شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷

صفحات ۳۶۰-۳۵۲

مقایسه کیفیت ماندگاری سوریمی ماهی کیلکا (*Clupeonella cultriventris*) تهیه شده به روش شستشو و تغییر pH طی دوره‌ی انجماد

زهره قیامی[۱]، حسین خدایی[۱]، سید ولی حسینی[۲]*

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۷ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷

چکیده

در تحقیق حاضر کیفیت ماندگاری سوریمی تهیه شده از ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) تهیه شده به دو روش شستشو و تغییر pH در طی دوره‌ی نگهداری انجماد مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های تهیه شده به‌مدت سه ماه در شرایط انجماد نگهداری وکیفیت آن‌ها از نظر برخی از شاخص‌های مرتبط با کیفیت شامل شاخص اکسیداسیون ترکیبات ثانویه چربی (TBA)، مجموع ترکیبات ازتهٔ فرار (TVB-N) و ظرفیت نگهداری آب (WHC) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان اکسیداسیون چربی (شاخص TBA) در روش شستشو بیشتر از روش تغییر pH بود ($P<۰/۰۵$) ولی مقادیر آن در هر دو روش در سطح قابل پذیرش بودند. از نظر شاخص ظرفیت نگهداری آب، هر چند در هر دو روش مقدار آن در طول دورهٔ نگهداری کاهش یافت، اما این کاهش در روش تغییر pH با شدت بیشتری اتفاق افتاد و تغییر معنی‌داری از این نظر با سوریمی تهیه شده به روش شستشو نشان داد ($P<۰/۰۵$). مقادیر اندازه‌گیری شده TVB-N در سوریمی تهیه شده به روش شستشو کمی بیشتر از روش تغییر pH بود. نتایج نشان داد که مقادیر مرتبط با شاخص‌های کیفیت اندازه‌گیری شده در سوریمی تهیه شده به روش تغییر pH از مطلوبیت بهتری نسبت روش شستشو را دارا می‌باشد.

واژگان کلیدی: کیلکای معمولی، کیفیت سوریمی، تغییر pH، نگهداری در انجماد.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۴۴-۳۲۲۲۳۲۶۲۹۸+ ایمیل: hosseinisv@ut.ac.ir

۱. مقدمه

ماهیان به‌دلیل داشتن پروتیئن با ارزش غذایی بالا (نظیر هضم آسان و دارا بودن تمامی اسیدهای آمینه ضروری)، همچنین ویتامین‌ها و مواد معدنی منحصر به فرد اهمیت بالایی در رژیم غذایی انسان‌ها دارند (Haliloglu *et al*., 2004). صرف نظر از ارزش غذایی بالای پروتئین ماهی، آن‌ها دارای خصوصیات عملکردی منحصر به‌فردی نظیر توانایی تولید ژل، ظرفیت امولسیون کنندگی، ظرفیت نگهداری آب و غیره می‌باشند (Tahergorabi *et al*., 2012)، که از این ویژگی‌ها می‌توان در صنایع غذایی-تبدیلی از جمله سوریمی(Surimi) استفاده کرد. سوریمی یک واژه ژاپنی است و به کنسانترهٔ پروتئینی از گوشت چرخ‌کردهٔ ماهی اطلاق می‌گردد، که طی فرآیند مختلف نظیر تهیه فیله از ماهی مورد نظر، استخوان-گیری و چرخ کردن گوشت آن و سپس شستشوی چند بارهٔ آن با آب سرد (به‌منظور حذف ترکیبات مختلف از قبیل چربی، خون، آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های سارکوپلاسمی) و در نهایت فرآیند آبگیری، مخلوط کردن گوشت شسته شدهٔ آن با مواد محافظت کننده از پروتئین در برابر سرما (سوریمی منجمد) به‌دست می‌آید. برآوردها نشان می‌دهد که میزان تولید جهانی سوریمی حدود هشت میلیون تُن می‌باشد که تقریباً تمامی آن به روش مرسوم (شستشو) تهیه می‌شود (FAO, 2012). نظر به وجود برخی معایب در روش مرسوم تهیهٔ سوریمی مانند بازدهی پایین، نیاز به مصرف آب فراوان و بدنبال آن مشکلات زیست محیطی ناشی از دفع آن، حذف عمدهٔ ترکیبات ضد اکسیداسیون‌های طبیعی موجود در گوشت و غیره، محققین را بر آن داشت تا از روشی کارآتر جهت تهیهٔ سوریمی از آبزیان استفاده نمایند.

