[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]

Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

تولید سوریمی و پروتئین ایزوله از ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و بررسی تغییرات مؤلفه‌های رنگی و شیمیایی نمونه‌های ژل و پودر تولیدی از آنها

محسن آزادیان[۱]؛ مرضیه موسوی نسب*[۲] و علیرضا یوسفی[۳]

marzieh.moosavi-nasab@mail.mcgill.ca

۱ و۳- بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، کد پستی: ۷۱٤٤۱٦٥۱۸٦

۲- گروه پژوهشی فرآوری آبزیان و بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، کد پستی: ۷۱٤٤۱٦٥۱۸٦

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۰

چکیده

هدف از این تحقیق تولید پروتئین ایزوله و سوریمی از ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و بررسی خصوصیات رنگی و تغییرات شیمیایی ژل و پودر تولیدی از آن بود. پروتئین ایزوله ماهی با روش تغییر pH و با استفاده از pHهای اسیدی (۲/۵ و ۳/۵) و بازی (۱۱ و ۱۲) تولید گردید. برای تولید سوریمی از سه مرحله شستشو استفاده شد که در مرحله سوم شستشو از ۰/۲ درصد نمک طعام برای خروج بیشتر آب استفاده گردید. نتایج نشان دادند که بازده تولید پروتئین ایزوله ماهی بطور معنی‌داری بیشتر از سوریمی است و در بین پروتئین ایزوله ماهی، پروتئین ایزوله تولیدی توسط pHهای اسیدی بازده بالاتری را دارا می‌باشند. میزان بازیافت پروتئین محصول پروتئین ایزوله نسبت به سوریمی مقادیر بالاتری را نشان داد. تعیین مقدار چربی نمونه‌ها پس از تولید نشان داد که میزان چربی سوریمی بطور معنی‌داری کاهش کمتری را نسبت به پروتئین ایزوله دارد. بررسی و مقایسه خصوصیات رنگی (L، a و b) نمونه‌های ژل و پودر پروتئین ایزوله و سوریمی نشان داد که پروتئین ایزوله تولیدی با استفاده از pH معادل ۲/۵ دارای بالاترین میزان روشنی (پارامتر L) در بین تمام نمونه‌ها بود. این تحقیق نشان داد که بازده تولید محصول پروتئین ایزوله نسبت به سوریمی بالاتر بوده و همچنین میزان محتوای پروتئینی آن از سوریمی بیشتر است. همچنین کاهش بیشتر میزان چربی در نمونه‌های پروتئین ایزوله ماهی که می‌تواند منجر به افزایش ماندگاری و سلامت محصول گردد بعنوان یک مزیت در نظر گرفته می‌شود.

لغات کلیدی: ماهی کپور نقره‌ای، فرآوری، آنالیزهای رنگ‌سنجی و شیمیایی

*نویسنده مسئول

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]
Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

