تغییرات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت حسی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) تحت دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

سید حسن جلیلی*[۱] و عباس همرنگ امشی [۲]

jalilish@yahoo.com

۱- مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، بندرانزلی صندوق پستی: ۱۶۵۵-۴۳۱۴۵

۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان صندوق پستی: ۱۶۱۶

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۰

چکیده

تغییرات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت حسی سوریمی منجمد ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) پس از نگهداری تحت دمای ۱۸- درجه سانتیگراد به مدت سه ماه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش مدت زمان نگهداری سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در سردخانه میزان TVB-N، پراکسید و رطوبت تحت فشار بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. میانگین (± انحراف معیار) میزانTVB-N از ۱±۱۰ در زمان تولید به ۱/۴±۱۶/۸۰ میلی‌گرم درصد، پراکسید از صفر به ۰/۸۵±۲/۷۶ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم و میانگین (± انحراف معیار) رطوبت تحت فشار از ۰/۱۳±۴/۲۳ به ۰/۱۳±۶/۳۲ درصد در ماه سوم نگهداری در سردخانه رسید. امتیاز کیفی ارزیابی حسی، قابلیت تا شدن و گاز زدن سوریمی طی مدت نگهداری بطور معنی‌داری دارای روند نزولی بود. امتیاز کیفی ژل سوریمی ماهی کپور نقره‌ای از درجه AA در زمان تولید به درجه A و C در ماه سوم تنزل یافت و میانگین (± انحراف معیار) امتیاز کیفی سوریمی این ماهی با استفاده از آزمون گاز زدن از ۰/۹۸±۸/۵۸ به ۱/۸۶±۵/۲۵ کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد به رغم افزایش معنی دار شاخص های TVB-N، پراکسید و رطوبت تحت فشار و کاهش امتیاز کیفی ارزیابی حسی، قابلیت تا شدن و گاز زدن، طی سه ماه نگهداری در سردخانه، سوریمی تولیدی هنوز با حد مجاز فاصله داشته و قابل پذیرش و استفاده خواهد بود.

لغات کلیدی: سوریمی، کپور نقره ای، نگهداری در سردخانه، تغییرات کیفی، زمان ماندگاری

*نویسنده مسئول

مقدمه

کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) بعلت رشد سریع، مقاومت در برابر استرس، بیماری‌ها و دارا بودن ۱۸-۱۵ درصد پروتئین با ارزش غذایی بالا، رنگ سفید گوشت و قیمت پایین، بعنوان گونه اصلی بطور وسیع در سیستم پرورش چند گونه‌ای ماهیان آب شیرین جهان استفاده می‌گردد (Fu, 2009; Luau *et al*., 2008; Barrera, 2002; Siddaiah, 2001). روند تولید این گونه در ایران طی سالیان اخیر دارای سیر صعودی بوده و بعلاوه پتانسیل بالایی نیز برای تولید هر چه بیشتر آن در مناطق مختلف کشور وجود دارد (جلیلی، ۱۳۸۷).

سوریمی کنسانتره مرطوب پروتئین‌های میوفیبریلبا کیفیت بالاست که از گوشت‌گیری مکانیکی ماهی تازه و شستشوی آن و حذف ترکیبات محلول در آب که عمدتاً شامل پروتئین‌های سارکوپلاسمیک، خون و آنزیم‌ها می‌باشد، بدست آمده و آب آن از طریق فشار خارج شده و با مواد محافظ سرمایی (Cryoprotectant) مخلوط می‌گردد تا از تغییر ماهیت پروتئین هنگام نگهداری در سردخانه محافظت شود (Lee & Park, 1998; Mahawanich, 2008; Lee, 1999; Suzuki, 1981; Kamal, 2005; Okada, 1992). سوریمی با توجه به گونه ماهی و درجه آن می‌توان تا ۲۴ ماه در سردخانه نگهداری شود (Iwata *et al*., 1971; Lee, 1984; Macdonald & Lanier, 1991). نگهداری در سردخانه از بروز فساد میکروبی جلوگیری نموده و سرعت واکنش های بیوشیمیایی را به حداقل می رساند، با این حال افت کیفی در عملکرد پروتئین عضله در ارتباط با نگهداری در سردخانه اجتناب ناپذیر می‌باشد (Powrie, 1973; Matsumoto, 1979,1980). کاهش کیفیت ماهی نگهداری شده در سردخانه عمدتاً سبب ایجاد تغییرات در تمام عضله، پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌گردد (Shenouda, 1980). متبلور شدن یخ، تعداد مولکولهای آب آزاد عضله ماهی نگهداری شده در سردخانه را کاهش داده و سبب ایجاد تغییرات در عناصر ساختاری و آسیب مکانیکی سلول‌های غشایی می‌شود (Huber *et al*., 1979). بنابراین نگهداری در سردخانه سبب تجزیه ارگانهایی مانند میتو کندری، لیزوزومها و متلاشی شدن غشاها و در نتیجه سست و بهم ریختگی ساختار عضله می‌گردد (Karvinen *et al*., 1982). تغییرات در بافت و ظرفیت نگهداری آب عضله ماهی منجمد پس از انجمادزدایی بیشتر مشهود است که آن نیز مرتبط با تغییرات در پروتئین‌های میوفیبریلی می‌باشد (Haard, 1992). تغییرات در پروتئین‌های میو فیبریلی را می‌توان به شکل کاهش قابلیت حل شدن و قابلیت استخراج در نمک و دیگر محلولهای استخراج کننده و همچنین کاهش در فعالیتهای ATP-ase میوزین و اکتین، گروههای سولفیدریل، ویسکوز شدن، قابلیت تشکیل ژل و... مشاهده نمود (Shenouda, 1980). تجزیه سلولی در زمان نگهداری در سردخانه می‌تواند سبب هیدرولیز چربی‌ها و تولید اسیدهای چرب آزاد گردد (Shewfelt, 1981). فاکتورهای موثر بر تغییر ماهیت پروتئین در زمان انجماد شامل غلظت نمک، pH، قدرت یونی، کشش سطحی و اثرات فیزیکی یخ و آبزدایی می‌باشد (Park, 1995). تغییر ماهیت و تجمع پروتئین‌های عضله با تشکیل پیوندهای دی سولفید، همچنین تولید فرم آلدیید مرتبط می‌باشد (Jiang *et al*.,1988; Badii & Howell, 2001). با افزایش نگهداری سوریمی در سردخانه درصد رطوبت تحت فشار افزایش می‌یابد (Benjakul, 2003). عوامل متعددی مانند تفاوتهای بین گونه‌ای، روش صید، فصل، روش هندلینگ، شرایط فیزیکی ماهی در زمان صید و نگهداری در سردخانه می‌توانند بر عمر ماندگاری ماهی و محصولات شیلاتی موثر باشند (Huss, 1988). در هر ماهی تازه مقداری بازهای نیتروژنی فرار وجود دارد که در طول مدت نگهداری در سردخانه این میزان افزایش می‌یابد (Connell, 1980). سیستم‌های پروتئولیتیک مختلفی در بین سلولهای عضلانی وجود دارد که از جمله آنها پروتئوزم مولتی کاتالیت، کاتپسینهای لیزوزومی، کالپین های سیتوزولیک (Calpains Cytosolic)، آمینوپپتیدازهای سیتوپلاسمیک و برخی آنزیم‌های هیدرولیتیک بافت‌های پیوندی می‌باشند (Delbarre-Ladr *et al*., 2006). در این مطالعه تغییرات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت حسی سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای در طول ۳ ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش کار

