز ۸ پایین‌تر از حد مجاز بود.

تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید فیله ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز در جدول ۲ نمایش داده شده است. میزان اولیه TBA در روز صفر از ۰/۲۳ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم به بیشترین حد خود در تیمار شاهد (۱/۳۲ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم) در روز ۱۶ نگهداری رسید ($p<۰/۰۵$). بیشترین میزان TBA (۱/۳۲ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم نمونه) را تیمار شاهد داشتند که احتمالا به خاطر دهیدروژنه شدن بافت ماهی و تولید اسید کربنیک است که باعث دناتوره شدن پروتئین‌های ماهیچه، آزاد شدن آهن هم که یک پراکسیدانت قوی در سیستم ماهیچه است می گردد. نمونه‌های غوطه-ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات کمترین میزان TBA (۰/۳۳ میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم) را داشتند.

جدول ۲ تغییرات اسیدهای چرب آزاد فیله ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری

جدول۱- تغییرات بار میکروبی کل و باکتری سرمادوست ماهی پنجزاری راه‌راه غوطه ور شده در پلی‌فسفات‌ها نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۶ روز

بار باکتری کل	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
شاهد	۳/۱۳±۰/۴۰ dA	۵/۲۹±۰/۳ cA	۶/۷۰±۰/ ۳۶ cA	۹/۷۱±۰/۹۱ bA	۱۳/۰۳±۰/۷۰ aA
سدیم تری پلی‌فسفات	۲/۵۳±۰/۱۸ dA	۳/۱۶±۰/۳۴ dC	۴/۸۴±۰/۰۷ cB	۶/۹۹±۰/۱۷ bB	۷/۸۱±۰/۳۲ aB
تتراسدیم پیروفسفات	۲/۶۹±۰/۲۰ eA	۳/۳۳±۰/۱۰ dBC	۵/۱۱±۰/۱۶ cB	۷/۱۴±۰/۱۳ bB	۷/۸۰±۰/۲۳ aB
سدیم تری‌پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۲/۵۹±۰/۲۸ dA	۴/۱۶±۰/۲۰ cB	۵/۵۸±۰/۱۷ bB	۶/۹۲±۰/۱۰ aB	۷/۲۵±۰/۱۳ aB
باکتری سرمادوست					
شاهد	۳/۶۶±۰/۶۰ dA	۴/۴۱±۰/۲۶ dA	۶/۰۱±۰/ ۳۳ cA	۷/۳۹±۰/۲۹ bA	۸/۸۰±۰/۳۷ aA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۲/۷۰±۰/۳۷ dA	۴/۴۰±۰/۱۱ cA	۵/۷۳±۰/۱۱ bAB	۵/۶۷±۰/۱۶ bB	۶/۷۳±۰/۱۴ aB
تتراسدیم پیروفسفات	۲/۷۷±۰/۳۹ cA	۴/۵۴±۰/۲۸ bA	۵/۰۱±۰/۰۷ bB	۶/۲۳±۰/۲۳ aB	۶/۹۶±۰/۰۳ aB
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۲/۷۰±۰/۲۳ cA	۴/۸۲±۰/۰۴ bA	۴/۸۸±۰/۳۸ bB	۵/۶۲±۰/۱۹ bB	۷/۳۲±۰/۵۴ aB

داده‌ها بر اساس میانگین±خطای استاندارد است. حروف کوچک متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار در زمانهای مختلف و حروف بزرگ مختلف در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار در تیمارها است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- تغییرات فیزیکوشیمیایی ماهی پنجزاری راه‌راه غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۶ روز

تیمارها	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
بازهای ازته فرار					
شاهد	۱۴/۰۰±۰/۰۰ cA	۱۹/۱۳±۴/۴۵ cA	۳۶/۸۶±۰/ ۹۳ bAB	۴۹/۹۳±۶/۵۸ bBC	۱۲۰/۴۶±۷/۲۱ aA
سدیم تری پلی‌فسفات	۱۴/۹۳±۰/۴۶ cA	۱۶/۸۰±۰/ ۸۰ cA	۲۷/۸۶±۳/۷۳ bcB	۴۱/۵۳±۶/۵۳ bC	۱۱۲/۵۳±۶/۰۹ aA
تتراسدیم پیروفسفات	۱۷/۲۶±۱/۶۸ cA	۲۴/۲۶±۳/۲۶ bcA	۳۴/۴۶±۱/۷۲ bB	۷۰/۹۳±۲/۳۳ aA	۷۱/۱۳±۵/۷۳ aB
سدیم تری‌پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۱۷/۷۳±۱/۸۶ dA	۲۲/۴۰±۱/۴۰ dA	۴۹/۸۰±۷/۰۰ cA	۶۱/۱۳±۰/۹۳ bAB	۸۹/۱۳±۱/۸۶ aB
pH					
شاهد	۶/۱۸±۰/۰۶ bA	۶/۹۲±۰/۳۱ aA	۶/۶۶±۰/۱۸ aA	۶/۰۶۸±۰/۲۷ abA	۷/۳۰±۰/۲۸ aA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۶/۱۸±۰/۰۶ bA	۶/۲۷±۰/۱ abB	۶/۶۱±۰/۱۴ aA	۶/۴۳±۰/۰۹ abA	۶/۶۴±۰/۱۷ aB
تتراسدیم پیروفسفات	۶/۱۸±۰/۰۶ bA	۶/۷۵±۰/۰۳ aAB	۶/۱۴±۰/۰۶ bA	۶/۸۱±۰/۰۷ aA	۶/۸۶±۰/۰۵ aAB
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۶/۱۸±۰/۰۶ bA	۶/۴۳±۰/۲۸ aAB	۶/۵۰±۰/۲۱ aA	۶/۲۵±۰/۱۱ aA	۶/۵۶±۰/۱۲ aB
تیوباربیتوریک اسید					
شاهد	۰/۲۳±۰/۶ bA	۱/۲۵±۰/۴۱ aA	۱/۲۵±۰/۱۸ aA	۰/۹۹±۰/۳۳ aA	۱/۳۲±۰/۰۶ aA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۰/۸۱±۰/۲۶ aA	۰/۵۷±۰/۱۷ aA	۰/۴۲±۰/۱۰ aB	۰/۵۷±۰/۱۸ aA	۰/۳۳±۰/۰۳ aB
تتراسدیم پیروفسفات	۰/۵۷±۰/۲۴ aA	۰/۶۳±۰/۱۴ aA	۰/۳۲±۰/۰۷ aB	۰/۷۲±۰/۰۵ aA	۰/۳۶±./۰۶ aB
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۰/۷۴±۰/۱۵ aA	۰/۷۵±۰/۳۳ aA	۰/۷۱±۰/۱۹ aB	۰/۷۳±۰/۱ aA	۰/۴۰±۰/۱۹ aB
اسیدهای چرب آزاد					
شاهد	۰/۹۴±۰/۴۹ bA	۱/۶۶۰±۰/۳۷ bA	۰/۹۵±۰/۱۵ bB	۵/۲۳±۱/۷۹ aA	۵/۹۴±۰/۴۴ aA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۰/۶۲ ± ۰/۲۱ bA	۱/۱۹±۰/۳۵ bAB	۲/۳۴±۰/۴۲ aA	۱/۲۰±۰/۱۵ bB	۱/۳۳±۰/۱۷ aB
تتراسدیم پیروفسفات	۰/۶۰±۰/۱۸ bA	۰/۶۷±۰/۱۵ bB	۱/۴۶±۰/۱۰ aAB	۱/۶۶±۰/۲۷ aB	۱/۰۲±۰/۲۳ abB
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۰/۹۰±/۰۳ bA	۱/۱۳±۰/۰۹ bAB	۱/۰۵±۰/۳۱ bB	۲/۳۱±۰/۴۶ aAB	۱/۴۱±۰/۲۰ bB
ظرفیت نگهداری آب					
شاهد	۸۵/۳۳±۰/۳۳ aA	۶۸/۳۳±۰/۳۳ cD	۷۰/۳۳±۰/۳۳ bB	۶۲/۰۰±۰/۵۷ dC	۵۲/۳۳±۰/۳۳ eBC
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۸۵/۳۳±۰/۳۳ aA	۸۳/۶۶±۰/۶۶ aA	۸۰/۳۳±۰/۳۳ bA	۶۹/۳۳±۰/۳۳ cB	۵۹/۳۳±۰/۳۳ dA
تتراسدیم پیروفسفات	۸۵/۳۳±۰/۳۳ aA	۸۱/۶۶±۰/۶۶ aB	۸۰/۳۳±۳/۸۴ aA	۷۱/۳۳±۱/۲۰ bB	۵۰/۶۶±۰/۸۸ cC
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۸۵/۳۳±۰/۳۳ aA	۷۸/۶۶±۰/۶۶ bC	۸۴/۶۶±۰/۶۶ aA	۷۷/۰۰±۱/۵۲ bA	۵۳/۳۳±۰/۳۳ cB
سولفیدریل کل					
شاهد	۱/۶۵±۰/۴۸ aA	۰/۴۴±۰۰/۰ bB	۰/۳۰±۰/۰۱ bC	۰/۲۰±۰/۰۱ bD	۰/۸۷±۰/۰۲ bC
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۱/۲۲±۰/۱۴ bA	۱/۲۶±۰/۰۲ bA	۱/۲۶±۰/۰۳ bB	۰/۶۶±۰/۰۳ bC	۴/۳۱±۰/۵۴ aA
تتراسدیم پیروفسفات	۱/۸۵±۰/۲۵ cA	۱/۲۰± ۰/۰۱ dA	۳/۲۴±۰/۳۴ aA	۱/۰۷±۰۰/۰ dB	۲/۵۷±۰/۰۲ bB
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۱/۷۸±۰/۲۳ cA	۱/۲۹±۰/۰۹ dA	۲/۷۳±۰/۰۵ bA	۳/۲۹±۰/۰۹ aA	۳/۲۸±۰/۰۷ aB

