تغییرات شیمیایی و زمان ماندگاری سوریمی ماهی کاراس (*Carassius carassius gibelio*) طی نگهداری تحت دمای فوق سرما و انجماد

مریم افسرسنگری[۱]، حمید عبدالله‌پور[۲]، انوشه کوچکیان صبور[۳]، الناز نامی خسمخی[٤*]

۱. کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تالش، گیلان، ایران
۲. استادیار، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تالش، گیلان، ایران
۳. استادیار، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور، بندر انزلی، ایران
٤. کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: elnaz_nami67@yahoo.com
(دریافت مقاله: ۹٤/۳/۲٤ پذیرش نهایی: ۹٦/۳/٦)

Archive of SID

چکیده

تولید سوریمی از ماهیان کم‌مصرف یکی از روش‌هایی است که امروزه برای افزایش مصرف این دسته از ماهیان پیشنهاد می‌گردد. در این تحقیق از ماهی کاراس (*Carassius carassius gibelio*) جهت تولید سوریمی استفاده شد. تیمارهای تحقیق به‌ترتیب، سوریمی نگهداری شده در دمای انجماد (۱۸ ^{o}C-) (گروه ۱) و سوریمی نگهداری شده در دمای فوق سرما (۳ ^{o}C-) (گروه ۲) می‌باشد. این تیمارها طی ٦۰ روز نگهداری به‌صورت دوره‌ای تحت آزمایش‌های ترکیبات شیمیایی (رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر و pH) و آزمایش‌های فساد شیمیایی و اکسیداسیون شامل مجموع بازهای نیتروژن فرار (TVB-N) و تیوباربیتوریک اسید (TBA) قرار گرفتند. بر اساس نتایج آماری میزان چربی، pH، TVB-N و TBA در طول دوره نگهداری در گروه ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه ۱ بود ($p<۰/۰۵$). با افزایش مدت‌زمان نگهداری شاخص‌های فساد شیمیایی در هر دو تیمار به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند ($p<۰/۰۵$) نتایج نشان داد سوریمی نگهداری شده در دمای انجماد از کیفیت بهتری نسبت به سوریمی نگهداری شده در دمای فوق سرما برخوردار بود. به‌دلیل افزایش میزان شاخص‌های فساد در روزهای پایان نگهداری، مشاهده گردید زمان ماندگاری سوریمی ماهی کاراس در دمای انجماد بالاتر از سوریمی نگهداری شده در دمای فوق سرما بوده و کیفیت سوریمی نگهداری شده در دمای انجماد تا پایان دوره نگهداری حفظ گردید.

واژه‌های کلیدی: ماهی کاراس (*Carassius carassius gibelio*)، سوریمی، فساد شیمیایی، زمان ماندگاری

www.SID.ir

مقدمه

فسادپذیری بالای ماهیان سبب شده تا حفظ کیفیت ماهی تازه، یکی از مسائل مهم مورد توجه صنعت ماهی و مصرف‌کنندگان باشد (Liston, 1980). در این رابطه توجه به زمان ماندگاری محصول مهم است. بدین منظور روش‌های متفاوتی برای افزایش زمان ماندگاری محصولات دریایی و حفظ کیفیت ماهی به‌کار گرفته شده است (Ghaly *et al*., 2010). ماهی کاراس طلایی (*Carassius auratus gibelio*) از خانواده کپورماهیان (*Cyprinidae*) است و شرایط زیستی و تغذیه آن همانند کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) می‌باشد (Vosoghi and Mostajir, 1989).

سوریمی یک واژه ژاپنی است و به گوشت چرخ شده ماهی اطلاق می‌گردد که به طریق مکانیکی استخوان‌گیری شده و قسمت اعظم ترکیبات محلول در آب آن توسط فرآیند شستشو خارج شده و پروتئین میوفیبریل باقی‌مانده قبل از انجماد با مواد محافظ سرمایی مخلوط می‌شود تا از تغییر ماهیت پروتئین هنگام نگهداری در انجماد محافظت شود (Lee, 1999; Kamal, 2005). به‌شکل سنتی تولید سوریمی تنها از ماهیان سفید گوشت معمول می‌باشد، توانایی تولید ژل خوب، بافت انعطاف‌پذیر، مزه مناسب و ظاهر سفید از مشخصات سوریمی تولیدی از این دسته ماهیان می‌باشد(Lanier, 1986). سوریمی با توجه به گونه ماهی و درجه حرارت آن می‌تواند تا ۲٤ ماه در سردخانه زیر صفر درجه سلسیوس نگهداری شود (Mahawanich, 2008). نگهداری در انجماد از بروز فساد میکروبی جلوگیری نموده و سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی را به حداقل می‌رساند، با این‌حال افت کیفی در عملکرد پروتئین عضله در ارتباط با نگهداری در سردخانه اجتناب‌ناپذیر می‌باشد (Powrie, 1973). کاهش کیفیت ماهی نگهداری شده در سردخانه عمدتاً به‌سبب ایجاد تغییرات در عضله، پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد (Shenouda, 1980) تغییرات در پروتئین‌های میوفیبریلی را می‌توان به شکل کاهش قابلیت حل شدن و قابلیت استخراج در نمک و دیگر محلول‌های استخراج‌کننده و هم‌چنین کاهش فعالیت‌های ATP-ase میوزین و اکتین، گروه‌های سولفیدریل، ویسکوز شدن، قابلیت تشکیل ژل و غیره مشاهده نمود (Shenouda, 1980). تجزیه سلولی در زمان نگهداری در سردخانه می‌تواند سبب هیدرولیز چربی‌ها و تولید اسیدهای چرب آزاد گردد (Shewfelt, 1981). تغییر ماهیت و تجمع پروتئین‌های عضله با تشکیل پیوندهای دی‌سولفید، هم‌چنین تولید فرم آلدئید مرتبط می‌باشد (Badii and Howell, 2001). عوامل متعددی مانند تفاوت‌های بین‌گونه‌ای، روش صید، فصل، روش هندلینگ، شرایط فیزیکی ماهی در زمان صید و نگهداری در سردخانه و دمای فوق‌سرما (chilling super-) می‌توانند بر زمان ماندگاری ماهی و محصولات شیلاتی مؤثر باشند (Huss, 1988). در ماهی تازه مقداری بازهای نیتروژنی فرار وجود دارد که در طول مدت نگهداری این میزان افزایش می‌یابد (Connell, 1980) در این مطالعه تغییرات ارزش غذایی و فساد شیمیایی سوریمی تولیدی از ماهی کاراس طی ٦۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما مورد بررسی قرار گرفته است.