ماهی کپور نقره‌ای با وزن۷۰۰-۵۰۰ گرم (سایزهای ارزان قیمت موجود در بازار) از استخرهای پرورش ماهی در استان گیلان تهیه گردید و با یخ گذاری درون ظروف عایق به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان (بندر انزلی) حمل گردید. بلافاصله ماهی‌ها شستشو، سرو دم زنی و به روش دستی فیله گردیده و

سپس مجدداً شستشو شدند. فیله‌ها توسط دستگاه استخوان‌گیر (Sepamatic Deboner, Germany) با قطر منفذ استوانه ۲ میلی‌متر تبدیل به گوشت چرخ کرده بدون استخوان گردید. جهت تهیه سوریمی، ابتدا آب نمک ۰/۲۵ درصد تهیه گردید، سپس به نسبت ۴:۱ (گوشت: آب نمک) درون ظروف شستشو ریخته شده و عمل هم‌زدن به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت. در تمام مدت زمان شستشو دمای آب بین ۴-۰ درجه سانتیگراد بود. عمل آبگیری با استفاده از پارچه تنظیف اریشمی بصورت دستی انجام شد. عمل شستشو و آبگیری در سه نوبت انجام پذیرفت (Luo *et al*., 2008). سوریمی پس از اختلاط کامل با مواد نگهدارنده (۴ درصد شکر، ۴ سوربیتول و ۰/۳ درصد تری پلی فسفات سدیم) در کیسه‌های پلی‌اتیلنی با وزن ۱ کیلوگرم بسته‌بندی و در دمای ۳۵- درجه سانتی‌گراد توسط تونل انجماد پیوسته (Spiral freezer) به روش انجماد سریع انفرادی در مدت زمان ۳۰ دقیقه منجمد گردید. سپس نمونه‌ها در سردخانه ۱۸- درجه نگهداری و عمر ماندگاری آنها مورد بررسی قرار گرفت.

آزمایش‌های زمان ماندگاری در مدت ۹۰ روز و به فاصله زمانی ۳۰ روز یکبار صورت پذیرفت که بشرح زیر بودند:

برای اندازه‌گیری میزان مواد ازته فرار از روش ماکروکلدال استفاده شد (پروانه، ۱۳۷۰).

برای اندازه گیری پراکسید تولیدی در نمونه ها طی نگهداری به شکل منجمد، ابتدا چربی موجود در نمونه به روش سرد با حلال کلروفرم استخراج گردید و سپس پراکسید چربی استخراج شده به روش لی اندازه گیری شد (پروانه، ۱۳۷۰).

سوریمی منجمد در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۵-۴ ساعت انجمادزدایی شد. سپس با افزودن آب سرد حین همزدن در مخلوط کن، رطوبت آن به ۸۰ درصد رسانده شد و ۵-۲ درصد نمک به آن اضافه گردید. پس از آن برای مدت ۴ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد همزده شد . خمیر آماده شده در روکش سوسیس به قطر ۲/۵ سانتیمتر پر و دو طرف آن بسته شد. خمیر پر شده در روکش سوسیس در دمای ۴۰ و ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه و بدنبال آن در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه درحمام آب داغ حرارت داده شد. سپس در آب سرد به مدت ۳۰ دقیقه خنک گردید و جهت انجام آزمایش در دمای ۴ درجه نگهداری گردید. (Rawdkuen *et al*., 2009).

به منظور تعیین رطوبت تحت فشار، ژل به قطعات دایره ای به ضخامت ۵ میلیمتر برش داده شد و توزین گردید (X)، نمونه مابین یک قطعه کاغذ صافی در بالا و دو قطعه کاغذ صافی در زیر قرار گرفت و با قرار دادن وزنه بر تمام سطح آن فشاری به وزن ۵ کیلوگرم به مدت ۲ دقیقه وارد گردید. سپس نمونه ها از کاغذ صافی جدا گردیده و توزین شدند (Y) درصد رطوبت تحت فشار بصورت زیر محاسبه گردید.