داده‌ها بر اساس میانگین±خطای استاندارد است. حروف کوچک متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف و حروف بزرگ مختلف در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار در تیمارها است.

www.SID.ir

Archive of SID

شده در یخچال طی دوره ۱۶ روز نشان می‌دهد. میزان اولیه اسیدهای چرب آزاد در این آزمایش ۰/۹۴-۰/۶۰ (بر اساس اولئیک اسید) بود. میزان اسیدهای چرب آزاد با افزایش دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت. شاخص اسید چرب آزاد نمونه شاهد بیشترین مقدار (۵/۹۴ درصد اولئیک اسید) را دارا بود.

تغییرات میزان ظرفیت نگهداری آب در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان WHC با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی‌داری نشان داد. میزان WHC در روز صفر، ۸۵/۳۳ درصد بود و بیشترین میزان WHC در روز ۱۶ که متعلق به نمونه های غوطه‌ور شده در سدیم تری پلی فسفات (۵۹/۳۳ درصد) بود، رسیدند. کمترین میزان WHC در روز ۱۶ متعلق به نمونه شاهد (۵۲/۳۳ درصد) بود (p<۰/۰۵).

تغییرات میزان سولفیدریل کل تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز در جدول ۲ نشان می‌دهد. میزان سولفیدریل کل در تیمارهای مختلف به جز نمونه‌های شاهد طی دوره نگهداری روند افزایشی داشت (p<۰/۰۵). میزان سولفیدریل کل در روز صفر از ۱/۲۲ تا ۱/۸۵ مول بر ۱۰۵ گرم پروتئین متغییر بود. بیشترین میزان سولفیدریل کل متعلق به سدیم تری پلی‌فسفات و کمترین میزان متعلق به نمونه شاهد بود (p<۰/۰۵).

جدول ۳ شاخص a* (میزان قرمزی به سبزی) تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان اولیه a*، در روز صفر ۰/۶۳- بود . با افزایش دوره‌ی نگهداری میزان قرمزی تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری نگهداری شده در یخچال طی دوره‌ی نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). در روز ۱۶ فیله‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات بیشترین میزان قرمزی را داشتند (۱/۱۶-) و نمونه شاهد کمترین میزان قرمزی (۱/۵۰-) را داشت. میزان a* در نمونه شاهد و تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵).

جدول ۳ شاخص b* (تغییرات پارامتر زردی به آبی) تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان پارامتر b* با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت (p<۰/۰۵). میزان b* در نمونه شاهد و تیمارها در روز صفر ۳/۵۱- بود. بیشترین میزان b* متعلق به نمونه شاهد (۰/۸۷-) و کمترین میزان زردی متعلق به فیله های تیمار شده با تتراسدیم‌پیروفسفات (۲/۶۰-) در روز ۱۶ بود. میزان b* در نمونه شاهد و تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). میزان b* در نمونه تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵). جدول ۳ تغییرات پارامتر روشنایی L* تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان روشنایی با افزایش دوره‌ی نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). پارامتر L* در روز صفر ۵۸/۹۹ بود. میزان روشنایی در روز ۱۶ در فیله‌های غوطه‌ور شده با تترا سدیم پیرو فسفات (۴۵/۵۷) بیشترین میزان را داشت (p<۰/۰۵). تیمار شاهد کمترین میزان روشنایی را داشت (۳۷/۰۴) (p<۰/۰۵). جدول ۳ تغییرات غلظت رنگ یا شاخص کروما (Cab) تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان شاخص کروما فیله ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال طی دوره‌ی نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). شاخص کروما در روز صفر ۳/۵۶ بود. میزان کروما در تیمارهای غوطه‌ور شده در فسفات‌ها دارای بیشترین میزان بود. میزان شاخص کروما در نمونه شاهد و تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). میزان شاخص کروما در نمونه تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵). جدول ۳ میزان تغییرات هیو (H0ab) تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان هیو فیله ماهی پنجزاری راه‌راه طی دوره نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). میزان هیو برای همه نمونه‌ها در روز صفر ۱/۳۲بود. میزان کروما در تیمارهای غوطه‌ور شده در فسفات‌ها دارای کمترین میزان بود. میزان هیو در نمونه شاهد و تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). میزان هیو در نمونه تیمار شده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵).