www.SID.ir
Archive of SID

مواد و روش‌ها

برای اجرای عملیات تولید، ماهی کاراس در وزن‌های ۳۰۰-۲۰۰ گرم از بازار ماهی‌فروشان شهرستان بندر انزلی خریداری شد و با یخ‌گذاری عایق به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان (بندرانزلی) انتقال داده شد. تمامی مراحل آزمایش در مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان واقع در بندر انزلی صورت گرفت. بلافاصله ماهی‌ها شستشو، سر و دم‌زنی و تخلیه شکمی گردیده و به‌روش دستی از آن‌ها فیله تهیه گردید و سپس مجدداً شستشو شدند. فیله‌ها توسط دستگاه استخوان‌گیر (Sepmatic Deboner, Germany) با قطر منفذ استوانه ۲ میلی‌متر تبدیل به گوشت چرخ شده بدون استخوان گردید. جهت تهیه سوریمی، ابتدا آب‌نمک ۲۵ درصد تهیه گردید، سپس به نسبت ٤:١ (گوشت: آب‌نمک)، درون ظرف شستشو ریخته و عمل هم زدن به‌مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت. در تمام مدت‌زمان شستشو دمای آب بین ٤-۰ درجه سلسیوس بود. عمل آبگیری از مخلوط با پارچه تنظیف ابریشمی به‌صورت دستی انجام شد. عمل شستشو و آبگیری در سه نوبت انجام پذیرفت (Luo *et al*., 2008) سوریمی پس از اختلاط کامل با مواد نگهدارنده (٤ درصد شکر، ٤ درصد سوربیتول و ۰/۳ درصد تری‌پلی‌فسفات سدیم) در کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن با وزن ۱۰۰ گرم بسته‌بندی و در دمای ۳۵- درجه سلسیوس توسط تونل انجماد پیوسته (Spiral freezer) به‌روش انجماد سریع انفرادی در مدت زمان ۳۰ دقیقه منجمد گردید. سپس نیمی از نمونه‌ها جهت بررسی تغییرات شیمیایی و زمان ماندگاری در سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس (دمای انجماد) و نیمی دیگر در دمای ۳- درجه سلسیوس (دمای فوق سرما) با بسته‌بندی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به‌مدت ٦۰ روز نگهداری شدند. در طول مدت نگهداری نمونه‌برداری از سوریمی در ۲ گروه در زمان‌های پس از تولید در بازه زمانی ۱۵ روز صورت گرفت و به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای تعیین ارزش غذایی و فساد شیمیایی در گروه‌ها، رطوبت با روش (AOAC, 2005)، پروتئین با روش (AOAC, 2005)، pH با روش (AOAC, 2002)، چربی با روش (AOAC, 2005)، خاکستر با روش (AOAC, 2005)، تیوباربیتوریک اسید (TBA) با روش (Natseba *et al*., 2005) و مجموع بازهای فرار TVB-N با روش (AOAC, 2005) تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPSS انجام پذیرفت. ابتدا برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف اسمیرنوف (Smirnov–Kolomogorav) استفاده شد و سپس همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون (Leven) انجام گردید. برای تعیین اثر زمان نگهداری و دما (سوریمی در دمای انجماد و در دمای فوق سرما) بر شاخص‌های مورد بررسی از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (one way ANOVA) و هم‌چنین برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی‌دار شناخته شد از آزمون دانکن استفاده گردید. لازم به ذکر است که در تمامی مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز به میزان ۵٪ در نظر گرفته شد.

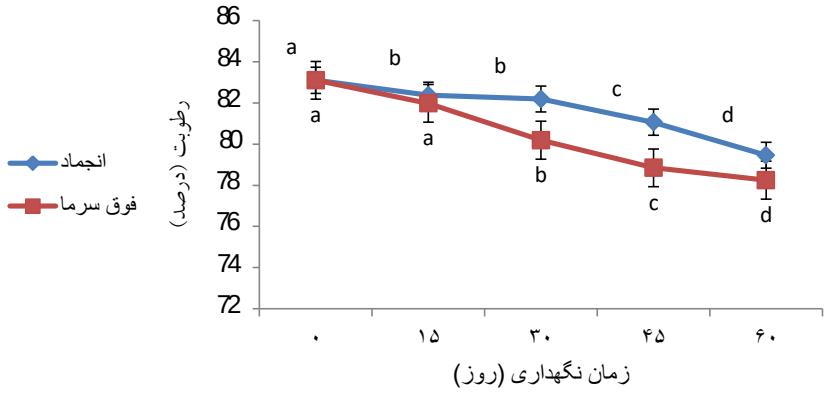
یافته‌ها

تغییرات درصد رطوبت در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی نگهداری در دمای انجماد و دمای