رطوبت تحت فشار = $(X-Y) / X \times ۱۰۰$

پانصد گرم از سوریمی همگن گردید و ۳ درصد نمک در ضمن همگن سازی به آن اضافه شد. به مخلوط حاصل ۳۰ درصد وزن نمونه آب سرد اضافه و عملیات هم زدن تا تشکیل خمیری نرم و همگن ادامه یافت. خمیر حاصل پس از هواگیری دستی به پوشش سوسیس با قطر ۳ سانتی متر انتقال داده شد. نمونه‌های تولید شده به مدت ۲۰ دقیقه در آب گرم ۴۰ درجه سانتیگراد و سپس به مدت ۲۰ دقیقه دیگر در دمای آب داغ ۹۰ درجه حرارت داده شدند (Seafdec, 1988). پس از سرد شدن نمونه‌ها در آب سرد روکش سوسیس خارج و جهت آزمایش به لایه‌هایی با ضخامت‌های ۳ و ۵-۴ میلیمتر برش داده شدند.

آزمایش تا کردن به روش لی انجام شد (Lee, 1984) . شش قطعه ژل تهیه شده به ضخامت ۳ میلی متر مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه ها در صورت دو بار تا شدن بدون هیچ گونه ترک یا شکستگی کیفیت AA با امتیاز ۵ و در صورت یکبار تا شدن کیفیت A با امتیاز ۴، شکسته شدن تدریجی نمونه پس از تا شدن کیفیت B با امتیاز ۳، شکسته شدن نمونه به دو قسمت کیفیت C با امتیاز ۲ و خرد شدن نمونه با فشار انگشتان بدون تا کردن کیفیت D با امتیاز ۱ را به خود اختصاص دادند.

جهت انجام این آزمایش از نمونه های ۵-۴ میلیمتری تهیه شده استفاده گردید (Seafdec, 1988). ده نفر از افراد پانل هر نمونه را بین دندانهای پیشین بالا و پایین خود قرار داده و با وارد کردن کمی فشار بر آن قدرت ژلی آن را به صورت زیر مشخص و امتیاز دادند:

نمونه فوق‌العاده ارتجاعی با امتیاز ۱۰، نمونه خیلی ارتجاعی با امتیاز ۹، نمونه بسیار ارتجاعی با امتیاز ۸، نمونه با حالت ارتجاعی خوب با امتیاز ۷، نمونه با حالت ارتجاعی نسبتاً خوب با امتیاز ۶، نمونه با حالت ارتجاعی قابل قبول با امتیاز ۵، نمونه با حالت ارتجاعی ضعیف با امتیاز ۴، نمونه با حالت ارتجاعی کمی

ضعیف با امتیاز ۳، نمونه با حالت ارتجاعی خیلی ضعیف با امتیاز ۲ و نمونه فاقد حالت ارتجاعی با امتیاز ۱ مشخص گردید.

برای ارزیابی پارامترهای کیفی شامل رنگ، بو، طعم و مزه و بافت از روش هدونیک استفاده شد. به منظور انجام آزمایشات از ۱۰ نفر کارشناسان محقق مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان با حداقل سابقه کار۱۰ سال استفاده گردید و برای جلوگیری از تداخل طعم‌ها در زمان ارزیابی، ارزیاب ها قبل از هر آزمایش چشایی دهان خود را با آب لیموی ولرم ۲ درصد شستشو دادند. سطوح کیفی مورد استفاده شامل عالی با امتیاز ۹، خیلی خوب با امتیاز ۷، خوب با امتیاز ۵، قابل قبول با امتیاز ۳ و غیر قابل قبول با امتیاز ۱ بوده است. (Chamber, 1996).

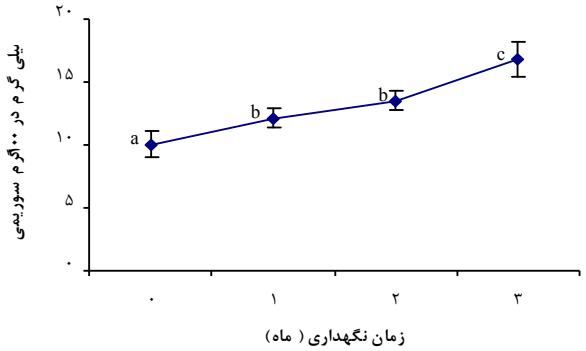
داده‌های حاصل از این تحقیق توسط نرم‌افزار آماری SPSS.13 مورد آنالیز قرار گرفت. روش‌های آماری بکار رفته شامل آنالیز واریانس و آزمون چند دامنه‌ای دانکن بود.

نتایج

میزان بازهای نیتروژنی فرار در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی سه ماه نگهداری در سردخانه دارای روند افزایشی بود (نمودار ۱). میانگین (± انحراف معیار) TVB-N سوریمی تولید شده در ابتدا ۱/۰±۱۰ بود که در ماههای پس از آن بترتیب به ۰/۸±۱۲، ۰/۸±۱۴ و ۱/۴±۱۶/۸ میلی‌گرم در صد گرم نمونه افزایش یافت. تفاوت معنی‌داری بین میزان TVB-N سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی ماه اول نگهداری مشاهده شده است. با اینکه این تفاوت برای ماه دوم قابل ملاحظه نبود ولی در ماه سوم نیز در مقایسه با ماههای قبل از آن افزایش معنی‌داری مشاهده گردیده است (F=20.895, d.f.=3, P<0.05).