مطابق جدول ۴ میزان سختی (hardness)، انسجام (cohesiveness)، قابلیت ارتجاع (springiness)، قابلیت به هم پیوستگی (adhesiveness)، چسبندگی (guminess) و قابلیت جویدن (chewiness) بافت در تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. میزان سختی فیله ماهی پنجزاری راه-راه نگهداری شده در یخچال طی زمان نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). میزان سختی در روز صفر ۲۳/۱۴ گرم بود. کمترین میزان سختی در تیمار شاهد در روز ۱۶ مشاهده شد (۱۴/۲۳گرم). میزان سختی فیله‌های غوطه‌ور شده در پلی فسفات‌ها در روز ۱۶ تفاوت معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۵). میزان انسجام فیله ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال طی دوره نگهداری در تیمارهای مختلف کاهش یافت (p<۰/۰۵). میزان انسجام در روز صفر ۰/۴۷ بود. انسجام نمونه شاهد و تیمارهای غوطه‌ور شده در فسفات در روز ۱۶ تفاوت معنی‌دار نداشت (p>۰/۰۵). قابلیت ارتجاع بافت فیله ماهی پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال در تیمارهای مختلف طی دوره-ی نگهداری کاهش معنی‌داری نشان داد(p<۰/۰۵). میزان قابلیت ارتجاعی بافت در روز صفر ۱/۲۸ بود. قابلیت ارتجاع بافت نمونه شاهد و تیمارهای غوطه‌ور شده در فسفات در روز ۱۶ تفاوت معنی‌دار نداشت (p>۰/۰۵). میزان به‌هم‌پیوستگی فیله ماهی پنجزاری تیمارهای مختلف نگهداری شده در یخچال طی دوره‌ی نگهداری افزایش یافت (p<۰/۰۵). کمترین به‌هم‌پیوستگی را در روز ۱۶ نمونه شاهد (۰/۶۴-) و بیشترین به‌هم‌پیوستگی را فیله‌های غوطه‌ور شده در تیمارهای غوطه‌ور شده در فسفات‌ها داشتند. قابلیت چسبندگی در تیمارهای مختلف در طول دوره‌ی نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵) و میزان آن از ۱۱/۰۲ گرم در روز صفر به کمترین میزان خود در نمونه‌ی شاهد در روز ۱۶ (۵/۸۷ گرم) رسید. بیشترین میزان قابلیت چسبندگی در روز ۱۶ متعلق به فیله‌های غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها بود. قابلیت جویدن بافت در تیمارهای مختلف در طول دوره‌ی نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵) و میزان آن از ۱۴/۱۴میلی ژول در روز صفر به ۵/۳۴ میلی ژول در نمونه شاهد در روز ۱۶ نگهداری رسید. در روز ۱۶ نگهداری بیشترین قابلیت جویدن را فیله‌های غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها بود (p<۰/۰۵).

جدول ۵ میانگین امتیازات سنجش بو را در تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره‌ی نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. حد نهایی مطلوبیت برای نمونه‌های ماهی جهت مصرف انسانی تا امتیاز ۵ در نظر گرفته شد. ویژگی بو در تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تغییرات رنگ سنجی ماهی پنجزاری راه‌راه غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۶ روز

تیمارها	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
*a					
شاهد	-۰/۶۳±۰/۰۱ aA	-۰/۷۷±۰/۰۰۳ abA	-۰/۲۰±۰/ ۵۱ aA	-۰/۸۲±۰/۰۳ abA	-۱/۵۰±۰/۱۸ cA
سدیم تری پلی‌فسفات	-۰/۶۳±۰/۰۱ aA	-۰/۹۲±۰/ ۰۲ bB	-۰/۹۵±۰/۰۰ bA	-۱/۰۰±۰/۰۲ bB	-۱/۱۶±۰/۰۵ cA
تتراسدیم پیروفسفات	-۰/۶۳±۰/۰۱ aA	-۰/۹۵±۰/۰۱ bB	-۰/۹۶±۰/۰۱ bA	-۰/۹۸±۰/۰۱ bB	-۱/۱۸±۰/۰۵ cA
سدیم تری‌پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	-۰/۶۳±۰/۰۱ aA	-۰/۹۲±۰/۰۵ bB	-۱/۰۱±۰/۰۱ bA	-۱/۱۲±۰/۰۲ cC	-۱/۳۲±۰/۰۵ dA
*b					
شاهد	-۳/۵۱±۰/۰۹ dA	-۳/۱۵±۰/۰۲ cA	-۲/۲۵±۰/۰۶ bA	-۲/۱۴±۰/۰۱ bA	-۰/۸۷±۰/۰۵ aA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	-۳/۵۱±۰/۰۹ dA	-۳/۵۷±۰/۰۳ dB	-۳/۱۵±۰/۰۱ cB	-۲/۷۱±۰/۰۵ bB	-۲/۴۵±۰/۰۴ aB
تتراسدیم پیروفسفات	-۳/۵۱±۰/۰۹ cA	-۳/۶۳±۰/۰۴ cB	-۳/۴۱±۰/۱۲ bcC	-۳/۱۱±۰/۰۲ BC	-۲/۶۰±۰/۱۷ aB
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	-۳/۵۱±۰/۰۹ cA	-۳/۵۲±۰/۰۲ cB	-۳/۳۲±۰/۰۵ bcBC	-۳/۱۱±۰/۰۸ bC	-۲/۵۵±۰/۰۸ aB
*L					
شاهد	۵۸/۹۹±۱/۱۹ aA	۴۹/۲۴±۰/۵۶ bC	۴۵/۵۶±۰/۸۲ cC	۴۰/۶۸±۰/۳۸ dB	۳۷/۰۴±۰/۳۰ eD
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۵۸/۹۹±۱/۱۹ aA	۵۵/۱۷±۱/۱۱ bA	۵۲/۳۲±۰/۶۵ bB	۴۶/۸۲±۱/۲۵ cA	۴۳/۲۱±۰/۹۷ dB
تتراسدیم پیروفسفات	۵۸/۹۹±۱/۱۹ aA	۵۶/۲۲±۰/۶۰ bA	۵۴/۶۸±۰/۴۶ bA	۴۸/۵۵±۱/۱۷ cA	۴۵/۵۷±/۱۰ dA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۵۸/۹۹±۱/۱۹ aA	۵۲/۴۰±۰/۵۴ bB	۵۰/۶۸±۰/۳۰ bB	۴۳/۳۸±۰/۶۷cB	۴۰/۷۳±۰/۲۷ dC
C					
شاهد	۳/۵۶±۰/۰۹ aA	۳/۲۴±۰/۰۲ bB	۲/۳۷±۰/۰۶ cB	۲/۲۹±۰/۰۰ cC	۱/۷۳±۰/۱۸ dB
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۳/۵۶±۰/۰۹ aA	۳/۶۸±۰/۰۴ aA	۳/۲۹±۰/۰۱ bA	۲/۸۹±۰/۰۶ cB	۲/۷۱±۰/۰۲ dA
تتراسدیم پیروفسفات	۳/۵۶±۰/۰۹ aA	۳/۷۵±۰/۰۴ aA	۳/۵۳±۰/۱۱abA	۳/۲۶±۰/۰۲ bA	۲/۸۵±۰/۱۸ cA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۳/۵۶±۰/۰۹ aA	۳/۶۴±۰/۰۳ aA	۳/۴۶±۰/۰۴abA	۳/۳۰±۰/۰۸ bA	۲/۸۷±۰/۱۰ cA
H					
شاهد	۱/۳۲±۰/۰۷ abA	۱/۳۲±۰/۰۰ aA	۱/۲۴±۰/۰۰ abB	۱/۱۹±۰/۰۱ bB	۰/۵۲±۰/۰۳ cB
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۱/۳۲±۰/۰۷ aA	۱/۳۱±۰/۰۰ aA	۱/۲۷±۰/۰۰ aA	۱/۲۱±۰/۰۰ abB	۱/۱۲±۰/۰۲ bA
تتراسدیم پیروفسفات	۱/۳۲±۰/۰۷ aA	۱/۳۱±۰/۰۰ aA	۱/۲۸±۰/۰۰ aA	۱/۲۵±۰/۰۰ aA	۱/۱۴±۰/۰۰ bA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۱/۳۲±۰/۰۷ aA	۱/۳۱±۰/۰۱ aA	۱/۲۷±۰/۰۰ aA	۱/۲۲±۰/۰۰ aB	۱/۰۹±۰/۰۱ bA