Archive of SID
www.SID.ir

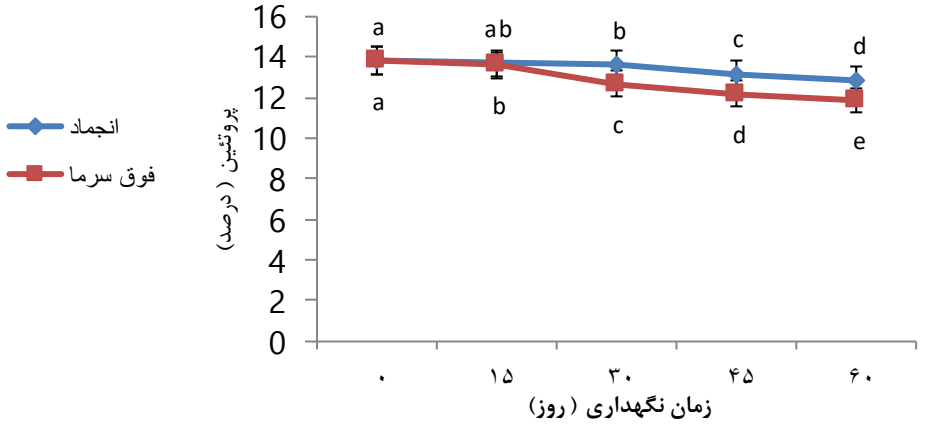
فـوق سـرما در نمـودار (۱) آورده شـده اسـت. درصـد کاهش رطوبـت در سـوریمی مـاهی کـاراس کـه در دو دمای انجماد و فـوق سـرما نگهـداری شـد، بـا افـزایش مدت‌زمان نگهداری از زمـان تولیـد تـا ۶۰ روز پـس از تولیـد بـه‌طـور معنـی‌داری افـزایش یافـت (p<۰/۰۵). هم‌چنین میزان رطوبت در گروه‌ها تفاوت معنـی‌داری را با یکدیگر نشـان داد. بـا توجـه بـه نمـودار (۲)، میـزان پروتئین در گروه ۲ نسبت به گروه ۱ تفاوت معنـی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). محتوای پـروتئین سـوریمی مـاهی کاراس از مقدار ۰/۰۲±۱۳/۷۸ در زمان تولید با گذشـت زمان پس از ۶۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمـای فوق سـرما بـه‌ترتیـب بـه ۰/۰۴±۱۲/۸۶ و ۰/۰۱±۱۱/۸۹ درصد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (p<۰/۰۵) میـزان تغییرات چربی در سـوریمی نگهـداری شـده در دمـای انجماد، نسبت به سوریمی نگهداری شده در دمای فـوق سرما تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۵) نشان داد (نمودار ۳).

محتوای چربی از زمان تولید با مقدار ۰/۰۴±۳/۲۲ تا ۶۰ روز پس از تولید به مقـادیر ۰/۰۲±۲/۱۱ و ۰/۰۲± ۲/۹۲ درصد طی نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما کاهش یافت که ایـن تفـاوت معنـی‌دار بـود (p<۰/۰۵) میزان خاکستر در سوریمی مـاهی کـاراس طـی ۶۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمـای فـوق سـرما تفـاوت معنی‌داری نداشت. هم‌چنین گروه‌ها تفـاوت معنـی‌داری (p>۰/۰۵) با یکدیگر نشان ندادند (نمودار ٤). با توجـه به تغییرات pH در نمـودار (۵)، میـزان pH در گـروه‌هـا تفاوت معنی‌داری نشان دادند (p<۰/۰۵). شاخص مورد نظر از زمان تولید با مقدار ۰/۰۲±۵/۶۲ تـا ۶۰ روز پـس از تولیـد بـه مقـادیر ۰/۰۳±۶/۵۳ و ۰/۰۱±۶/۹۹ طـی نگهداری در دمای انجماد و دمـای فـوق سـرما افـزایش معنی‌داری یافت (p<۰/۰۵).

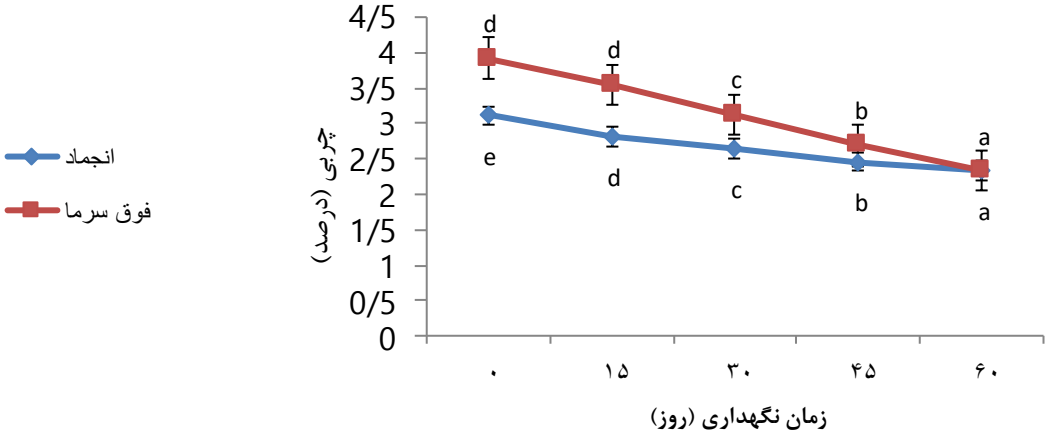


نمودار (۱)- تغییرات رطوبت در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ۶۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما؛ (a-c) حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در روزهای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (p<۰/۰۵).

www.SID.ir

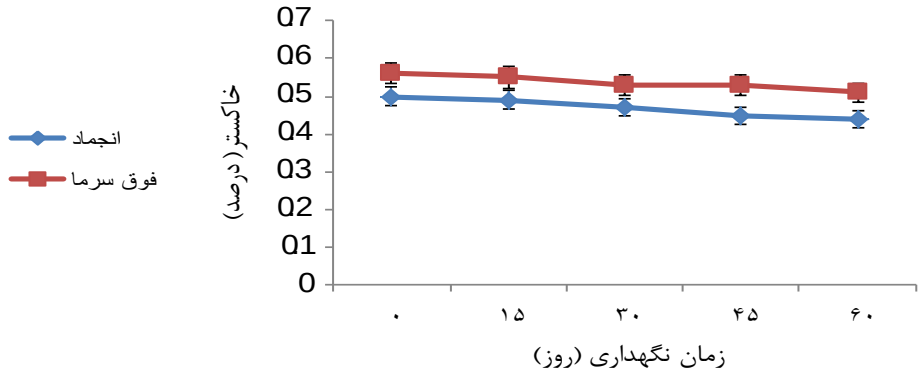


نمودار (۲)- تغییرات پروتئین در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ۶۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما؛ (a-c) حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در روزهای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (p<۰/۰۵).