یکی از مهمترین روش‌ها، تهیهٔ پروتئین ایزوله شده ماهی (Fish protein isolate) به روش تغییر pH محیط (pH-shifting) می‌باشد. اساس تهیهٔ پروتئین ایزوله شده ماهی به‌روش تغییر pH، بر تغییر در بار الکتریکی پروتئین ماهی از طریق افزودن اسید یا قلیا مبتنی بوده و بدین طریق موجب انحلال و رسوب پروتین ماهی می‌گردد. پروتئین‌های ماهی در نقطهٔ ایزوالکتریک خود از نظر بار الکتریکی خنثی بوده و کمتر از حالت یونیزه آب دوست خواهند بود. به همین دلیل در نقطه ایزوالکتریک، حلالیت پروتئین و ظرفیت اتصال آب به آن به کمترین مقدار خود می‌رسد (Gehring *et al*., 2011). پروتئین‌های استخراجی به شیوه‌ی بازی. اسیدی دارای خصوصیات عملکردی مناسبی جهت استفاده در صنایع غذایی می‌باشند (Taskaya *et al*., 2009). مطالعات نشان داده‌اند که همزمان با استخراج پروتئین به این شیوه، چربی موجود در مادهٔ اولیه نیز استخراج می‌گردد (Gehring, 2011; Hultin and Kellehr, 2002). از آن‌جا که چربی ماهیان نقش اصلی را در بروز و تشدید فساد آن‌ها بازی می‌کند (Kristinsson *et al*., 2000)، به نظر می‌رسد که محصول به‌دست آمده با این روش، قادر خواهد بود از مدت ماندگاری بالاتری نیز برخوردار باشد. تغییر pH ماهی در pH قلیایی، اجازه‌ی بازیابی پروتئین‌ها با خواص عملکردی بهتر را می‌دهد و بنابراین حرارت بهتری به ژل القا می‌شود و در نتیجه خواص بافت و رنگ بهتر می‌شود (Kristinsson *et al*., 2006; Nolsoe *et al*., 2009). بنابراین به‌نظر می‌رسد که هر کدام از شیوه-های مذکورِ مورد استفاده در تهیهٔ سوریمی، تأثیر خاصی بر کیفیت ماندگاری محصول به‌جای بگذارند. از همین رو مطالعهٔ حاضر به دنبال بررسی تأثیر هر یک از دو روش شستشو و تغییر pH برکیفیت ماندگاری محصول (طی دوره‌ی انجماد به مدت سه ماه براساس شاخص‌های (TBA، TVB-N و WHC) به‌دست آمده از کابرد آن‌ها بر ماهی مورد مطالعه (کیلکای معمولی) می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. آماده‌سازی نمونه‌ها

در این تحقیق از ماهی کیلکای معمولی دریای خزر در اوزان بازاری استفاده شد. نمونه‌های مورد نیاز (به میزان تقریبی ۸ کیلو) از صید روزانه بندر انزلی تهیه شد. انتخاب نمونه‌ها به‌صورت تصادفی و از بین نمونه‌ها سالم (فاقد آسیب دیدگی فیزیکی) و تقریباً هم‌اندازه بود. نمونه‌ها پس از تهیه و شستشو با آب تمیز، بلافاصله در جعبهٔ یونولیت همراه با یخ (نسبت ۳ به ۱ از یخ و ماهی) به آزمایشگاه منتقل و سپس تخلیهٔ

شکمی و شستشو داده شد. برای تهیهٔ سوریمی و استخراج پروتئین از دو شیوهٔ شستشو (مرسوم) و روش تغییر استفاده شد. نمونه ها پس از تهیه به‌مدت سه ماه در شرایط انجماد نگاهداری و آن‌گاه در روزهای ۱، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ از لحاظ برخی از شاخص‌های ماندگاری مورد بررسی قرار گرفت.