مقدمه

غذاهای دریایی بعلت کیفیت بالای پروتئینی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند. غذاهای دریایی دارای تمامی اسیدهای آمینه ضروری به مقدار و نسبت لازم می‌باشند (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). بنابر آمار سازمان خوار و بار جهانی، در سال ۲۰۰۷ میلادی ۳-۲ درصد از ماهی‌های صید شده در جهان برای تولید سوریمی و محصولات بر پایه آن مصرف شده است (Vidal-Giraud & Chateau, 2007). در راستای افزایش میزان تولید سوریمی در جهان، میزان تقاضا برای پروتئین ایزوله ماهی نیز افزایش یافته است (Shaviklo, 2006). با تبدیل ماهی‌های ارزان قیمت و کم مصرف به فرآورده‌های دارای ارزش افزوده مانند سوریمی و یا پروتئین ایزوله شده ماهی (Fish Protein Isolate)، نه تنها می‌توان ضایعات محصولات دریایی را به حداقل رسانید، بلکه از اتلاف منابع غنی پروتئینی نیز جلوگیری کرد. در ضمن بدین ترتیب کمک مؤثری به اقتصاد جامعه خواهد شد (سجادی، ۱۳۷۳). پروتئین ایزوله شده ماهی به روش تغییر pH، یک محصول حد واسط با ارزش تغذیه ای مناسب و قدرت تشکیل ژل بالاست. در تولید این نوع محصول از ۵ تا ۹ برابر آب اسیدی یا بازی شده (pH بالاتر از ۱۰/۵ یا پایین تر از ۳/۵) جهت انحلال پروتئین ها استفاده می گردد (Nelson *et al*., 2007; Park, 2005). پروتئین ایزوله شده و سوریمی، هر دو محصولات حد واسط هستند که در تولید فرآوری‌های دیگر استفاده می‌شوند، روشنی و سفیدی بافت آنها بسیار مهم می‌باشد و در رنگ محصولات ثانویه تهیه شده از آنها اثر می‌گذارد. روشن و سفید بودن این محصولات، این امکان را می‌دهد که بتوان رنگ محصول تهیه شده را به دلخواه تغییر داد (Park, 2005). رنگ محصول متاثر از عواملی چون وجود بافت تیره ماهیچه‌ای، خون و رنگیزه‌هایی چون ملانین است. ملانین می‌تواند از چشم، پوست یا خط سیاه دور شکم وارد بافت محصول شود (Hultin *et al*., 2005). در مطالعه‌ای Cortes-Ruis و همکاران (۲۰۰۱) رنگ گوشت چرخ شده ماهی ساردین، سوریمی ساردین و پروتئین ایزوله شده ماهی ساردین تهیه شده به روش اسیدی و محصول ژل تهیه شده از آن را مورد مطالعه و تحقیق قرار دادند. گوشت چرخ شده ساردین بصورت شسته نشده دارای رنگ قرمز-زرد تیره‌ای بود که دلیل آن وجود میوگلوبین در بافت ماهیچه‌ای و حضور هموگلوبین و رنگدانه‌های پوست در آن گزارش شد. بیشترین سفیدی مربوط به سوریمی تهیه شده به روش سنتی و ژل حاصل از آن و در درجه بعد مربوط به پروتئین ایزوله شده ماهی به روش اسیدی بود. Undeland و همکاران (۲۰۰۲) مطالعاتی روی رنگ پروتئین ایزوله شده از بافت ماهیچه‌ای روشن ماهی Herring انجام دادند. آنها بیشترین میزان پارامتر "L" (روشنی) و بیشترین میزان پارامتر "b" (زردی) را مربوط به محصول پروتئین ایزوله شده ماهی به روش بازی عنوان نمودند. در مطالعه‌ای Perez-Mateos و Lanier (۲۰۰۶) طی آزمایشات رنگ‌سنجی که در تهیه پروتئین ایزوله ماهی به روش تغییر pH و سوریمی از ماهی Menhaden انجام دادند، بیان کردند که بیشترین سفیدی بافت مربوط به سوریمی تهیه شده به روش سنتی و بعد از آن مربوط پروتئین ایزوله شده به روش بازی است. آنها نیز دلیل سفیدتر بودن بافت سوریمی را حذف میوگلوبین طی شستشو دانستند.

هدف از این تحقیق تولید سوریمی و پروتئین ایزوله از ماهی کپور نقره‌ای به روش تغییر pH و بررسی رنگ محصول در سیستم رنگ‌سنجی Hunter Lab بود. همچنین تغییرات فاکتورهای شیمیایی وابسته به تولید محصول مثل تغییر میزان چربی، پروتئین و خاکستر نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

بعد از خریداری ماهی کپور نقره‌ای تازه از بازار محلی و انتقال آن بصورت سرد به بخش صنایع غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، ماهی‌ها سر و باله زنی شده و پس از تمیز شدن بخوبی شسته شدند. بعد از آن ماهی‌ها بصورت فیله (با استخوان و پوست) درآورده شدند. سپس گوشت ماهی با صفحه ریز چرخ گوشت (۴ میلیمتر قطر) چرخ گردید. ظریف بودن بافت گوشت ماهی چرخ شده از این لحاظ مهم بود که پروتئین‌ها می‌بایست در آب اسیدی یا بازی شده حل شوند. برای این کار از ۶ برابر وزنی آب استفاده شد و پس از مخلوط کردن گوشت چرخ شده ماهی با آب، مخلوط هموژن گردید. سپس جهت انحلال پروتئین‌های ماهی در روش بازی، از pHهای ۱۱ و ۱۲ و در روش اسیدی از pHهای ۲/۵ و ۳/۵ استفاده شد و ۴ نوع محصول تهیه گردید. پس از انحلال کامل پروتئین‌ها، از سانتریفوژ با سرعت ۱۰۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه برای رسوب

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]
Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

و جداسازی مواد نامحلولی مانند پوست، استخوان، فلس و ناخالصی‌ها استفاده شد. بخش محلول که حاوی پروتئین‌ها و دیگر مواد محلول بود، جدا شد و pH آن به pH ایزوالکتریک پروتئین‌های ماهی (۵/۵) رسانده شد تا تمام پروتئین‌های ماهی، اعم از پروتئین‌های میوفیبریلار و همچنین پروتئین‌های سارکوپلاسمیک رسوب کردند. سپس از سانتریفیوژ (۱۰۰۰۰ دور) به مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی پروتئین‌ها که همان پروتئین ایزوله شده ماهی است، استفاده گردید. از آنجا که پروتئین‌ها در نقطه ایزوالکتریک بودند، با یک فشار مکانیکی بخش زیادی از آب موجود در آن خارج شد (Hultin *et al*., 2005). بعد از جداسازی آب اضافی نمونه‌ها با اعمال فشار مکانیکی، آنها را در کیسه‌های زیپ‌دار مخصوص قرار داده و در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