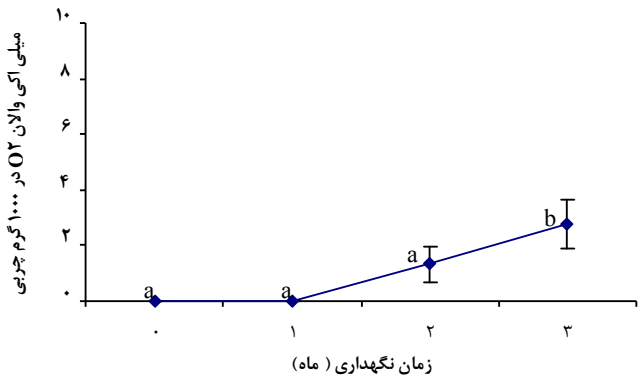
نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص پراکسید در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد در نمودار ۲ نشان داده شده است. پراکسید پس از گذشت یک ماه در نمونه های مورد بررسی تولید گردیده است. این میزان تا ماه دوم دارای تفاوت معنی داری نبوده است. میانگین (± انحراف معیار) میزان پراکسید نمونه های سوریمی ماهی کپور نقره‌ای پس از سه ماه نگهداری در سردخانه به ۰/۸۵±۲/۷۷ رسید که تفاوت معنی‌داری را با ماههای قبل نشان داد (نمودار ۲).

درصد افت رطوبت تحت فشار در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای با افزایش مدت نگهداری در سردخانه بطور معنی‌داری افزایش یافت (F=9.754, d.f.=3, P<0.05). میانگین (± انحراف معیار) رطوبت تحت فشار نمونه‌ها در زمان تولید ۰/۱۳±۴/۲۳ بود که در ماههای اول تا سوم نگهداری در سردخانه بترتیب تا ۰/۱۹±۴/۵۶، ۰/۳۱±۵/۴۶ و ۰/۱۳±۶/۳۲ افزایش یافت (نمودار ۳).

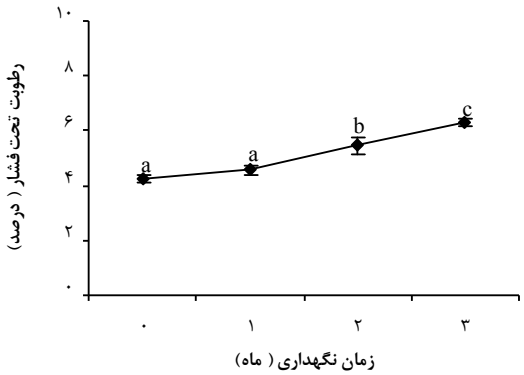


نمودار ۱ : تغییرات بازهای ازته فرار درسوریمی ماهی کپور نقره‌ای در مدت سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد.

(a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در ماههای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد **(P<0.05)**.

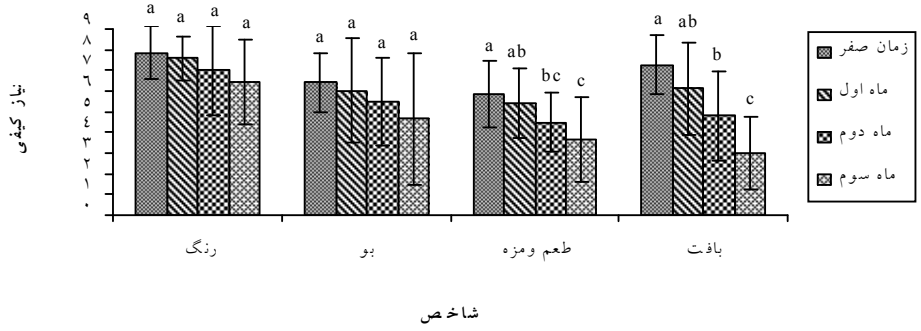


نمودار ۲ : تغییرات پراکسید در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در مدت سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد. (a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در ماههای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (P<0.05).



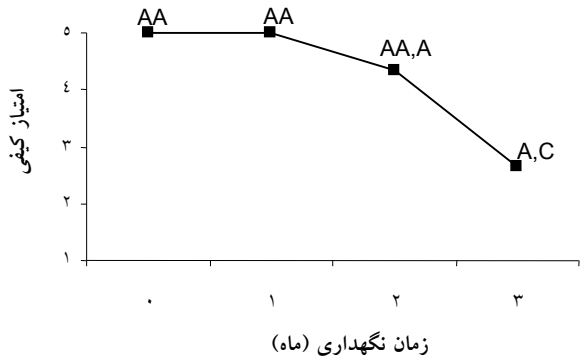
نمودار ۳: تغییرات رطوبت تحت فشار در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در مدت سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد(a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در ماههای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (P<0.05).

آنالیز آماری داده‌های حاصل از ارزیابی حسی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، امتیاز کیفی فاکتورهای حسی مورد بررسی (رنگ، بو، طعم و مزه، بافت) کاهش می‌یابد (نمودار ۴). اختلاف معنی‌دار آماری بین شاخص‌های حسی رنگ و بوی محصول پس از سه ماه نگهداری در سردخانه مشاهده نگردید. بدین ترتیب به‌رغم کاهش ظاهری میانگین امتیاز کیفی دو شاخص کیفی رنگ و بو، این اختلاف قابل ملاحظه نبود. در حالیکه این اختلاف برای دو شاخص دیگر یعنی طعم و مزه و بافت سوریمی کاملاً معنی‌دار بود ($F=11.271, d.f.=3, P<0.05$).