داده‌ها بر اساس میانگین±خطای استاندارد است. حروف کوچک متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف و حروف بزرگ مختلف در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار در تیمارها است.

www.SID.ir

Archive of SID

طی دوره‌ی نگهداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). همه‌ی تیمارها تا روز ۸ نگهداری دارای امتیاز بالای ۴ بودند. تیمار سدیم‌تری‌پلی‌فسفات در روز ۱۶ نگهداری دارای کیفیت بهتر ازنظر بو (۳) و تیمار شاهد دارای کمترین میزان امتیازات بودند (۱/۱۴). جدول ۵ تغییرات طعم تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز را نشان می‌دهد. ویژگی طعم تیمارهای مختلف فیله ماهی پنجزاری طی دوره‌ی نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت (p<۰/۰۵). فیله‌های غوطه‌ور شده در سدیم‌تری‌پلی‌فسفات در روز ۱۶ نگهداری بهترین امتیاز طعم را داشتند (۲/۹۷) و نمونه شاهد بدترین امتیاز طعم را داشتند (۱/۵۷).

بحث

باکتری‌های سرمادوست گرم منفی مثل سودوموناس‌ها، آلتروموناس‌ها، شوانلاها و فلاووباکترها بیشترین گروه میکروارگانیسم‌های عامل فساد ماهی و فراورده‌های آن در شرایط نگهداری هوازی در دماهای سرد می‌باشند (۲۰). بار باکتری‌های کل و سرمادوست نمونه‌های تیمار شده با فسفات (سدیم‌تری‌پلی‌فسفات، تتراسدیم‌پیروفسفات و مخلوط سدیم‌تری‌پلی‌فسفات و تتراسدیم‌پیروفسفات) بعد از ۱۶ روز نگهداری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (p>۰/۰۵) که احتمالا دلیل آن اثر بازدارندگی فسفات‌ها بر رشد باکتری‌های مسئول فساد می‌باشد. نتایج مشابهی در بررسی اثر سدیم‌تری‌پلی‌فسفات بر روی فیله قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۱۴) و فیله‌های سی باس (*Dicentrachus labraxs*) (۱۳) بدست آمد. ماسنیوم و همکاران در سال ۲۰۰۵ (۱۷) نشان دادند که بار باکتری‌های سرمادوست فیله‌های ماهی سی باس تیمار شده با فسفات در مقایسه با نمونه شاهد بعد از ۲۱ روز نگهداری کمتر بود. فسفات‌ها ممکن است رشد باکتری‌ها را با شلاته کردن یون‌های فلزی در دیواره سلول سرکوب نماید که منتهی به کاهش کاتیون در نتیجه کاهش یکپارچگی غشا و جلوگیری تقسیم سلولی نرمال می‌شود. به طور کلی مکانیسم اثر آنتی‌میکروبی و بازدارندگی پلی‌فسفات‌ها بر رشد باکتری‌ها بدین شکل است که به دیواره سلول آنها متصل شده با فلزاتی از قبیل کلسیم و منیزیم تشکیل کمپلکس می‌دهند و به صورت باند شده با آنها می‌مانند بدون اینکه این فلزات که برای رشد باکتری‌ها ضروری هستند، آزاد شوند.

بازهای ازته فرار یک شاخص کیفی است که نشانگر میزان فساد، تجزیه و شکستن پروتئین‌ها بود (۶) و بواسطه فعالیت باکتریایی و آنزیم‌های درونی خود ماهی افزایش می‌یابد. سوخت و ساز باکتریایی آمینواسیدها درماهی منجر به تجمع آمونیوم، مونواتیل‌آمین، دی‌اتیل‌آمین، تری‌اتیل‌آمین و سایر بازهای فرار می‌شود که همگی موجب بدطعمی ماهی می‌گردند (۱۰). میزان ۲۵ میلی‌گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم نمونه گوشت به عنوان حداکثر میزان قابل قبول بازهای ازته فرار در گوشت ماهی خام پیشنهاد شده است(۱۵). در تحقیقات دیگر میزان ۳۵-۳۰ میلی‌گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم نمونه گوشت ماهی خام به عنوان حداکثر میزان قابل قبول بازهای ازته فرار در گوشت ماهی پیشنهاد شده است (۵). همانطور که نتایج نشان داد میزان TVBN ارتباط مستقیمی با افزایش pH دارد و نتایج بدست آمده با بررسی‌های اعتمادیان و همکاران (۲۰۱۱) (۷) مطابقت داشتند که این بررسی‌ها نشان دادند که میزان بازهای ازته فرار ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) با افزایش طول دوره نگهداری، افزایش یافت اما میزان این شاخص در نمونه‌های غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها پایین‌تر از حد مجاز بدست آمد. میزان TVBN با افزایش میزان بار میکروبی و pH ارتباط دارد. بنابراین، تاثیر بازدارندگی فسفات در مقابل رشد میکروبی می‌تواند تولید بارهای ازته فرار را کاهش می‌دهد.