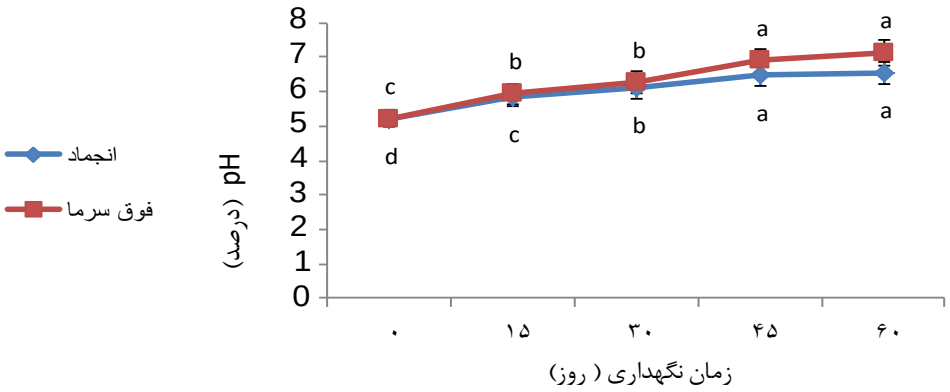


نمودار (۳)- تغییرات چربی در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ۶۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما؛ (a-c) حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در روزهای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (p<۰/۰۵).

www.SID.ir



نمودار (٤)- نشان‌دهنده عدم تغییرات معنی‌دار در میزان خاکستر در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ٦٠ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما



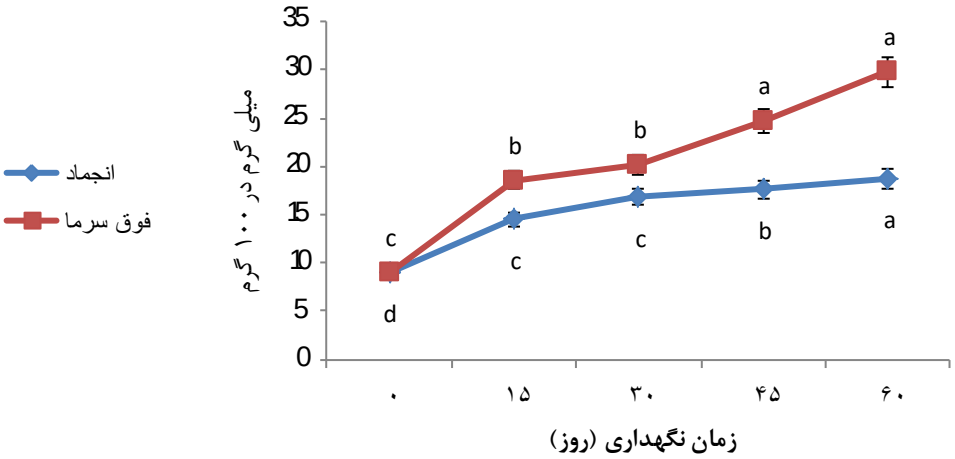
نمودار (٥)- تغییرات pH در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ٦٠ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما؛ (a-c) حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در روزهای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (p<۰/۰۵).

- بازهای فرار نیتروژن (TVB-N)

تغییرات TVB-N در سوریمی تهیه‌شده از ماهی کاراس طی نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما در نمودار (٦) آورده شده است. TVB-N برای تعیین سطوح فساد و کیفیت ماهی در نظر گرفته می‌شود (Oehlenschlager, 1981). میزان بازهای نیتروژنی در سوریمی ماهی کاراس در طول دوره نگهداری در گروه ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه ۱ بود (p<۰/۰۵). میزان TVB-N سوریمی تولید شده در ابتدا ۹۹ /۰±۹/۱۰ بود که پس از ٦٠ روز نگهداری در دمای

www.SID.ir

انجماد و دمای فوق سرما به‌ترتیب به ۰/٤۲±۱۸/۷۲ و ۰/۰۱± ۲۹/۳٦ میلی‌گرم در صد گرم نمونه افزایش یافت. تفاوت معنی‌داری بین میزان TVB-N سوریمی ماهی کاراس طی دوره نگهداری در تیمارها مشاهده شد (p<۰/۰۵).

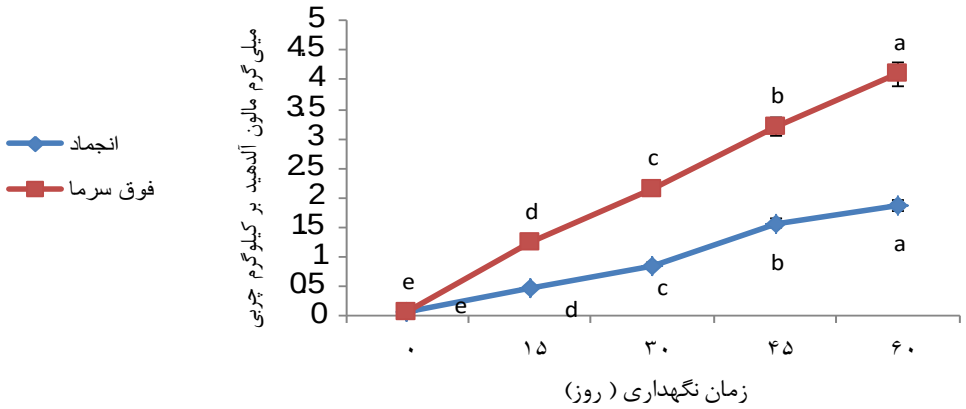


نمودار (٦)- تغییرات TVB-N در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ٦۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما؛ (a-c) حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در روزهای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (p<۰/۰۵).

- تیوباربیتوریک اسید (Thiobarbituric acid) یا TBA

شاخص تیوباربیتوریک اسید جهت ارزیابی برای اکسیداسیون چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Shahidi, 1994). نتایج حاصل از اندازه‌گیری TBA در سوریمی ماهی کاراس طی نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما در نمودار (۷) آورده شده است. میزان TBA در تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری که میزان این شاخص در طول دوره در گروه ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه ۱ بود (p<۰/۰۵) با افزایش زمان نگهداری میزان TBA سوریمی ماهی کاراس پس از ٦۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما به ۰/۰۲±۱/۸۸ و ۰/۲۱±٤/۱۰ میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم چربی افزایش یافت که تفاوت معنی‌داری را با مقادیر TBA در زمان‌های قبل نشان داد (نمودار ۷).