۲.۲. روش شستشو

برای تهیهٔ سوریمی به روش شستشو، مطابق روش Shimizu و همکاران (۱۹۹۲) عمل گردید. برای تهیه سوریمی، فیله‌ها به‌وسیله دستگاه چرخ گوشت با قطر منافذ ۲ میلی‌متر چرخ گردید. گوشت چرخ شده طی ۳ مرحله و در هر مرحله به‌مدت ۱۵ دقیقه با آب مقطر سرد (نسبت ۴ به ۱ آب به گوشت ماهی) با درجه حرارت تقریبی ۴ درجه سانتی‌گراد شستشو گردید. مرحله سوم شستشو با آب نمک ۰/۳ درصد انجام گردید. پس از هر مرحله شستشو، فرآیند آبگیری توسط پارچه حریر (تنظیف) به‌صورت دستی انجام شد (سوریمی). مواد کرایوپروتکتنت (از اختلاط سوریمی با شکر به میزان ۴٪، سوربیتول به میزان ۴٪ و سدیم تری‌پلی‌فسفات به میزان ۰/۳٪) به سوریمی اضافه و با آن مخلوط خواهد گردید (به منظور نگهداری سوریمی در شرایط انجماد). سوریمی تهیه شده در کیسه های نایلونی زیپ‌دار به ابعاد ۲×۱۵×۲۰ سانتی‌متر و به مقدار ۲۵۰ گرم بسته بندی گردید و به‌مدت سه ماه در دمای ۱۸- درجهٔ سانتیگراد منجمد و نگهداری گردید.

۳.۲. روش تغییر pH

برای تهیهٔ سوریمی، به روش تغییر pH نمونه‌ها به نسبت ۱ به ۶ با آب توسط همزن (هموژنایزر) به‌مدت ۵ دقیقه مخلوط گردید. در این روش، pH مخلوط نمونه ماهی با آب به کمک سود ۶ مولار به ۱۱/۵ افزایش داده شد. پس از این مرحله عمل سانتریفیوژ کردن نمونه‌ها در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد صورت پذیرفت، که حاصل آن تفکیک نمونه به سه فاز فوقانی (حاوی چربی)، فاز میانی (حاوی محلول پروتئینی) و فاز تحتانی (حاوی اسکلت، پوست، پروتئین‌های غیر قابل حل، و غیره) می‌باشد. برای ترسیب پروتئین موجود در فاز میانی، لازم است که pH مخلوط با اسید به pH ایزوالکتریک پروتئین یعنی pH حدود ۵/۵ رسانده شود که به آن اسیدکلریدریک ۶ مولار اضافه و به‌مدت ۱۰ دقیقه با دستگاه هموژنایزر مخلوط و سپس مجدداً تحت سانتریفیوژ در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت (Nolsoe and Undel, 2008) و سپس پروتئین ایزوله از فاز رویی (آب) جدا شد.

۴.۲. آزمایشات

۱.۴.۲. اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید TBA

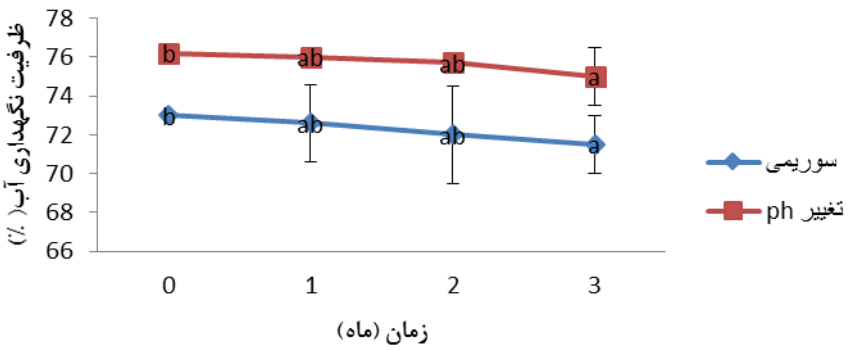
مقدار ۱۰ گرم از نمونه با ۳۵ سی‌سی اسید پرکلریک ۴٪ هموژن و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد و سپس محلول صاف گردید. سپس ۵ سی‌سی از محلول را به همراه ۵ میلی لیتر از معرف TBA به لوله‌های خشک درب‌دار منتقل و آنگاه در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت و پس از آن در دمای محیط سرد شد و مقدار جذب (As) توسط دستگاه اسپکتروفتومتری (UNICO, USA) در طول موج ۵۳۲ نانومتر در مقابل شاهد (Ab) قرائت گردید. مقدار TBA براساس رابطه زیر محاسبه گردید (Nolsoe and Undel, 2008).

میزان تیوباربیتوریک اسید (میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت) = ۸/۱× میزان جذب

۲.۴.۲. سنجش مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

اندازه‌گیری TVB-N به‌روش کلدال و با قرار دادن ۱۰ گرم نمونه به‌علاوه ۲ گرم اکسید منیزیم و افزودن ۲۵۰ سی‌سی آب مقطر داخل بالن و در نهایت جمع آوری بازهای ازته فرار در داخل محلول شامل اسید بوریک ۲ درصد و متیل رد به‌عنوان شاخص و تیتر محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا ایجاد رنگ ارغوانی، انجام گردید و سپس با فرمول زیر محاسبه گردید (برحسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه سوریمی) (Goudlas and Kontominas, 2005):

TVB-N = وزن نمونه × (۱۰۰×۱/۴×) میزان اسید



شکل ۱ – تغییرات WHC در کنستانتره پروتئین کیلکای تهیه شده به دو روش سوریمی(شستشو) شستشو و تغییر pH.