بطورکلی میزان pH عضله ماهی زنده نزدیک به ۷ است. پس از مرگ بر اساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر از ۶ تا ۷ تغییر می‌کند (۲). تغییرات pH تیمارهای مختلف ماهی پنجزاری راه‌راه در یخچال طی دوره نگهداری ۱۶ روز در جدول ۲ آورده شده است. در تمام نمونه‌های ماهی مقدار این شاخص درطول دوره افزایش پیدا کرد (p<۰/۰۵). افزایش pH با گذشت زمان نگهداری را می‌توان به فعالیت آنزیم‌های اتولیتیک و باکتری‌های پروتئولیتیک فاسدکننده ماهی نسبت داد (۱۵). در بررسی حاضر با افزایش میزان بازهای ازته فرار در طول دوره چنین روندی برای pH انتظار می‌رفت. میزان pH در روز صفر از ۶/۱۸ در همه نمونه‌ها به ۷/۳۰ در روز شانزده در نمونه شاهد رسید (p<۰/۰۵). نتایج مشابهی توسط اعتمادیان و همکاران (۲۰۱۱) (۷) گزارش شد، آنها مشاهده کردند که میزان pH نمونه‌های ماهی سفید دارای پوشش پلی‌فسفات افزایش کندتری نسبت به نمونه شاهد داشت و بیان کردند که می‌تواند به دلیل تاثیر فسفات‌ها در فرآوری مواد غذایی به عنوان تثبیت‌کننده pH و اسیدی شدن باشد (۱۶).

تیوباربیتوریک اسید میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به ویژه آلدهیدها که از شکست هیدروپراکسیدها ایجاد می-شوند را نشان می‌دهند. مواد اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) ناپایدار و مستعد تجزیه هستند و محصولات ثانویه اکسیداسیون مانند آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، اسیدهای آلی و ترکیبات اپوکسی از آنها حاصل می-شوند. پایین بودن میزان TBA در نمونه‌های تیمار شده با پلی‌فسفات احتمالا به دلیل اثر آنتی‌اکسیدانی پوشش پلی‌فسفات در کاهش پراکسایدی می‌باشد. پلی‌فسفات‌ها اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع را در فراورده‌های غذایی غیر دریایی به تاخیر می‌اندازند و از اکسیداسیون چربی جلوگیری می‌کند. حداکثر میزان قابل قبول پیشنهادی تیوباربیتوریک اسید برای کیفیت مطلوب ماهی (منجمد، یخچال‌گذاری شده و یا نگهداری شده در یخ) ۵ میلی‌گرم مالون آلدهید اکی‌والان بر کیلوگرم نمونه است در حالی که تا ۸ میلی‌گرم مالون آلدهید اکی‌والان بر کیلوگرم نمونه هم قابل مصرف است (۲۰).

وجود اسید چرب آزاد به واسطه اکسایش و آبکافت آنزیمی چربی‌های استری بوده و یک ترکیب نامطلوب می‌باشد چون اسیدهای چرب آزاد می‌توانند به ترکیبات فرار بدبو تبدیل شوند. با اینکه تولید اسیدهای چرب آزاد به خودی خود منجر به افت کیفیت تغذیه‌ای نمی‌شود اما آزمون میزان آبکافت چربی به نظر مهم می‌رسد چون آبکافت چربی در شرایط سرما و انجماد نیز ادامه می‌یابد که تاثیر شدیدی بر اکسیداسیون چربی و دناتوره شدن پروتئین دارد. تأثیر پرواکسیدانی اسیدهای چرب آزاد بر چربی نیز گزارش شده است بدین صورت که اسیدهای چرب آزاد بر گروه کربوکسیل اثر تحریک‌کننده (Catalytic effect) داشته و تشکیل هیدروپروکسیدها و متعاقبا رادیکال‌های آزاد را تسریع می‌بخشد. علاوه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تغییرات بافت سنجی ماهی پنجزاری راه‌راه غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۶ روز