Archive
www.SID.ir



نمودار (۷)- تغییرات TBA در سوریمی تهیه شده از ماهی کاراس طی ٦۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما؛ (a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در روزهای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (p<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

شاخص‌های ارزش غذایی و شیمیایی سوریمی ماهی کاراس طی دو ماه نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تغییر یافت که حاکی از افت کیفیت محصول می‌باشد. ترکیبات شیمیایی نقش مهمی را در کیفیت سوریمی دارا می‌باشند (Jin *et al.*, 2007).

رطوبت یکی از فاکتورهای مهم اندازه‌گیری کیفیت محصولات شیلاتی می‌باشد، زیرا کاهش رطوبت نمونه‌ها موجب کاهش وزن می‌شود (رضوی شیرازی، ۱۳۸٦). همان‌طور که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود میزان رطوبت در هر دو گروه با گذشت زمان در طول دوره نگهداری کاهش یافت اما درصد کاهش رطوبت در گروه ۱ شدت بیشتری داشته است، دلیل این امر کاهش ظرفیت نگهداری آب به‌دلیل دناتوره شدن پروتئین‌های میوفیریل طی انجماد می‌باشد زیرا نگهداری در دمای انجماد سبب کاهش خواص عملکردی پروتئین‌ها نسبت به دمای فوق سرما می‌شود و پس از انجماد زدایی، سوریمی تحت دمای انجماد مقداری بیشتری آب نسبت به سوریمی تحت دمای فوق سرما از دست داده است. به‌عبارت دیگر کاهش محتوای رطوبت در ماهی و فرآورده‌های ماهی طی نگهداری به‌صورت منجمد به‌دلیل آب‌زدایی می‌باشد (Joseph and Perigreen,1988). ظرفیت نگهداری آب رابطه مستقیمی با پروتئین میوفیبریلی داشته (Smith, 1991) و در عین‌حال تغییر ماهیت پروتئین‌های عضلانی طی فرآیند انجماد نیز باعث کاهش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد (Hall, 1992). اثر سینرژیستی بین اکسیداسیون چربی و تشکیل فرم آلدئید روی تغییر ماهیت پروتئین حین نگهداری در سردخانه محتمل به‌نظر می‌رسد و با گذشت زمان میزان پروتئین کاهش می‌یابد (Benjakul, 2005) هرچه میزان ظرفیت اتصال به آب سوریمی بالاتر باشد ژل میوفیبریل سخت‌تری شکل می‌گیرد و ژل تولیدی دارای بافت یکسان و پیوسته‌تری می‌باشد و

www.SID.ir
Archive of SID

برعکس هم‌زمان با کاهش کیفیت سوریمی قدرت تولید ژل کاهش و میزان افت رطوبت افزایش می‌یابد (Yoon and Lee, 1990). در بررسی اثر افزودنی آلبومین بر کیفیت سوریمی ماهی لیزارد (Lizard) طی نگهداری به‌صورت منجمد مشاهده شد که میزان رطوبت طی دوره نگهداری کاهشی یافته است (Solanki Jitesh, 2011). در مقایسه تغییرات فیزیکی و شیمیایی پروتئین‌های عضله برخی از ماهیان نواحی گرمسیری در زمان نگهداری در سردخانه مشاهده شد که میزان تغییرات رطوبت به نوع گونه ماهی بستگی دارد (Benjakul *et al*., 2005). در بررسی تغییرات چربی، پروتئین و قابلیت تشکیل کامابوکو (Kamaboko) از گوشت چرخ شده ماهی کپور نقره‌ای هنگام نگهداری در سردخانه مشاهده شد که با افزایش مدت نگهداری گوشت چرخ‌کرده، درصد افت رطوبت افزایش می‌یابد. یافته‌های اخیر با نتایج حاصل از این تحقیق کاملاً مطابقت دارد. چنانچه دوره زمانی نگهداری ماهی کامل در سردخانه افزایش یابد، سفتی و قدرت ژلی محصولات سوریمی کاهش می‌یابد (Siddaiah, 2001).

با افزایش زمان نگهداری در هر دو گروه میزان پروتئین کاهش یافت (نمودار ۲) عملکرد پروتئین‌های عضلانی، کاملاً به سالم بودن پروتئین وابسته بوده و تغییر ماهیت و کیفیت پروتئین در کاهش توانایی‌های آن‌ها برای انجام وظایف سهم مهمی دارد (Benjako, 2003). تغییر ماهیت پروتئین و تجمع پروتئین‌های عضله مرتبط با تشکیل دی سولفید (Jiang *et al*., 1988) هم‌چنین تشکیل فرم آلدئید می‌باشد (Badii and Howell, 2001) نگهداری در سردخانه به‌طور مستقیم روی تغییرات در ترکیب مولکول‌های پروتئین مؤثر بوده و سبب کاهش خواص عملکردی آن می‌گردد که به‌وسیله کاهش در توانایی تشکیل ژل قابل‌مشاهده می‌باشد (Benjakul, 2005). با افزایش زمان نگهداری گوشت چرخ‌کرده ماهی کپور نقره‌ای در برودت ۱۸- درجه سلسیوس درجه کیفی پروتئین آن کاهش می‌یابد (Siddaiah, 2001). همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات متعدد دیگر (Asgharzadeh *et al*., 2010; Solanki Jitesh *et al*., 2011; Singh *et al*., 2004; Debbaram and Ranendara, 2013) مطابقت دارد.

با افزایش زمان نگهداری میزان چربی در هر دو گروه کاهش یافت (نمودار ۳). زیرا طی دوره نگهداری اکسیداسیون چربی صورت گرفته و چربی‌ها پس از اکسیده شدن به ترکیبات ثانویه حاصل از اکسیداسیون تبدیل می‌شوند، اما میزان اکسیداسیون در سوریمی تحت دمای فوق سرما به‌دلیل دمای بالاتر و شرایط نگهداری بیشتر از سوریمی تحت دمای انجماد بوده است (Razavi Shirazi, 2001). چربی سوریمی ممکن است موجب تأثیر نامطلوب روی کیفیت آن گردد زیرا اکسیده شدن چربی‌ها و واکنش آن با پروتئین‌ها سبب تغییر ماهیت (Denaturation)، پلیمریزاسیون و تغییر در خواص عملکردی می‌شود (Smith, 1987). در بررسی کیفیت فیش برگر و خمیر ماهی تهیه‌شده از ماهی آب‌های جنوب کشور و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس، مشاهده گردید که تغییرات محتوای چربی در گونه‌های مختلف متفاوت است (Mahmoudzadeh *et al*., 2010).