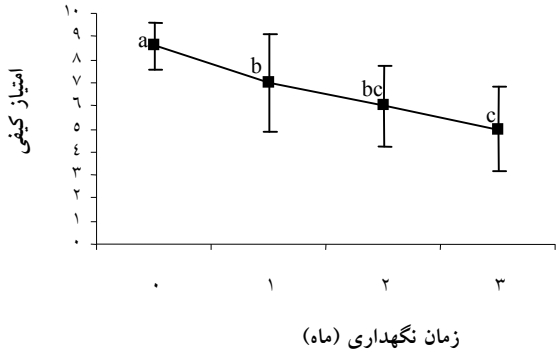


نمودار ٤: امتیاز کیفی ارزیابی حسی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در مدت سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد (a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در ماههای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (P<0.05).

از سوی دیگر امتیاز کیفی قابلیت تا شدن و گاز زدن سوریمی ماهی کپور نقره‌ای با افزایش زمان نگهداری در سردخانه کاهش یافت (نمودارهای ۵ و ۶). روند افت کیفیت فیزیکی قابلیت تاپذیری نمونه‌های سوریمی در ماه سوم نگهداری در سردخانه با افزایش سریعتر و دارای شیب تندتر بود. نتایج حاصل از تست گاز زدن نیز مشابه بود. امتیاز کیفی آزمون گاز زدن نمونه‌ها پس از یک ماه نگهداری در سردخانه تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان داد. این تفاوت برای ماه دوم در مقایسه با ماه اول تفاوت معنی‌داری نداشته است. در عین حال نتایج نشان داد که افت کیفیت فیزیکی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای پس از سه ماه نگهداری در سردخانه نسبت به ماههای قبل از آن از حیث آماری کاملاً معنی‌دار می باشد ($F=17.548$, $d.f.=3$, $P<0.05$).



نمودار ۵ : امتیاز کیفی آزمون قابلیت تا شدن در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در مدت سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد



نمودار ٦ : امتیاز کیفی تست گاز زدن سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در مدت سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد (a-c) حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در ماههای مختلف نگهداری سوریمی می‌باشد (P<0.05).

بحث

شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی و حسی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی سه ماه نگهداری در سردخانه بطور قابل ملاحظه‌ای تغییر یافت که حاکی از افت کیفیت محصول می‌باشد. میزان بازهای نیتروژنی فرار دارای روند صعودی بود. Kiamakura و Kimura (۱۹۳۴)، TVB-N ۲۰ میلی‌گرم درصد را شروع فساد در گوشت ماهی و TVB-N گوشت ماهی فاسد شده را ۳۰ میلی‌گرم درصد تعیین نمودند. VidyaSagar Reddy و همکاران (۱۹۹۵) حد قابلیت پذیرش TVB-N را برای گوشت چرخ کرده سوف صورتی نگهداری شده در سردخانه ۱۸ تا ۲۴ میلی‌گرم درصد بدست آوردند. میزان ۳۰ میلی‌گرم درصد بازهای نیتروژنی فرار حد قابلیت پذیرش ماهی تعیین شده است (Sikorski *et al*., 1990). Kaba (۲۰۰۶) میزان TVB-N سوریمی ماهی آنچوی (*Engrauli sencrasicholus* L., 1758) را در سردخانه ۲۹- درجه سانتی‌گراد در مدت شش ماه نگهداری ۶/۳ اعلام نمود. Kose و همکاران (۱۹۹۷) میزان TVB-Nرا در سوریمی ماهی آنچوی پس از ۱۲۰ روز نگهداری در سردخانه ۲/۹ میلی‌گرم درصد گرم تعیین نمودند. در این تحقیق میانگین TVB-N نمونه‌ها پس از سه ماه نگهداری در سردخانه به ۱۶/۸ رسیده است که نسبت به نتایج ارایه شده روی سوریمی ماهی آنچوی بالاتر بوده ولی از حیث رسیدن به مرز فساد هنوز فاصله نسبتاً زیادی وجود دارد. علت این بالاتر بودن را می‌توان در بالاتر بودن مقدار اولیه TVB-N نمونه‌ها دانست. میزان TVB-N بستگی به گونه ماهی، دمای انبار نگهداری محصول دارد (Park *et al*., 1981). درعین حال این تفاوت می‌تواند ناشی از مراحل آماده‌سازی اولیه گوشت ماهی و فرآیند تولید سوریمی نیز باشد. از آنجایی که طی تهیه گوشت چرخ شده ساختار عضلانی ماهیچه ماهی تخریب می‌شود، ترکیباتی که قبلاً به شکل مجزا از هم بوده‌اند، مخلوط می‌شوند. در این حالت آنزیم‌ها در تماس با موادی قرار می‌گیرند که در حالت طبیعی از هم جدا هستند، بنابراین انواع فساد پروتئولیتیک و لیپولیتیک و سایر فعالیت‌های آنزیمی در گوشت چرخ شده ماهی صورت می‌گیرد (Rehbein, 2002).

افزایش مقدار پراکسید نشان‌دهنده افت کیفی اکسیداتیو می‌باشد (Srikar *et al*., 1989). در زمان نگهداری محصول بصورت منجمد، هیدرولیز و اکسیداسیون چربی اتفاق می‌افتد که بر ماندگاری و پذیرش آن برای مصرف موثر است (Aubourg *et al*., 2005). در زمان نگهداری سوریمی ماهی کپور نقره‌ای در سردخانه، از ماه دوم به بعد PV بطور معنی‌داری افزایش یافت بطوریکه میانگین (± انحراف معیار) از صفر به ۲/۷۷±۰/۸۵ (میلی‌اکی والان در ۱۰۰۰گرم چربی) پس از سه ماه نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد رسید. البته این میزان هنوز از استاندارد موجود برای حد پذیرش پراکسید گوشت ماهی (۵ میلی‌اکی والان در ۱۰۰۰گرم چربی) پایین‌تر می‌باشد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۱). بنظر می‌رسد که اکسیداسیون چربی هنگام نگهداری در سردخانه بستگی به ترکیب و شبکه گوشت چرخ کرده و وضعیت ابتدایی