تیمارها	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
سختی					
شاهد	۲۳/۱۴±۰/۴۲ aA	۲۰/۳۲±۰/۶bA	۲۰/۴۰±۱/۵۴ bA	۱۵/۰۰± ۰/۲۳ cB	۱۴/۲۳±۰/۶۳ cB
سدیم تری پلی‌فسفات	۲۳/۱۴±۰/۴۲ aA	۲۱/۷۲±۰/۳۸ abA	۲۱/۰۱±۰/۵۵ bA	۱۸/۶۷±۰/۶۶ cA	۱۸/۴۰±۰/۱۱ cA
تتراسدیم پیروفسفات	۲۳/۱۴±۰/۴۲ aA	۲۱/۶۵±۰/۳۸ abA	۲۰/۵۳± ۰/۳ cbA	۲۰/۰۱±۰/۸ cA	۱۹/۰۵±۰/۳ cA
سدیم تری‌پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۲۳/۱۴±۰/۴۲ aA	۲۱/۷۹±۰/۳۶ bA	۲۰/۰۵±۰/۰۶ cA	۱۸/۹۵± ۰/۳۶ dA	۱۸/۳۸±۰/۰۱ dA
انسجام					
شاهد	۰/۴۷±۰/۰۲ abA	۰/۴۹±۰۰/۰ aA	۰/۴۳±۰۰/۰ bcA	۰/۴۲±۰۰/۰ cA	۰/۴۱±۰۰/۰ cA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۰/۴۷±۰/۰۲ abA	۰/۴۸±۰۰/۰ aA	۰/۴۵± ۰/۰۲ abcA	۰/۴۲±۰۰/۰ bcA	۰/۴۱±۰۰/۰ cA
تتراسدیم پیروفسفات	۰/۴۷±۰/۰۲ aA	۰/۴۷±۰/۰۱ abA	۰/۴۵± ۰۰/۰ abcA	۰/۴۲±۰۰/۰ bcA	۰/۴۱±۰۰/۰ cA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۰/۴۷±۰/۰۲ aA	۰/۴۵±۰/۰۲ abA	۰/۴۶±۰/۰۱ aA	۰/۴۲±۰۰/۰ abA	۰/۳۹±۰۰/۰ bA
قابلیت ارتجاعی					
شاهد	۱/۲۸±۰/۰۹ aA	۱/۱۳±۰/۰۴ abA	۱/۰۸±۰/۰۴ bcA	۰/۹۵± ۰/۰۱ cdA	۰/۹۱±۰/۰۵ dA
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۱/۲۸±۰/۰۹ aA	۱/۲۵± ۰/۰۲ aA	۱/۱۲±۰/۰۳ abA	۱/۰۳±۰/۰۳ bcA	۰/۹۳±۰/۰۱ cA
تتراسدیم پیروفسفات	۱/۲۸±۰/۰۹ aA	۱/۲۳±۰/۰۳ aA	۱/۱۴±۰/۰۱ abA	۱/۰۳±۰/۰۵ bcA	۰/۹۱±۰/۰۳ cA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۱/۲۸±۰/۰۹ aA	۱/۱۶±۰/۰۴ abA	۱/۱۵±۰/۰۱ abA	۱/۰۰±۰/۰۱ bcA	۰/۹۲±۰/۰۲ cA
به‌هم پیوستگی					
شاهد	-۱/۲۹±۰/۱۲ cA	-۰/۹۳±۰/۰۰ bA	-۰/۸۴±۰/۰۱ bB	-۰/۷۶±۰/۰۱ abB	-۰/۶۴±۰/۰۲ aB
سدیم تری‌پلی‌فسفات	-۱/۲۹±۰/۱۲ bA	-۰/۱۷±۰/۴۸ aA	-۰/۶۱±۰/۰۰ abA	-۰/۵۳±۰/۰۳ aA	-۰/۴۹±۰/۰۱ aA
تتراسدیم پیروفسفات	-۱/۲۹±۰/۱۲ bA	-۰/۶۹±۰/۰۵ aA	-۰/۶±۰/۰۱ aA	-۰/۵۶±۰/۰۴ aA	-۰/۵۱±۰/۰۲ aA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	-۱/۲۹±۰/۱۲ cA	-۰/۷۳±۰/۰۲ bA	-۰/۶۴±۰/۰۴ abA	-۰/۵۵±۰/۰۳ abA	-۰/۴۹±۰/۰۳ aA
چسبندگی					
شاهد	۱۱/۰۲±۰/۶۲ aA	۱۰/۰۳±۰/۷۱ abA	۸/۹۰±۰/۶۹ bA	۶/۴۰±۰/۱۵ cB	۵/۸۷±۰/۲۶ cB
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۱۱/۰۲±۰/۶۲ aA	۱۰/۴۹±۰/۰۶ abA	۹/۴۴±۰/۴۳ bA	۷/۹۱±۰/۴۰ cA	۷/۶۶±۰/۰۸ cA
تتراسدیم پیروفسفات	۱۱/۰۲±۰/۶۲ aA	۱۰/۲۳±۰/۲۳ abA	۹/۳۷±۰/۲۲ bcA	۸/۴۶±۰/۳۷ cdA	۷/۸۷±۰/۲۲ aA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۱۱/۰۲±۰/۶۲ aA	۹/۸۸±۰/۵۵ abA	۹/۴۲±۰/۲۱ bA	۷/۹۵± ۰/۲۵ cA	۷/۲۹±۰/۱۶ cA
قابلیت جویدن					
شاهد	۱۴/۱۴±۱/۶ aA	۱۱/۳۹±۰/۸۷ abA	۹/۶۴±۰/۸۳ bA	۶/۰۹±۰/۱۳ cB	۵/۳۴±۰/۲ cB
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۱۴/۱۴±۱/۶ aA	۱۳/۱۰±۰/۳۱ abA	۱۰/۸۵±۰/۳۲ bcA	۸/۲۱±۰/۶۵ cdA	۷/۱۲±۰/۱۹ dA
تتراسدیم پیروفسفات	۱۴/۱۴±۱/۶ aA	۱۲/۶۳±۰/۱ abA	۱۰/۷۱±۰/۱۷ bcA	۸/۷۵±۰/۸ cdA	۷/۱۷±۰/۴۷ aA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۱۴/۱۴±۱/۶ aA	۱۱/۰۵±۱/۰۳ abA	۱۰/۸۶±۰/۲۵ bcA	۸/۰۰±۰/۱۹ cdA	۶/۶۹±۰/۰۷ dA

داده‌ها بر اساس میانگین±خطای استاندارد است. حروف کوچک متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف و حروف بزرگ مختلف در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار در تیمارها است.

www.SID.ir

Archive of SID

بر این به دلیل کوچک بودن اندازه ملکول‌های اسید چرب آزاد نسبت به چربی‌های بزرگتر (مهم‌ترین آنها تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها و فسفولیپیدها) بیشتر در معرض اکسیداسیون توسط آنزیم‌هایی چون لیپازها و فسفولیپازها می‌باشد. نمونه‌های غوطه‌ور شده در تتراسدیم‌پیروفسفات کمترین میزان اسیدهای چرب را داشتند این امر به واسطه به واسطه عمل لیپاز و فسفو لیپاز بروی فسفولیپیدها و تری‌گلیسریدها است.

تغییرات اولیه پس از مرگ مانند تغییرات pH، تجزیه و اکسیداسیون پروتئین‌ها نقش موثری در توانایی گوشت برای حفظ رطوبت دارند. کاهش WHC و افزایش میزان آب چک، ناشی از تغییرات ساختاری عضله شامل تخریب شبکه میوفیلامنت‌ها، دناتوره شدن میوزین و افزایش فضای خارج سلولی است که نتایج این مطالعه با نتایج اعتمادیان و همکاران (۲۰۱۱) (۷) مطابقت دارد. تغییرات WHC عموما در ارتباط با تفاوت‌های ژنتیکی در فیبرها و در نتیجه پروتئین عضله و pH عضله پس از مرگ و در ادامه تخریب عضله با افزایش مدت زمان می‌باشد (۲۱).

عمدتا خصوصیات بافتی و کاربردی پروتئین‌ها به پروتئین‌های میوفیبریل بستگی دارد و پروتئین اصلی موجود در میوفیبریل اکتومیوزین است. تغییر در ترکیب اکتومیوزین، با تغییر در گروه‌های سولفیدریل، گروه‌های هیدروفوبیک و خصوصیات شیمیایی مانند فعالیت ATP آز همراه می‌باشد که بر این اساس می‌توان به تشکیل پیوندهای دی سولفید که نشان‌دهنده‌ی انبوهش بین پروتئین‌ها و تاثیر بر خصوصیات کاربردی آنها است و به تغییراتی که در گروه‌های فعال سولفیدریل و گروه‌های سولفیدریل کل اتفاق می‌افتد، پی برد. کمترین میزان سولفیدریل در نمونه شاهد بود که این کاهش به دلیل ترکیب پروتئین ناشی از پروتئولیز است که با نتایج ماسنیوم و همکاران (۲۰۰۵) (۱۷) بروی اثر پلی فسفات‌ها روی ماهی سی‌باس دریایی و اعتمادیان و همکاران (۲۰۱۱) (۷) تاثیر پلی فسفات‌ها و بسته‌بندی تحت خلاء روی ماهی سفید مطابقت داشت. کاهش میزان سولفیدریل کل در نمونه‌های شاهد به دلیل شکل‌گیری پیوندهای دی‌سولفید یا اکسیداسیون گروه‌های سولفیدریل یا تبادلات پیوندهای دی‌سولفیدی می‌باشد (۳، ۱۷، ۷) و یا به دلیل تشکیل هیدروژن و باندهای هیدروفوبیک است که مانع از واکنش ساختار سولفیدریل مولکول‌های اکتومیوزین می‌گردد (۴) فیله‌های غوطه‌ور شده با سدیم‌تری‌پلی‌فسفات بیشترین میزان سولفیدریل را داشتند، این به واسطه آلکالین فسفات‌ها و هیدرولیز سدیم‌تری‌پلی‌فسفات به اورتوفسفات‌ها است (افزودنی‌های غذایی) که با نتایج ماسنیوم و همکاران (۲۰۰۵) (۱۷) بر اثر فسفات‌ها روی فیله ماهی سی باس دریایی مطابقت داشت.