محتوای خاکستر از طریق اندازه‌گیری مواد معدنی به‌دست آمد، از دست دادن مواد معدنی در طول دوره

Archive of SID
www.SID.ir

نگهداری به‌دلیل خروج مواد معدنی موجود در آب خارج‌شده یا آب میان بافتی بود که عواملی از قبیل سرعت انجماد که نسبتاً کند بوده و به‌مدت ۳ ماه صورت گرفت و روش انجماد زدایی که در دمای ٤ درجه سلسیوس به‌مدت ٥-٤ ساعت بود، می‌تواند بر خروج آب میان بافتی و در نهایت خروج املاح معدنی تأثیرگذار باشد. همان‌طور که در جدول (٤) مشاهده می‌شود اگرچه محتوای مواد معدنی در تیمارهای تحقیق کاهش یافت اما این کاهش با افزایش زمان نگهداری در دو دمای انجماد و دمای فوق سرما معنی‌دار نبوده است ($p>0/05$). در بررسی تغییرات بیوشیمیایی سوریمی ماهی هنگام نگهداری در سردخانه مشاهده گردید که میزان خاکستر در طول دوره نگهداری کاهش یافته اما تفاوت معنی‌داری نداشته است (Debbarma and Ranendara, 2013). در بررسی کیفیت فیش برگر و خمیر ماهی تهیه شده از ماهی آب‌های جنوب کشور و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس، مشاهده گردید میزان خاکستر در فیش برگر و خمیر ماهی با گذشت زمان طی نگهداری در سردخانه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (Mahmoudzadeh *et al*., 2010). نتایج مطالعات ذکر شده مشابه نتایج تحقیق حاضر بود، هم‌چنین نتایج تحقیق با نتایج دیگر (Solanki Jitesh *et al*., 2011; Emir Coban, 2013) مطابقت دارد.

میزان pH نمونه ماهی می‌تواند به فاکتورهای متعددی مثل گونه، ناحیه صید، تغذیه ماهی دما و شرایط نگهداری و ظرفیت بافری گوشت مرتبط باشد (Pacheco-Aguilar *et al*., 2000) میزان pH در تیمارها با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت (نمودار ٥) تجزیه ترکیبات نیتروژنی در طول نگهداری ماهی منجر به افزایش pH گوشت می‌شود که این افزایش ممکن است مرتبط با تولید ترکیبات قلیایی از قبیل آمونیاک و تری متیل آمین به‌دلیل تجزیه پروتئینی باشد که نشانگر رشد باکتری‌ها، کاهش کیفیت و درنهایت فساد ماهی باشد (Gram and Huss, 1996; Mohan *et al*., 2008) تغییرات میزان pH در بررسی تغییرات بیوشیمیایی سوریمی ماهی *Pangasianodon hypophthalmus* هنگام نگهداری در سردخانه مشابه تحقیق حاضر بود (Debbaram and Ranedara, 2013). هم‌چنین نتایج تحقیقات با نتایج تحقیق (Emir Coban, 2013) مطابقت داشت.

میزان TVB-N در سوریمی ماهی کاراس طی دو ماه نگهداری در سردخانه و دمای فوق سرما افزایش یافت که این افزایش در گروه ۲ شدت بیشتری داشته است نمودار (٦). زیرا در سوریمی تحت دمای فوق سرما به دلیل نگهداری در دمای بالاتر نسبت به دمای انجماد از فعالیت آنزیمی و میکروبی بالاتری برخوردار است یا به‌عبارتی فعالیت‌های باکتریایی و آنزیمی در دمای فوق سرما دلیل افزایش بیشتری در شاخص TVB-N نسبت به گروه تحت انجماد طی مدت نگهداری می‌باشند (Ozyurt *et al*., 2009). TVB-N با مقدار ۲۰ میلی‌گرم درصد شروع فساد در گوشت ماهی بوده و TVB-N گوشت ماهی فاسد شده را ۳۰ میلی‌گرم درصد تعیین نمودند (Kimura and Kiamakura 1934). در این تحقیق میانگین TVB-N نمونه‌ها پس از ٦۰ روز نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما به ۱۸/۷۲ و ۲۹/۳٦ رسید که از حیث پذیرش میزان TVB-N در سوریمی نگهداری شده دمای فوق سرما از مرز فساد TVB-N در گوشت بالاتر بوده و قابلیت پذیرش

www.SID.ir
Archive of SID

ندارد. میزان TVB-N در سوریمی ماهیان بیگ هد و *Selaroides leptolepis* طی شش ماه نگهداری در سردخانه افزایش یافت (Siah *et al*., 1998). میزان TVB-N در فیش بال و سوریمی تهیه‌شده از ماهی کیلکا طی نگهداری در سردخانه افزایش یافت که سرعت این تغییرات بسته به دمای سردخانه و استفاده یا عدم استفاده از مواد نگه‌دارنده متفاوت بوده است (Kouchakian sabour *et al*, 1993; Shabanpour *et al*, 2002). نتایج مطالعات ذکرشده با نتایج تحقیق حاضر کاملاً مطابقت دارد. همچنین نتایج تحقیق با نتایج تحقیقات دیگر (Asgharzadeh et al., 2010; Debbaram and Ranendara, 2013; Emir Coban, 2013; Mahmoudzadeh et al., 2010) مطابقت دارد.