سولفوریک مصرفی)

۳.۴.۲. اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب

ظرفیت نگهداری آب از طریق سانتریفیوژ کردن تعیین می‌گردد (Cheng, 1979). پس از رفع انجماد و خشک کردن نمونه با دستمال کاغذی کاملاً خشک، وزن نمونه را مشخص کرده (W1) و آن‌گاه در درون تیوپ‌های سانتریفیوژ یخچال‌دار قرار داده شد و با دور g ۲۸۰۰۰ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس از آن نمونه‌ها از درون تیوپ خارج شده و با دستمال کاغذی مجدداً خشک شده و وزن نهایی (W2) آن‌ها یادداشت شد. ظرفیت نگهداری آب به‌صورت درصد و از طریق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$WHC = \{1-[(W1-W2)/W1]\} \times 100$$

۵.۲. آنالیز آماری

برای مقایسهٔ میانگین نتایج حاصل از دو روش تهیه سوریمی با همدیگر، از آزمون Paired T-test استفاده شد (در سطح احتمال α=۰/۰۵). در خصوص شاخص‌های کیفی مربوط به دورهٔ نگهداریِ هر کدام از روش‌ها (به طور جداگانه)، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. البته در ابتدا شرط نرمال بودن قبل از آزمون آنالیز واریانس، با آزمون Shapiro-wilk و همگنی واریانس داده ها به وسیله آزمون لون (Levene) مورد بررسی قرار گرفت. جهت مقایسه میانگین بین زمان ها و تیمارهای مختلف ازآزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. برای مقایسه میانگین هر یک از شاخص‌ها در طی دورهٔ نگهداری از آزمون دانکن استفاده شد. کلیهٔ آنالیزهای آماری با کمک نرم افزار آماری تحت ویندوز SPSS نسخه ۱۸ و رسم نمودارها با استفاده از برنامه اکسل (ویندوز ۲۰۰۷) انجام شد.

۳. نتایج

نتایج مربوط به شاخص های کیفی از جمله؛ ظرفیت نگهداری آب، TBA و TVB-N در طی دوره‌ی نگهداری انجماد به مدت سه ماه اندازه گیری گردید و در شکل‌های زیر آورده شده است.

۱.۳. ظرفیت نگهداری آب WHC

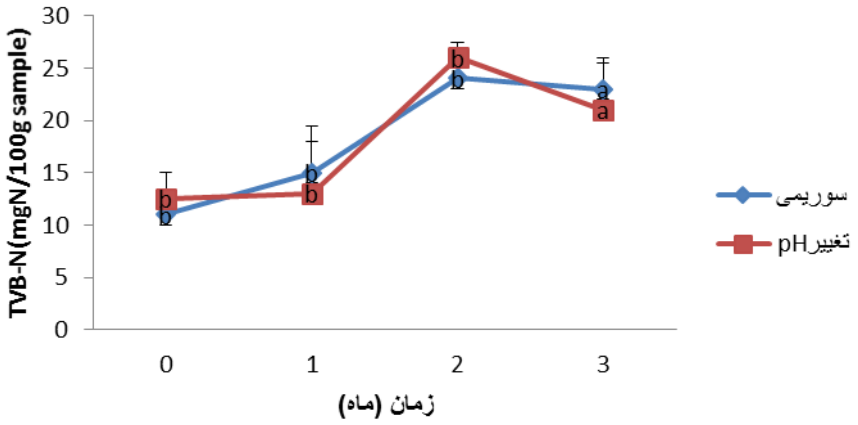
نتایج نشان داد بین زمان و ظرفیت نگه داری آب تفاوت معنی‌دار بود، در هر دو روش با گذشت زمان کاهش ظرفیت نگهداری آب را شاهد بودیم ($P<۰/۰۵$). ظرفیت نگهداری در روش تغییر pH در طول دوره‌ی نگهداری بیشتر از روش شستشو بود و تفاوت معنی داری داشت ($P<۰/۰۵$) (شکل ۱).