ظاهر فرآورده‌های غذایی، از نظر ظاهر و همچنین قابلیت دست‌یابی، پارامتر مهمی برای مصرف‌کننده است. رنگ، هم روی ساختار بافت و هم روی غلظت رنگدانه اثر می گذارد. در این تحقیق رنگ‌سنجی بر اساس مولفه های L*a*b* کمی گردیده است. مقادیر مولفه a* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است، مقادیر مولفه b* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است و شاخص L* معادل روشنایی تصویرکه بین

جدول ۵- ارزیابی حسی ماهی پنجزاری راه‌راه غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۶ روز

تیمارها	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
بو					
شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۲۹/۰±۴۲/۴ Aab	۴/۰۰±۰/۲۱ bB	۲/۰۰±۰/۳۰ cB	۱/۱۴±۰/۱۴ dB
سدیم تری پلی‌فسفات	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۴/۸۵±۰/۱۴ aA	۴/۵۷±۰/۲ aA	۴/۰۰±۰/۲۳ bA	۳/۰۰±۰/۲۳ bA
تتراسدیم پیروفسفات	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۴/۹۲±۰/۰۷ aA	۴/۵۱±۰/۲۱ aA	۳/۶۰±۰/۱۳ cAB	۲/۶۰±۰/۱۳ dAB
سدیم تری‌پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۴/۸۴±۰/۰۹ aA	۴/۶۶±۰/۱۷ aA	۳/۲۱±۰/۲۴ bB	۲/۲۱±۰/۲۴ cB
طعم					
شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۴/۷۱±۰/۱۸ aA	۳/۷۱±۰/۲۸ aB	۲/۹۲±۰/۳۵ bA	۱/۵۷±۰/۲۰ cB
سدیم تری‌پلی‌فسفات	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۴/۸۸±۰/۰۷ aA	۴/۲۷±۰/۱۹ bA	۳/۹۷±۰/۲ bA	۲/۹۷±۰/۲۱ cA
تتراسدیم پیروفسفات	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	۴/۸۵±۰/۰۹ aA	۴/۰۹±۰/۲۸ bA	۳/۵۵±۰/۱۶ cA	۲/۵۵±۰/۱۶ dA
سدیم‌تری پلی‌فسفات+ تتراسدیم پیروفسفات	۵/۰۰±۰/۰۰ aA	A۴/۶۹±۰/۱۲ ba	۴/۶۷±۰/۱۷ aA	۳/۵۳±۰/۲ bA	۲/۵۳±۰/۲ cA

www.SID.ir

Archive of SID

۰ معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل نور است، می‌باشد. از a* و b* برای تغییر مقادیر هیو (H*) (معرف رنگ دیده شده) و کروما (Cab) (معرف شدت وضوح رنگ)، استفاده گردید. افت رنگ در طی دوره‌ی نگهداری ممکن است با اکسیداسیون لیپیدها، اکسیداسیون پروتئین‌های هموگلوبین و میوگلوبین، فعالیت‌های غیرآنزیمی بین تولیدات حاصل از اکسیداسیون لیپید و گروه‌های آمینی پروتئین و فساد میکروبی مرتبط باشد (۲۲). کمترین میزان قرمزی در تیمار شاهد بود و همچنین بیشترین میزان زردی و کمترین میزان روشنایی هم در تیمار شاهد مشاهده شد. درجه تغییر رنگ در فیله‌های پوشش داده شده با پلی‌فسفات‌ها کمتر از تیمارهای شاهد بود که با نتایج ماسنیوم و همکاران (۲۰۰۵)؛ کیلینک و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت (۱۷،۱۴) و همچنین تاثیر پلی‌فسفات‌ها بر ماندگاری رنگ فیله در نتایج کیلینک و همکاران (۲۰۰۹) و اعتمادیان و همکاران (۲۰۱۲)، مشاهده شد (۸،۱۴).