به‌منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان به‌طور وسیعی از شاخص TBA استفاده می‌شود که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدئیدها و کتون‌ها را نشان می‌دهد (Sallam, 2007). در زمان نگهداری سوریمی ماهی کاراس تحت دمای انجماد و دمای فوق سرما، TBA به‌طور معنی‌داری افزایش یافت نمودار (۷) به‌طوری‌که مقدار میانگین (± انحراف معیار) از ۰/۰۱±۰/۰۶ (میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم چربی) در فاز صفر به‌ترتیب به مقادیر ۰/۰۲±۱/۸۸ و ۰/۲۱±٤/۱۰ در دمای انجماد و دمای فوق سرما پس از ٦۰ روز نگهداری رسید که تفاوت بین تیمارها معنی‌دار بود که میزان TBA در گروه ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه ۱ بوده است که به‌دلیل دمای نگهداری می‌باشد. زیرا به دلیل دمای بالاتر در سوریمی تحت دمای فوق سرما (۳ ^{o}C-) نسبت به سوریمی تحت دمای انجماد (۱۸ ^{o}C-)، در دمای فوق سرما اکسیداسیون بیشتری صورت گرفته و ترکیبات ثانویه حاصل از اکسیداسیون از قبیل TBA بیشتر می‌باشد (Connell, 1990) البته این میزان در سوریمی نگهداری شده در دمای فوق سرما از استاندارد موجود برای حد پذیرش TBA گوشت ماهی (۲ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم چربی) بیشتر بود (Connell, 1990) در زمان نگهداری محصول، هیدرولیز و اکسیداسیون چربی اتفاق می‌افتد که بر ماندگاری و پذیرش آن برای مصرف مؤثر است (Aubourg *et al*., 2005) به‌نظر می‌رسد که اکسیداسیون چربی هنگام نگهداری به ترکیب و شبکه گوشت چرخ‌کرده و وضعیت ابتدایی اکسیداسیون بستگی دارد (Eymard, 2009). عدم توانایی در جداسازی یا شستشوی کامل عضله تیره و چربی موجود در عضله، ماهی را برای اکسیداسیون مستعدتر می‌نماید (Benjakul, 2005) نتایج یافته‌های حاضر با نتایج مطالعات دیگر (Asgharzadeh *et al*., 2010; Debbaram and Ranendara, 2013; Emir Coban, 2013) همخوانی نزدیکی دارد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف ارزیابی کیفیت سوریمی ماهی کاراس، حین نگهداری در دمای انجماد و دمای فوق سرما، تغییرات شیمیایی و افت کیفیت را طی مدت نگهداری نشان داد. به‌دلیل افزایش میزان حد پذیرش در شاخص‌های فساد (TVB-N و TBA) در روزهای پایان نگهداری، حد پذیرش سوریمی ماهی کاراس در دمای انجماد بالاتر از سوریمی نگهداری شده در دمای فوق سرما بود. هم‌چنین در بررسی مقایسه‌ای بین تیمارها، سوریمی نگهداری شده در دمای انجماد از کیفیت بهتری نسبت به دمای فوق سرما برخوردار بود.

Archive of SID
www.SID.ir

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). (2002). Official methods of analysis. 18th ed. Maryland: International.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). (2005). Official methods of analysis. 18th ed. Maryland: International.
- Asgharzadeh, A., Shabanpour, B., Santiago, P. and Hosseini, H. (2010). Chemical changes in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) minced muscle during frozen storage: Effect of a previous washing process, 61(1): 95-101.
- Aubourg, S.P. (2005). Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. Food Research International, 38(4): 469-474.
- Badii, F. and Howell, N.K. (2001). A comparison of biochemical changes in cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogram musaeglefinus*) fillets during frozen storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 87–97.
- Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tueksuban, J. (2003). Changes in physic – chemical properties & gel forming ability of Lizard fish (*Saurida tumbil)* during post –mortem storage in ice. Food chemistry, 80: 535-544.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C. and Tanka, M. (2005). Effect of frozen storage on chemical and gel- forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. Food Hydrocolloids, 19: 197-207.
- Coban, E. (2013). Effect of Ginger oil on the sensory and chemical changes of fish finger (Sarda sarda, Heckel 1843) during refrigerated storage. International Food Research Journal, 20(4): 1575-1578.
- Connell, J.J. (1990). Methods of assessing and selecting for quality. In Control of fish quality (3rd ed.). Oxford, UK: Fishing News Books.
- Debbarma, S. and Ranendara, K.M. (2013). Biochemical and organoleptic changes of surimi from the Thai pangas (Pangasianodon hypophthalmus) during frozen storage. Indian Journal of Fisheries, 60(4): 99-106.
- Eymard, S.P., Baron, C. and Jacobsen, C. (2009). Oxidation of lipid and protein in horse mackerel (Trachurustrachurus) mince and washed minces during processing and storage. Food Chemistry, 114: 57-65.
- Ghaly, A.E. Dave, D., Budge, S. and Brooks, M.S. (2010). Fish Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: Review. American Journal of Applied Sciences, 7 (7), 859-877.
- Gram, L. and Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. Journal Food Microbiol, 33: 121-137.
- Hall, G.M. and Ahmad, N.H. (1992). Surimi and fish mince product. In: (G.M. Hall ed.) Fish processing technology. VCH Publishers Inc., New York, USA.
- Huss, H.H. (1988). Fresh fish quality and quality changes. FAO Fisheries Series: 29, Rome, Italy.132: 20.
- Jiang, S., Hwang, D. and Chen, C. (1988). Effect of storage temperature on the formation of disulfides and denaturation of milkfish actomyosin (*Chanoschanos*). Journal of Food Science, 53: 1333–1335.