اکسیداسیون دارد (Eymard, 2009). عدم توانایی در جداسازی یا شستشوی کامل عضله تیره و چربی موجود در عضله، ماهی را برای اکسیداسیون مستعدتر می‌نماید. در تحقیق حاضر افزایش میزان پراکسید با افزایش مدت زمان نگهداری در سردخانه رابطه داشته که قبلاً نیز توسط جلیلی و همکاران (۱۳۷۸) عنوان گردیده است. Saeed و همکاران (۲۰۰۲) اثر زیان‌آور محصولات اکسیداسیون چربی را روی ساختمان و عملکرد پروتئین ماهیان چرب منجمد تایید نمودند. افت کیفیت چربی دلیل عمده کاهش ماندگاری ماهیان چرب ناشی از روند تصاعدی اکسیداسیون و هیدرولیز آنزیمی اسیدهای چرب غیراشباع در ماهی عنوان شده است (Srikar & Hiremath , 1972).

رطوبت تحت فشار متفاوت، حاکی از تفاوت در ظرفیت نگهداری آب شبکه ژل می‌باشد (Rawdkuen, 2009). ظرفیت نگهداری آب رابطه مستقیمی با مقدار پروتئین میوفیبریل داشته (Smith, 1991) و در عین حال تغییر ماهیت پروتیین‌های عضلانی طی فرآیند انجماد نیز باعث کاهش ظرفیت نگهداری آب در مراحل بعدی فرآوری می‌گردد (Hall, 1992). در این تحقیق افزایش معنی‌دار افت رطوبت تحت فشار از ماه دوم به بعد مشاهده گردید. این پدیده همزمان با تولید و افزایش پراکسید در نمونه‌ها بروز نموده که می‌تواند ناشی از اثر متقابل اکسیداسیون چربی و تغییر ماهیت پروتیین‌های عضلانی باشد. Benjakul (۲۰۰۵) ادعا نموده که اثر سینرژیستی بین اکسیداسیون چربی و تشکیل فرم آلدیید روی تغییر ماهیت پروتئین حین نگهداری در سردخانه محتمل بنظر می‌رسد. هر چه میزان ظرفیت اتصال به آب سوریمی بالاتر باشد ژل میوفیبریل سخت‌تری شکل می‌گیرد و ژل تولیدی دارای بافت یکسان و پیوسته‌تری می‌باشد و برعکس همزمان با کاهش کیفیت سوریمی قدرت تولید ژل کاهش و میزان رطوبت تحت فشار افزایش می‌یابد (Yoon & Lee, 1990). Siddaiah و (۲۰۰۱) در بررسی تغییرات چربی، پروتئین و قابلیت تشکیل کامابوکو از گوشت چرخ کرده ماهی کپور نقره‌ای هنگام نگهداری در سردخانه نشان دادند که با افزایش مدت نگهداری گوشت چرخ کرده، درصد افت رطوبت تحت فشار افزایش می‌یابد. Benjakul و همکاران (۲۰۰۳) در مقایسه تغییرات فیزیکی و شیمیایی پروتئین‌های عضله برخی از ماهیان نواحی گرمسیری در زمان نگهداری در سردخانه نشان دادند که افزایش درصد رطوبت تحت فشار بستگی به گونه ماهی نیز دارد. یافته‌های اخیر با نتایج حاصل از این تحقیق کاملاً مطابقت می‌نماید.

براساس نتایج حاصل از ارزیابی حسی سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی سه ماه نگهداری در سردخانه بنظر می‌رسد که با افزایش زمان نگهداری، امتیاز کیفی شاخص‌های حسی مورد بررسی (رنگ، بو، طعم و مزه، بافت) کاهش می‌یابد. هر چند که عدم تفاوت معنی‌دار آماری بین شاخص‌های رنگ و بوی محصول می‌تواند حکایت از این امر داشته باشد که این دو شاخص از حساسیت و دقت مناسب برای ارزیابی تغییرات کیفی محصول حین نگهداری در سردخانه برخوردار نبوده یا اینکه تغییرات احتمالی ایجاد شده در رنگ و بو طی سه ماه، توسط ارزیابان قابل تشخیص و تمیز نبوده است. از مقایسه اطلاعات ارائه شده بخوبی می‌توان نتیجه گرفت که روند تغییرات کیفی بافت محصول کاملاً با نتایج بدست آمده برای شاخص رطوبت تحت فشار منطبق می‌باشد. نمونه‌های سوریمی ماهی کپور نقره‌ای پس از سه ماه نگهداری در سردخانه افت کیفیت معنی‌داری را داشته‌اند که نشان‌دهنده اثرات مستقیم کیفیت بافت محصول بر ظرفیت نگهداری آب و رطوبت تحت فشار می‌باشد. بعلاوه این تغییرات همراه با افت قابل ملاحظه طعم و مزه سوریمی ماهی کپور نقره‌ای همراه با افزایش شاخص پراکسید طی سه ماه نگهداری در سردخانه بوده که می‌تواند تایید کننده این فرضیه باشد که تغییرات شاخص‌های کیفی مذکور ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر داشته یا اینکه اثر متقابلی بر یکدیگر دارند. ادعای اخیر تاییدکننده و منطبق بر نتایج و یافته‌های گزارش شده توسط Benjakul (۲۰۰۵) می‌باشد. Tokur و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی کیفیت حسی فینگرهای تهیه شده از گوشت شسته نشده و شسته شده ماهی کپور معمولی نشان دادند که امتیاز هر دو فینگر تهیه شده طی مدت نگهداری ۵ ماهه در سردخانه کاهش می‌یابد. Kaba (۲۰۰۶) نشان داد که امتیاز کیفی ظاهر، بو، بافت و طعم و مزه سوریمی آنچوی (*Engrauli sencrasicholus* L. 1758) با افزایش نگهداری در سردخانه کاهش می‌یابد.