بافت یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی گوشت ماهی است و در صنایع فراوری آبزیان اهمیت فراوانی دارد (۱۲) و آنالیز پروفایل بافت (TPA)، آزمونی برای سنجش فاکتورهایی از قبیل خاصیت به‌هم‌پیوستگی (نسبت نیروی مؤثر در طی فشار ثانویه به نیروی وارده در طی فشار اولیه به‌استثنای دیگر نواحی تحت‌فشار در هر چرخه)، چسبندگی (حاصل‌ضرب سختی فرآورده در خاصیت به هم‌پیوستگی ماده غذایی است)، نیروی چسبندگی (منطقه نیروی منفی در اولین فشار، عملی که برای بیرون کشیدن میله فشار دهنده به بیرون از نمونه‌ی ماده‌ی غذایی صورت می‌گیرد)، حالت ارتجاعی (حداکثر کششی که ماده‌ی غذایی در طول زمان فشار اول و دوم می‌تواند در برابر آن مقاومت کند و سپس به حالت اولیه خود بازگردد) و جویدنی (حاصل‌ضرب خاصیت چسبندگی در خاصیت ارتجاعی است که معادل حاصل‌ضرب سختی در خاصیت به هم‌پیوستگی در خاصیت ارتجاعی نیز می‌باشد و تنها برای مواد غذایی جامد به کار می‌رود) بافت است که در واقع متغیرهای اولیه برای توصیف خصوصیات بافتی محسوب می‌گردند. مطابق با جدول ۴ میزان سختی تیمارهای مختلف در طی دوره‌ی نگهداری کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای فیله ماهی پنجزاری راه‌راه طی ۱۶ روز دوره‌ی نگهداری مشاهده شد ($p>0/05$). میزان سختی در تیمارهای پلی‌فسفات و شاهد در ابتدا ۲۳/۱۴ گرم بود، اما به‌تدریج و با گذر زمان میزان سختی فیله‌ها در تمام تیمارها کم شد این نتایج با بررسی آلاساور و همکاران (۲۰۰۱) (۱) بر روی فیله ماهی نوعی شانک (*Sparus aurata*)، کیلینک و همکاران (۲۰۰۹) (۱۴) روی فیله ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (*Onchorhyncus mykiss*) و هرناندز و همکاران (۲۰۰۹) (۱۱) روی فیله ماهی شوریده (*Argyrosomus regius*) مطابقت داشت. بیشترین میزان سختی، چسبندگی، قابلیت ارتجاعی بافت و انسجام را فیله‌های غوطه‌ور شده با فسفات‌ها داشتند. کاهش در میزان سختی فیله‌ها احتمالاً به دلیل ضعیف شدن اندومیزیوم به عنوان قسمتی از بافت پیوندی و نیز به دلیل فروپاشی پروتئین‌های خط Z میوفیبریل (۱۷) و به دلیل افزایش بار میکروبی فیله‌ها می‌باشد (۱۴) خصوصیات بافتی اندازه‌گیری شده‌ی دیگر از قبیل خاصیت جویدنی، ارتجاعی، چسبندگی (guminess) و انسجام با افزایش زمان نگهداری روند نزولی را طی کرده اما خاصیت به‌هم‌پیوستگی (adhesiveness)، با افزایش دوره‌ی نگهداری روند صعودی طی کرد. از نظر سختی، به‌هم‌پیوستگی، قابلیت چسبندگی و قابلیت جویدن در بین تیمارهای مختلف پلی فسفات‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$)، ولی از نظر انسجام، سختی و چسبندگی بین نوع پلی‌فسفات‌ها با افزایش زمان نگهداری از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده شد ($p>0/05$) که این نتایج با نتایج کیلینک و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۹) (۱۳،۱۴) که گزارش نمودند تیمار با پلی‌فسفات‌ها بر این نوع از کمیت‌های بافتی تأثیری نداشت، مطابقت ندارد. در کل مطالعات کمی در مورد اثر پلی‌فسفات‌ها در بهبود خصوصیات بافتی فرآورده‌های گوشتی توسط آنالیزگرهای دستگاهی وجود دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

میزان تیوباربیتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد در نمونه‌های غوطه‌ور شده در پلی‌فسفات‌ها در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. این نتایج نشان داد که روند اکسیداسیون چربی‌ها در نمونه‌های تیمار شده کند گردیده است. بنابراین، طعم و بو در نمونه‌های تیمار شده با پلی‌فسفات‌ها بهبود می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ارتباط مستقیم بین اکسیداسیون چربی و کاهش شاخص رنگ در فیله‌های پنجزاری راه‌راه نگهداری شده در یخچال وجود دارد. همچنین پلی فسفات‌ها به خصوص سدیم‌تری‌پلی‌فسفات بر روی کیفیت حسی، مقدار بازهای ازته فرار pH، ظرفیت نگهداری آب، سولفیدریل، رشد میکروبی و اصلاح کیفیت بافت تاثیر داشت. بنابراین پوشش پلی‌فسفات راه موثری در بهبود دوره نگهداری ماهی و تولیدات ماهی است.

منابع مورد استفاده

1- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Oksuz, A., Garthwaite, T., Alexis, M.N. and Grigorakis, K., 2001. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. *Journal of Food Chemistry*, 72:33-40.

2- Arashisar, X., Hisar, O., Kaya, M. and 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.

3- Benjakul, S., Seymour, T. A., Morrissey, M. T. and AN, H., 1997. Physicochemical changes in pacific whiting muscle proteins during iced storage. *Journal of Food Science*, 62: 729–733.

4- Benjakul, S. and Sutthipan, N., 2009. Muscle changes in hard and soft shell crabs during frozen storage. *Journal of Food Science and Technology*, 42:723-729.

5- Connell, J. J., 1995. Control of Wsh quality (4th ed.). London: Fishing News Books Limited.

6- El-Deen, G. and El-Shamery, M.R., 2010. Studies on contamination and quality of fresh fish meats during storage. *Academic Journal of Biological Science*, 2: 65-74.

7- Etemadian, Y., Shabanpour, B., Sadeghi Mahoonak, A.R., Shabani, A. and Alami, M., 2011. Cryoprotective effects of poly-

www.SID.ir

Archive of SID

phosphates on *Rutilus kutum kutum* fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 129: 1544- 1551.

8- Etemadian, Y., Shabanpour, B., Sadeghi Mahoonak, A. and Shabani, A., 2012. Combination effect of phosphate and vacuum packaging on qu ality parameters of *Rutilus frisii kutum* fillets in ice. *Food Research International*, 45: 9- 16.

9- Fatemi, S.H. 2009. Food Chemistry. Sherkat Sahami Enteshar. 480 pages (In Persian).

10- Goulas, A.E. and Kontominas, M.G., 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93: 511–520.

11- Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garcia Garcia, B. and Garrido, M.D., 2009. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Journal of Food Chemistry*, 114:237-245.

12- Jain, D., Pathare, P.B. and Manikantan, M.R., 2007. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (*Labeo rohita*) during iced storage. *Journal of Food Engineering*, 81:336 340.

13- Kilinc, B., Cakli, S., Dincer, T. and Cadun, A., 2007. Effects of phosphates treatment on the quality of frozen-thawed fish species. *Journal of Muscle Foods*, 20: 377–391.

14- 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 (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Product Technology*, 18:108-119.

15- Kilincceker, O., Dogan, I.S. and Kucukoner, E., 2009. Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. LWT - *Food Science and Technology*, 42: 868–873.

16- Ludorff, W. and Meyer, V., 1973. Fische und fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, 309 pp.

17- 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.

18- Molins, R.A. 1991. Antimicrobial uses of food preservatives. Phosphate in food. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.

19- Ojagh, S.M. 2010. Effect of chitosan coating enriched with cinnamon essential oil rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. Thesis of Ph.D. degree. Faculty of Natural Resources and Marine Sciences. Tarbiat Modares University. 105 p (In Persian)

20- 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.

21- Sharifian S. and Attaran Fariman, G., 2014. Investigation of relation between muscle fiber destruction and water holding capacity of Hammor (*Epinephelus coioides*) fillet during refrigerated storage. *Journal of Oceanography*, 4: 55-61.

22- Siripatrawan, U. and Noipha, S., 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food Hydrocolloids*, 27: 102-108.

23- Woyewoda, A.D., Shaw, S.J., Ke, P.J. and Burns, B.G., 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian technical report of fish and aquatic science, 1448p.

24- Zhuang, H., Savage, E.M., Smith, D.P. and Berrang, M.E., 2008. Effect of dry-air chilling on warner-bratzler shear force and water-holding capacity of broiler breast meat deboned four hours postmortem. *Journal of Food Poultry Science*, 7:743-748.

www.SID.ir