Archive of SID

www.SID.ir

- Jin, S.K. (2007). Effect of muscle type and washing times on physic-chemical characteristic and qualities of surimi. Journal of Food Engineering, 81: 618-623.
- Joseph, J. and Perigreen, P.A. (1988). The effect of washing on the quality of minced catfish during frozen storage. Fishery Technology, 23: 49-52.
- Kamal, M., Ismail Hossain, M., Sakib, M.N., Shikha, F.H., Neazuddin, M., Bapary M.A.J. and Islam, M.N. (2005). Effect of concentration and cryoprotectant on gel-forming ability of surimi prepared from Queen fish (Chorinemus lysan) during frozen storage. Pakistan Journal of Biological Sciences, 8(6): 793-797.
- Kimura, K. and Kiamakura, S. (1934). Detection of the onset of decomposition in fish meat as shown by content of ammonia. Proceedings of 5th Pacific Science Congress, 5: 3709-3712.
- Kouchakian sabour, A., Moini, S. and vosoughi, Gh.H. (1993). Efficency, processing of fish and fish products from its wing and their maintenance. Graduate thesis of Fisheries Islamic Azad University, North Tehran Branch, Department of Marine Science and Technology. p. 50. [InPersian]
- Lanier, T.C. (1986). Functional properties of surimi. Food Technology, 40:107-114.
- Lee C.M. (1999). Surimi: science and technology., In: Wiley ncyclopedia of Food Science and Technology. Francis, F.J. (Ed.), John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 2229-2239.
- Liston, J. (1980). Microbiology in fishery science. In: Connell, J. J (ed) Advances in fish Science and Technology. Fishing News Book Limited, Surrey, Farnham, pp. 138-157.
- Luo, Y., Shen, H., Pan, D. and Bu G. (2008). Gel properties of surimi from silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) as affected by heat treatment and soy protein isolate. Food Hydrocolloids, 22,: 1513–1519.
- Mahawanich, T. (2008). Preparation and properties of surimi gels from tilapia and red tilapia. Naresuan University Journal, 16(2): 105-111.
- Mahmoudzadeh, M., Motallebi, A.A., Hosseini, H., Haratian, P., Ahmadi, H., Mohammadi, M. and Khaksar, R. (2010). Quality assessment of fish burgers from deep flounder (Pseudorhombus elevatus) and brushtooth lizardfish (Saurida undosquamis) during storage at -18ºC. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9(1): 111-126.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N. and Srinivasagopal, K. (2008). Effect of O2 scavenger on the shelf-life of catfish (Pangasius sutchi) steaks during chilled storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 442-448.
- Natseba, A., Lwalinda, I., Kakura, E., Muyanja, C. and Muyonga, J.H. (2005). Effect of pre-freezing icing during on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). Food Research International, 38: 467-474.
- Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkutut, S. and Ozogul, K. (2009). Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (Mullus barbatus) and goldband goatfish (Upeneus moluccensis) during storage in ice. Food Chemistry, 114,: 505-510.
- Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M.E. and Robles-Burgueno, M.R. (2000). Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0˚C, Journal of Food Science, 65: 40–47.
- Razavi Shirazi, H. 2001. Technology of marine products' processing (2). Nghsh Mehr Publications, Iran, P.292. [In Persian]
- Sallam, K.L. (2007). Antimicrobial and antioxidation effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18: 566-575.
- Shabanpour, B, Shabani, A, Moini, S,Hamedi, M. and pourkabir, M. (2002). The effect of different washing on chemical composition and properties of kilka (*Clupeonella engrauliformis*) production of surimi gel, Journal of Research and builders. 72: 92-84. [In Persian]

Archive of SID

www.SID.ir

- Shenouda, S.Y.K. (1980). Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. Advanced Food Research, 26: 275-311.
- Shewfelt, R.L. (1981). Fish muscle lipolysis- A review. Journal of Food Biochemistry, 5: 79-100.
- Siah, W.M., Yu, S.Y., Russly, A.R. and Dzulkifly, M.H. (1998). Effect of washing on the storage stability of Selaroides leptolepis and Aristichthys nobilis.Asian Fisheries Science, 11:19-29.
- Siddaiah, D., Reddy, G.V.S., Raju, C.V. and Chandrasekhar T.C. (2001). Changes in lipids, proteins and kamaboko forming ability of silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) mince during frozen storage. Food Research International, 34: 47-53.
- Singh, R.K., Balange, A.K., Garg D.K. (2004). Frozen storage characteristics of Surimi from big eye snapper, Priacanthus hamrur. Indian Journal of Fisheries, 51(2):161- 166.
- Smith, D.M. (1991). Factors influencing heat induced gelation of muscle proteins. In: (N. Paris & R.Bradford eds.) Interactions of food proteins. Washington, DC: American Chemical Society. 4(12): 2012-2016.
- Smith, D.M. (1991). Functional and biochemical changes in deboned turkey due to frozen storage and lipid oxidation. Journal of Food Science. 2: 22-27.
- Solanki Jitesh, B., Zofari Syed, M., Parmar Hitendra, L., Dodia Ashok, R., Kotiya Anil, S. and Gunalan B. (2011). Effect of egg albumen (protein additive) on surimi prepared from lizardfish (*Saurida tumbil*) during frozen storage. International Journal of Bioflux Society. 4(3): 306-312.
- Vosoghi, Gh.H. and Mostajir, B. 1989. Freshwater fish. Tehran University Press. p.317. [In Persian]
- Yoon, K.S. and Lee, C.S. (1990). Cryoprotectant effects in surimi and surimi mince-based

Archive of SID

www.SID.ir

Chemical changes and shelf life of surimi of *Carassius auratus* (*Carassius carassius gibelio*) during storage at super chilling and freezing temperatures

Afsar Sangari, M.[1], Abdolahpour, H.[2], Kouchakian Sabour, A.[3], Nami Khasmakhi, E.[4*]

1. M.Sc, Department of Fisheries, Azad University of Talesh, Guilan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Fisheries, Azad University of Talesh, Guilan, Iran
3. Assistant Professor, National Inland Water Aquaculture Institute, Bandar anzali, Iran
4. M.Sc, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Iran

[*]Corresponding author's email: elnaz_nami67@yahoo.com
(Received: 2015/6/14 Accepted: 2017/5/27)

Abstract

Nowadays, production of Surimi from low valued fish is recommended to increase the efficiency of fish production. In this study, *Carassius auratus gibelio* was used to produce surimi. Experimental treatments consisted of the surimi samples stored at freezing (-18˚C) temperature (group 1) and super chilling (-3˚C) temperature (group 2). The samples were stored for 60 days and approximate composition (pH, moisture, protein, fat and ash contents) and chemical spoilage indices such as total base volatile nitrogen (TVB-N) and Thiobarbituric acid (TBA) were carried out periodically. According to the results, pH values, fat, TVB-N and TBA in treatment 2 were significantly ($p<0.05$) higher than treatment 1 during the storage period. Moreover, with the progression of storage time, significant ($p<0.05$) increase were observed in the above mentioned parameters in both groups. The results revealed that keeping surimi at -18 °C could extend more effectively the keeping quality of the product. Considering the chemical indicators, the shelf life of surimi under freezing cold was longer than at temperatures above freezing point and the surimi kept at freezing temperatures maintained.

Conflict of Interest: None declared.

Keywords: Prussian carp (*Carassius carassius gibelio*), Surimi, Chemical spoilage, Shelf life

Archive of SID

www.SID.ir