امتیاز تاپذیری ژل ماهی کپور نقره‌ای از درجه کیفی AA در زمان صفر به A و C در پایان ماه سوم تنزل یافت. امتیاز تست گاز زدن نیز از ۸/۵۸±۰/۹۸ در زمان صفر به ۵/۲۵±۱/۸۶ کاهش یافت. چنانچه دوره زمانی نگهداری ماهی کامل در سردخانه افزایش یابد، سفتی و قدرت ژلی محصولات سوریمی کاهش می‌یابد. عملکرد پروتئین عضلات، کاملاً به سالم بودن پروتئین وابسته بوده و بدین ترتیب تغییر ماهیت و کیفیت پروتئین در کاهش توانایی‌های آنها برای انجام وظایف سهم مهمی دارد (Benjakul, 2003). تغییر ماهیت پروتئین به کمک نگهداری

در سردخانه سبب کاهش در قابلیت تشکیل ژل پروتئینهای عضله ماهی هوکی (Macdonald *et al*., 1992)، آلاسکا پولاک (Scott *et al*., 1988) و ماهی حسون گردید (Kurokawa, 1979). نگهداری در سردخانه بطور مستقیم بر تغییرات در ترکیب مولکولهای پروتئین موثر بوده و سبب کاهش خواص عملکردی آن می‌گردد که بوسیله کاهش در توانایی تشکیل ژل قابل مشاهده می‌باشد. Benjakul و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که تشکیل فرم آلدیید با کاهش قابلیت تشکیل ژل در ماهی هوکی هنگام نگهداری در سردخانه ۲۹- درجه سانتیگراد مرتبط می‌باشد. از طرف دیگر Saeed و Howell (۲۰۰۲) گزارش کردند که اکسیداسیون لیپیدها در عضله ماهی در زمان نگهداری در سردخانه اثر زیان‌آوری روی ساختمان پروتئین و خواص عملکردی آن دارد. نتایج بدست آمده در این تحقیق نیز با یافته‌های گزارش شده مطابقت داشته است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف ارزیابی کیفیت سوریمی ماهی کپور نقره‌ای، حین نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتیگراد، تغییرات فیزیکی و شیمیایی، افت نسبی کیفیت و کاهش خواص عملکردی پروتئین‌ها را نشان داد. در عین حال سوریمی تولیدی پس از سه ماه هنوز قابل استفاده بوده و از استانداردهای مربوطه فاصله داشته است.

تشکر و قدردانی

لازم می‌دانیم از تلاشها و همکاری صمیمانه و موثر مهندس فریدون رفیع پور، دکتر سعید جوان، مهندس محمود وطن دوست، مهندس اسماعیل صفری، مهندس فرحناز لکزائی ، مهندس فرشته خدابنده و کلیه کارکنان بخش‌های تولید و آزمایشگاههای مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، بندر انزلی در مراحل مختلف تولید و ارزیابی کیفی نمونه‌ها تشکر و قدردانی بعمل آید.

منابع

پروانه، و.، ۱۳۷۰. کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی. تهران، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۵صفحه.

جلیلی، س. ح.، ۱۳۷۸. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی استفاده از قسمتهای خاص ماهی کپور نقره‌ای برای تولید فیله. موسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، ۵۸ صفحه.

جلیلی، س.؛ قائمی، ن.؛ کیوان، ا.؛ پورکبیره، م. و معینی، س.، ۱۳۸۷. تغییر ماهیت پروتئین عضلات (اکتین و مایوسین) ماهی سفید دریای خزر *Rutilus frisii (kutum)* در هنگام نگهداری در سردخانه. اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران، ۱۷ تا ۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۸۷، لاهیجان.

فاطمی، ح.، ۱۳۷۸. شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشار. ۴۸۰ صفحه.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۱. ماهی، فیله استیک تند یخ زده– ویژگیها و روشهای آزمون. استاندارد شماره ۶۷۱۹، چاپ اول، صفحه ۱۰.

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.

Barrera J.A., Ramirez J.J., Cabriales G. and Vazquez M., 2002. Effect of pectin's on the gelling properties of surimi from silver carp. Food Hydrocolloids, 16:441-447.

Benjakul S., Visessanguan W., Thongkaew C. and Tanaka M., 2003. Comparative study on physicochemical changes of muscle proteins from some tropical fish during frozen storage. Food Research International, 36:787–795.

Benjakul S., Visessanguan W., Thongkaew C. and Tanaka 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.

Chamber E.I.V. and Wolf M.B., 1996. Sensory testing methods (2nd Ed.). Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

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.

Fu X., Xu S. and Wang Z., 2009. Kinetics of lipid oxidation and off-odor formation in silver carp mince: The effect of lipoxygenase and hemoglobin. Journal of Food Research International, 42:85-90.

Haard N.F., 1992. Biochemical reactions in fish muscle during frozen storage. *In:* (E. Bligh ed.), Seafood Science and Technology. Fishing New Books. Oxford, UK, pp.176-209.

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.

Huber U., Volger H., Overbeck V. and Santarious K.A., 1979. Membrane damage and protection during freezing. *In:* (O. Fennema ed.) Proteins at low temperatures. American Chemical Society. Washington, 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.