۲.۳. مجموع بازهای فرار TVB-N

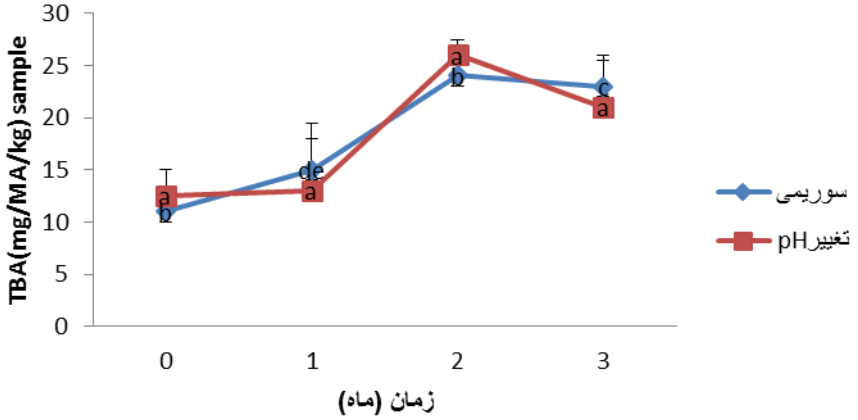
نتایج آنالیز اماری نشان داد زمان برای TVB-N معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). اختلاف بین روش تغییر pH و روش شستشو معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) و مقایسه واریانس‌ها نشان می‌دهد که TVB-N برای زمان‌ها معنی‌دار نیست ($P>۰/۰۵$). هر دو به مرور زمان افزایش داشته و در ماه سوم هر دو روش دارای شیب نزولی گردید (شکل ۲).

۳.۳. اکسیداسیون چربی و سنجش TBA

نتایج آنالیز اماری نشان داد اثر زمان در میزان TBA نمونه‌ها معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$). تست همگنی واریانس‌ها نشان داد که روش شستشو و روش



شکل ۲ – تغییرات TVB-N در کنستانتره پروتئین کیلکای تهیه شده به دو روش سوریمی (شستشو) و تغییر pH.



شکل ۳ – تغییرات TBA در کنستانتره پروتئین کیلکای تهیه شده به دو روش سوریمی (روش شستشو) و روش تغییر pH.

تغییر pH در میزان TBA اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵) و تغییر میانگین TBA در ماه‌های مختلف متفاوت است (P<۰/۰۵). مقدار TBA در طی نگه‌داری در روش شستشو و روش تغییر pH دارای روند صعودی بود. اما بعد از آن و به‌تدریج در روش شستشو حالت نزولی به خود گرفت. این کاهش در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود (شکل ۳).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

هر کدام از شیوه‌های مذکور مورد استفاده در تهیهٔ کنستانترهٔ پروتئینی ماهی، تأثیر خاصی بر کیفیت ماندگاری محصول دارد. از این رو مطالعهٔ حاضر به‌دنبال دلایل تأثیر هر یک از دو روش شستشو و تغییر pH (pH آلکالینی) بر کیفیت ماندگاری محصول به‌دست آمده از بررسی آن‌ها بر ماهی مورد مطالعه (کیلکای معمولی) می‌باشد. یکی از مهم ترین پارامترها در زمینه فرآوری محصولات دریایی اکسیداسیون چربی آنها می‌باشد. هضم چربی ماهی کیلکا سریع و از نظر اسیدهای چرب غیراشباع غنی می‌باشد یکی از مشکلات اصلی ماهی کیلکا سرعت بالای آن در فساد و اکسیداسیون چربی می‌باشد. در فرآوری ماهیان پرچرب مثل کیلکا میزان ترکیبات ثانویه اکسیداسیون تا هنگامی که هیدروکسیدها وجود دارد روبه افزایش است (Moghaddam, 2004).

در تهیه محصولاتی نظیر سوریمی، مرحلهٔ اول بعد از تمیز کردن ماهی، چرخ کردن آن می باشد. چرخ کردن، گوشت ماهی را در معرض اکسیدان‌ها و پروکسیدان‌های مختلف قرار می دهد (Gigliotti *et al.*, 2012). ماهی‌ها به‌علت داشتن میزان اسیدهای بلند زنجیر به لیپولیز و همچنین اکسیداسیون حساس هستند (Lamsal, 2009). ترکیب سه کربنه مالون دی‌آلدئید (MAD) مهم‌ترین کربونیل تولید شده از اتواکسیداسیون چربی‌های بلند زنجیر چند غیراشباعی است (Fountoulakis *et al.*, 1991). اندازه‌گیری میزان TBA براساس واکنش یک مولکول مالون آلدئید و دو مولکول TBA است که باعث ایجاد رنگ صورتی

می‌شود و با روش اسپکتوفوتومتری سنجیده می‌شود (Gigliotti *et al*., 2012). در تحقیق حاضر در دوره‌ی انجماد، افزایش معناداری در میزان TBA مشاهده گردید که نشان‌دهنده وقوع اکسیداسیون می‌باشد که با نتایج Teckour و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد، مقدار TBA در روش تغییر pH در روز اول کمتر از شستشو بود، اما پس از گذشت ۳۰ روز نگهداری در شرایط انجماد، اکسیداسیون چربی در روش تغییر pH با این‌که میزان چربی پایین‌تری را نسبت به شستشو داشت، افزایش یافت. این موضوع به‌دلیل بالا بودن ترکیبات اکسیداسیونی از جمله هموگلوبین در روش تغییر pH بود (Chen and Jaczynski, 2009). در مجموع به‌دلیل بالا بودن میزان چربی در سوریمی تهیه شده به روش شستشو روند اکسیداسیون در ماه دوم در این روش افزایش نسبتاً زیادی یافت و بیشتر از روش تغییر pH گردید و از ماه سوم به بعد با کاهش سطح اکسیداسیون در روش شستشو شاهد بودیم (Szczesniak, 1963). Kristinsson و Rasco (۲۰۰۳) آزمایشی را برروی سوریمی تهیه شده به دو روش معمول شستشو در آب ۴ درجه سانتی‌گراد و تغییر pH روی گربه‌ماهی، کفال و ماکرل برای سنجش میزان اکسیداسیون چربی انجام دادند. نتایج نشان داد که اکسیداسیون چربی به‌جز در ماکرل، در روش شستشو مقدار پایین تری را دارا است. همین طور میزان اکسیداسیون در روش تغییر pH بالاتر از روش دیگر گزارش گردید پژوهش‌های سایر محققان بر سوریمی حاصل از روش شستشو از ماهیانی نظیر کپور معمولی *Cyprinus carpio* و ماکرل *Scomber scomberus* (Hamann, 1979)، ساردین *Sardinops sagax caeula* (Fountoulakis *et al*., 2003) الگوی مشابهی با پژوهش حاضر دارد.

از دیگر شاخص های شیمیایی فساد ترکیبات ازته، شاخص TVB-N می‌باشد که شامل اندازه‌گیری کل بازهای فرار، تری‌متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، آمونیوم و دیگر ترکیبات مرتبط با فساد ماهی می‌باشد (Okada, 2005). این فساد با افزایش رهاسازی تری متیل‌آمین و ترکیبات آمونیاکی از پروتئین توسط فساد میکروبی ایجاد می‌گردد. (Lamsal, 2007). در مورد دلیل شیب نزولی سطح TVB-N می‌توان شستشوی ترکیبات دارای نیتروژن را حین تهیه سوریمی برشمرد (Moghaddam, 2004). هرچند با افزایش مدت نگهداری ماهیان در سردخانه، مقادیر TVB-N به تدریج افزایش می‌یابد اما این افزایش در طی انجماد از سرعت افزایشی بسیار کمتری در مقایسه با ماهیان نگهداری شده در شرایط سرد دارد. زیرا انجماد سبب توقف یا کاهش سرعت فعالیت بسیاری از میکروارگانیسم‌ها می‌شود و در نتیجه مانع از تجمع TVB-N می‌شود که با نتایج گزارش Okada (۲۰۰۵) همخوانی دارد. در روش تغییر pH میزان فساد میکروبی کاهش می‌یابد و افزایش TVB-N کندتر صورت می‌پذیرد. تهیه پروتئین ایزوله در تغییر pH موجب غیرفعال کردن فساد میکروارگانیسمی که عامل افزایش TVB-N هستند، می‌شود (Okada, 2005). در همین راستا، نشان داده شده است که میزان TVB-N تولید شده در سوریمی تهیه شده از فانوس ماهی در طی دورهٔ نگهداری افزایش می‌یابد (Moghaddam, 2004). سطح TVB-N در گوشت ماهی نباید بیشتر از ۳۵-۳۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم نمونه از آن باشد (Huss, 1988).

اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب در عضله به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در بررسی کیفیت گوشت ماهیان حین نگهداری مطرح می‌باشد. همچنین از آن‌جایی‌که تخریب پروتئین در هنگام نگهداری ماهی در شرایط انجماد می تواند موجب از دست رفتن توانایی نگهداری آب عضله در هنگام انجماد گردد، اندازه‌گیری آن به‌عنوان یکی از روش‌های مناسب جهت بررسی کیفیت ماهی در دوره نگهداری در مطالعه محققان مختلف استفاده شده است (Lamsal, 2007). در روش شستشو ظرفیت نگه‌داری آب بیش‌تر از گوشت چرخ شده و کمتر از ظرفیت نگه داری آب در روش تغییر pH می‌باشد (Moghaddam, 2004). این نتایج ممکن است ناشی از حذف بالاتر پروتئین‌های سارکوپلاسمیک در روش شستشو به روش تغییر pH باشد. عمل انجماد می‌تواند ظرفیت نگه‌داری آب را در عضله ماهی کاهش داده و حالت سفتی آن را افزایش دهد که بروز هر دوی این‌ها به‌واسطه تخریب پروتئین و از دست رفتن خاصیت انعطاف‌پذیری پروتئین میوفیبریل، تشکیل پیوندهای دی سولفید، افزایش خاصیت هیدروفوبی یا آب گریزی

در پروتئین عضله و تجمع پروتئین در طی دوره نگه-داری در شرایط انجماد رخ دهد که با نتایج این تحقیق تطابق دارد و با گذر زمان توانایی نگه‌داری آب کاهش یافته است (Folch, 1993). در خصوص ارتباط بین اکسیداسیون چربی و تجمع پروتئین و توانایی عضله در نگهداری آب بیان نمود که اکسیداسیون چربی می-تواند در توانایی عضله جهت نگهداری آب و تجمع پروتئین موثر باشد. بدین شرح که رادیکال‌های آزادی که در طی عمل اکسیداسیون چربی و محصولات نهایی اکسیداسیون چربی تولید می‌شود، می‌توانند با جداسازی اتم هیدروژن از هر گروه سولفید Sh- و یا از طریق ایجاد واکنش با زنجیره جانبی پروتئین سبب تجمع پروتئین و کاهش ظرفیت نگهداری آب در عضله گردند (Folch, 1993). در تحقیق حاضر کیفیت ماندگاری سوریمی‌های تولیدی براساس شاخص‌های TBA، TVB-N و WHC مورد بررسی قرار گرفت. شاخص TBA اکسیداسیون چربی برای روش شستشو بیشتر از روش تغییر pH بود. ظرفیت نگهداری آب در سوریمی تهیه شده به روش تغییر pH بالاتر بود که ویژگی‌های عملکردی آن را بالاتر می‌برد ولی در هر دو روش مورد مطالعه با گذشت زمان ظرفیت نگهداری آب کاهش یافته است. شاخص TVB-N در روش شستشو کمی بیشتر از تغییر pH بود، در مجموع شاخص‌های کیفیت مورد بررسی نشان می دهند که سوریمی ماهی کیلیکای معمولی تهیه شده به روش تغییر pH از کیفیت بالاتری در طی سه ماه نگهداری در سردخانه برخوردار است.

References

Bakar, J., Zakipour Rahimabadi, E., Che Man, Y., 2008. Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorous guttatus*). LWT - *Food Science and Technology* 41, 2144-2150.

Chen, Y.C., Jaczynski, J., 2007. Gelatin from whole Antarctic Krill (*Euphausia superba*) by isoelectric solubilization/ precipitation as affected by additives. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55(5), 1814-1822.

Chen, Y.C., Tou, J.C., Jaczynski, J., 2009. Amino acid and mineral composition of protein and other components and their recovery yields from whole Antarctic krill (*Euphausia superba*) using isoelectric solubilization and precipitation. *Journal of Food Science and Technology* 74(2), H31–H39.

Cheng, C.S., Hamann, D.D., Webb, N.B., Sidwell, V., 1979. Effects of species and storage time on minced fish gel texture. *Journal of Food Science and Technology* 1087-1092.

FAO, 2012. Year book of fishery statistics (Vol. 98.1and2). Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Folch, J., Lees, M., Sloan-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.

Fountoulakis, M., Lahm, H.W., 1998. Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins. *Journal of Chromatography A.* 826, 109-134.

Gehring, C.K., Gigliotti, J.C., Moritz, J.S., Tou, J.C., Jaczynski, J., 2011. Functional and nutritional characteristics of proteins and lipids recovered by isoelectric processing of fish *By-product*s and low-value fish – a review. *Journal of Food Chemistry* 124(2), 422-431.