Kaba N., 2006. The determination of the technology & storage period of surimi production from Anchovy (*Engrauli sencrasicholus* L., 1758*)*.Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8:29-35.

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.

Karvinen V.P., Bamford D.H. and Granroth B., 1982. Changes in muscle subcellular fractions of Baltic herring (*Clupeah arengusmembras*) during cold and frozen storage. Journal of Science Food Agriculture, 33:763-770.

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.

Kurokawa T., 1979. Kamaboko-forming ability of frozen and ice stored lizard fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 45:1551–1555.

Lee C.M., 1984. Surimi process technology. Food Technology, 38:69-80.

Lee N. and Park J.W., 1998. Calcium compounds to improve gel functionality of pacific whiting and Alaska Pollock surimi. Journal of Food Science, 63:969-974.

Lee C.M., 1999. Surimi: Science and Technology. *In: (*F.J. Francis ed.), Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology. John Wiley & Sons, pp.2229-2239.

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.

MacDonald G.A. and Lanier T.C., 1991. The role of carbohydrates as cryoprotectant in meats. Food Technology, 45:150-159.

MacDonald G.A., Lelievre J. and Wilson N.D.C., 1992. Effect of frozen storage on the gel-forming properties of hoki (*Macruronus novaezelandiae*). Journal of Food Science, 57:69–71.

Mahawanich T., 2008. Preparation and properties of surimi gels from tilapia and red tilapia. Naresuan University Journal, 16(2):105-111.

Min TS., Chng NM., Fugiwara T., Kuang H.K. and Hasegawa H., 1988. Handbook on the processing of frozen surimi & fish jelly products in Southeast Asia. Marine Fisheries Research Department, SEAFDEC, Singapore.

Okada M., 1992. History of surimi technology in Japan. *In:* (T.C. Lanier & C.M. Lee eds.), Surimi Technology. Marcel Dekker, Inc., New York.

Park J.W., 1995. Cryoprotection of muscle proteins by carbohydrates and polyalcohols-A review. Journal of Aquatic Food Production Technology, 3(4):23-41.

Park Y.H., Chai S.A., Ahn C.W. and Yang Y.K., 1981. Changes in contents of amines in the dark fleshed fish meat during processing and storage 2: Formation of DMA and TMA in salted and dried mackerel, pike and Spanish mackerel. Bulletin of Korean Fisheries Society, 14:7-14.

Rawdkuen S., Sai-Ut S., Khamsorn S., Chaijan M. and Benjakul S., 2009. Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process. Food Chemistry, 112:112-119.

Rehbein H., 2002. Measuring the shelf-life of frozen fish. *In:* (H.A. Bremner ed.), Safety and quality issues in fish processing. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LIC.

Saeed S. and Howell N.K., 2002. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel (*Scombers combrus*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 82:579–586.

Scott D.N., Porter R. W., Kudo G., Miller R. and Koury B., 1988. Effect of freezing and frozen storage of Alaska pollock on the chemical and gel-forming properties of surimi. Journal of Food Science, 53:353–359.

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.

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.

Sikorski Z.E., Olley J. and AndKostuch S., 1990. Protein changes in frozen fish. Critical Review in Food Science and Nutrition, 8:97–129.

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.

Srikar L.N. and Hiremath J.G., 1972. Fish preservation - I. Studies on changes during frozen storage of oil sardine. Journal of Food Science and Technology, 9:191-193.

Srikar L.N., Seshadari H.S., and Fazal A.A., 1989. Changes in lipids and proteins of marine catfish, (*Tachysurus dussumieri*) during frozen storage. International Journal of Food Science and Technology, 24: 653-658.

Suzuki T., 1981. Fish and krill proteins: Processing technology. Applied Science, London, UK. pp.36-136.

Tokur B., Ozku¨tu¨ K.S., Gu¨ lsu¨n Ozyurt E. and Enver Ozyurt C., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinuscarpio* L., 1758), during frozen storage (-18 °C). Food Chemistry, 99:335–341.

Vidya Sagar Reddy G., Srikar L.N., Khuntia B.K., and Vinay Kumar N., 1995. Effect of preprocess storage in ice on the chemical characteristics of fish mince. Journal of Food Science and Technology, 32:315-319.

Yoon K.S. and Lee C.M., 1990. Cryoprotectant effects in surimi and surimi mince-based extruded products. Journal of Food Science, 55(6):1714-1719.

Physicochemical and sensory quality changes of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)* in frozen storage at -18ºC

Jalili S.H.[(1)*] and Hamrang Omshi A.[(2)]

jalilish@yahoo.com

1- National Fish Processing Research Centre, P.O.Box: 43145-1655 Bandar Anzali, Iran

2- Young Researchers Club, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, P.O.Box: 1616 Lahijan, Iran

Received: January 2011 Accepted: August 2011

Keywords: Surimi, Silver carp, Frozen storage, Quality changes, Shelf life

Abstract

The physicochemical and sensory quality changes of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)* surimi were studied during three months at frozen storage (-18°C). The results showed that with increasing storage time of surimi from silver carp, TVB-N, peroxide value (PV) and expressible moisture increased significantly. TVB-N increased from 10±1 to 16.80±1.4mg%, Peroxide value from zero to 2.76±0.85meqO_2/kg and expressible moisture from 4.23±0.13 to 6.32±0.13% during three months at frozen storage. Quality score of sensory evaluation, folding test and biting test were significantly decreased during storage period. Quality score of produced surimi gel decreased from AA to A, C grade and biting test decreased from 8.58±0.98 to 5.25±1.86. The results indicated that in spite of increasing of TVB-N, PV, expressible moisture and decrease of sensory quality score, folding test and biting test of silver carp surimi, the samples were between allowed limits and acceptable after three months at frozen storage.

*Corresponding author