Gigliotti, J.C., Jaczynski, J., Tou, J.C., 2008. Determination of the nutritional value, protein quality and safety of krill protein concentrate isolated using an isoelectric solubilization/ precipitation technique. *Journal of Food Chemistry* 111(1), 209-214.

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

Haliloglu, H.I., 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Journal of Food Chemistry* 86, 55-59.

Hamann, D., Webb, N.B., 1979. Sensory and instrumental evaluation of material properties of fish gels. *Journal of Texture Studies* 10, 117-121.

Hamann, D., MacDonald, G.A., 1992. Rheology and texture properties of surimi and surimi -based foods. In: T.C. Lanier and C. M. Lee, (Eds.), *Journal of Surimi Technology*. 429-500.

Hultin, H.O., Kelleher, S.D., 1999. Process for isolating a protein composition from a muscle fillets. *Journal of Food Science* 70, E477-483.

Hultin, H.O., Kelleher, S.D., 2000. High efficiency alkaline protein extraction. U.S. Patent No. 6,136,959.

Hultin, H.O., Kelleher, S.D., 2001. Process for isolating a protein composition from a muscle source and protein composition. *U.S. Patent No*. 6,288,216.

Hultin, H.O., Kelleher, S.D., 2002. Protein composition and process for isolating a protein composition from a muscle source. *U.S. Patent No*. 6,451,975.

Hultin, H.O., Kristinsson, H.G., Lanier, T.C., Park, J.W., 2005. Process for recovery of functional proteins by pH shift. In: J.W. Park (Ed.), Surimi and surimi seafood (2nd ed.). Boca Raton, USA: CRC Press. p. 107-140.

Kristinsson, H.G., Hultin, H.O., 2003. Changes in conformation and subunit assembly of cod myosin at low and high pH and after subsequent refolding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(24), 7187-7196.

Kristinsson, H.G., Liang, Y., 2006. Effect of pH-shift processing and surimi processing on Atlantic croaker (*Micropogonias undulates*) muscle proteins. *Journal of Food Science and Technology* 71, 304-312.

Kristinsson, H.G., Rasco, B.A., 2000. Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. *Journal of Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40(1), 43-81.

Lamsal, B.P., Jung, S., Johson, L.A., 2007. Rheological properties of soy protein hydrolysates obtained from limited enzymatic hydrolysis. *LWT – Food Science and Technology* 40, 1215-1223.

Lin, L., Park, J.W. 1995. Study of myofibrillar protein solubility during surimi processing: effects of washing cycles and ionic strength. Presented at the PFT Annual Meeting, Mazatlan, Mexico.

Mackie, D. 1993.The differentiation of myeloid Leukaemia cells. *British Journal of Haematology*, 4, 1-40.

Moghaddam, F., ZaliBoinee, H., 2004. An efficient and facile onestep synthesis of highly substituted thiophenes. *Tetrahedron* 60, 6085-6089.

Nolsoe, H., Undeland, I., 2009. The acid and alkaline solubilization process for the isolation of muscle proteins: State of the art. *Jornal of Food Bioprocess Technology* 2, 1-27.

Okada, M., 1990The history of surimi and surimi based product in Japan. In R.E. Martin and R.L. Collette, Eds. Engineered Seafood Including Surimi. Par Ridge, NJ: Noyes Data Corp.

Shimizu, Y., Toyohara, H., Lanier, T.C., 1992. Surimi production from fatty and dark-flesh fish species. In: Surimi Technology. , Lanier, T.C., Lee, C.M. (Eds.). Marcel Dekker, Inc. New York. p. 181-207.

Szczesniak, A.S., 1963. Development of standard rating scales formechanical parameters of texture and correlation between ejective and the sensory methods of texture evaluation. *J. Journal of Food Science and Technology* 28, 397-403.

Tahergorabi, R., Beamer, K.S., Matak, E.K., Jaczynski, J., 2012. Isoelectric solubilization/ precipitation as a means to recover protein isolate from striped bass (*Morone saxatilis*) and its physicochemical properties in a nutraceutical Seafood Product. *Jornal of Agricultural and Food Chemistry* 60, 5979-5987.

Tahergorabi, R., Sivanandan, L., Jaczynski J. 2012. Dynamic rheology and endothermic transitions of proteins recovered from chicken-meat processing *By-product*s using isoelectric solubilization/ precipitation and addition of TiO_2. *LWT – Food Science and Technology* 46(1), 148-155.

Taskaya, L., Chen, Y.C., Beamer, S., Jaczynski, J., 2009b. Texture and colour properties of proteins recovered from whole gutted silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) using isoelectric solubilization/ precipitation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89(2), 349-358.