برای تهیه سوریمی بعد از خریداری ماهی کپور نقره‌ای تازه از بازار محلی شیراز و انتقال آن بصورت سرد به بخش صنایع غذایی، محتویات شکمی ماهی تخلیه و پوست و استخوان آن کاملاً جدا شد. سپس ماهی‌ها شسته شدند و گوشت خالص ماهی با شبکه ۴ میلیمتری چرخ گوشت، چرخ گردید. سپس سه مرتبه آن را با آب سرد شسته که در هر بار حجم آب مصرفی ۴ برابر وزن گوشت چرخی ماهی بود. در شستشوی مرحله سوم، ۰/۲ درصد کلرید سدیم برای خروج بهتر آب اضافه گردید. هر مرحله شستشو (خیساندن در آب) ۵ دقیقه طول کشید که طی این مدت، بطور دائم مخلوط گوشت چرخی ماهی و آب توسط همزن بهم زده شد و بعد از هر بار شستشو، مرحله آبگیری انجام شد. بدین صورت که مخلوط تهیه شده را در پارچه صافی ریخته و بعد از عبور آب از پارچه، آن قدر گوشت چرخی ماهی را با دست فشرده که همه آب آن خارج شود. در آبگیری مرحله آخر، بعد از فشردن گوشت چرخی ماهی با دست، یک وزنه سنگین را برای فشرده‌سازی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه روی گوشت چرخی ماهی گذاشته تا آب آن بطور کامل خارج شود. محصول بدست آمده در این مرحله، همان سوریمی خام می‌باشد (Shaviklo, 2000).

بازده تولید محصول با توجه به نسبت میزان گرم محصول تولیدی به میزان گرم ماده اولیه اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995).

میزان رطوبت با استفاده از خشک کردن در آون اندازه‌گیری شد. ابتدا ۵ گرم از نمونه وزن شد و در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد و سپس درصد رطوبت محاسبه گردید (AOAC, 1995).

ابتدا میزان گرم پروتئین موجود در محصولات و گوشت ماهی اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995). درصد بازیافت پروتئین توسط فرمول زیر اندازه‌گیری گردید:

$$\text{درصد بازیافت پروتئین} = \frac{\text{مقدار پروتئین موجود در محصول} \times ۱۰۰}{\text{مقدار پروتئین موجود در گوشت ماهی استفاده}}$$

میزان چربی با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995). بعد از استخراج چربی (با استفاده از حلال آلی هگزان و دستگاه سوکسله) درصد چربی محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری درصد کاهش چربی نمونه‌ها، ابتدا میزان چربی ماهی و همچنین محصولات تهیه شده توسط دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد. سپس درصد کاهش چربی توسط فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد کاهش چربی} = \frac{\text{مقدار چربی محصول - مقدار چربی ماهی استفاده شده} \times ۱۰۰}{\text{مقدار چربی ماهی استفاده شده}}$$

بدلیل اینکه پروتئین‌ها در pH نزدیک ایزوالکتریک خود بودند و تحت فشار حاصله به راحتی آب از دست می‌دادند لذا پر کردن تحت فشار نمونه‌های پروتئین ایزوله (با استفاده از سرنگ) درون پوشش مخصوص کار ساده‌ای نبود. به همین دلیل در ابتدا تحت فشار مکانیکی وارده بر پروتئین‌های ایزوله (در ابتدا درون پارچه و با فشار دست و سپس با قرار دادن وزنه ۱۰ کیلوگرمی روی آن) مقدار زیادی از رطوبت موجود در آن خارج گردید بطوریکه رطوبت نهایی نمونه حدود ۴۰ درصد گردید. برای یکسان کردن شرایط آزمایش برای تمام نمونه‌ها، با استفاده از آون تحت خلاء (دمای ۴۵ درجه سانتیگراد) رطوبت نمونه‌های سوریمی نیز به حدود ۴۰ درصد رسانیده شد. سپس ۳ درصد نمک به نمونه‌ها اضافه و کاملاً مخلوط گردید. مخلوط هموژن در پوشش‌های مخصوص بسته‌بندی سوسیس پر شده و دو انتهای آن کاملا بسته شد و به مدت یک ساعت در یخچال قرار گرفت. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در آب با دمای ۸۵ درجه سانتیگراد حرارت‌دهی شد. پس از اتمام مرحله حرارت‌دهی، دمای نمونه توسط آب سرد پایین آورده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]
Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

برای تهیه پودر از پروتئین ایزوله شده ماهی و سوریمی، آب موجود در نمونه‌های تهیه شده، خارج گردید. برای این کار ابتدا نمونه‌ها منجمد شدند تا آب موجود در آنها به کریستال‌های یخ تبدیل شود. سپس نمونه‌ها از بسته‌بندی مخصوص خارج گردیدند و درون پلیت‌های تمیز قرار گرفته و با استفاده از دستگاه خشک کن انجمادی و محاسبه میزان رطوبت براساس تغییرات وزن، تا رطوبت نهایی ۵ درصد خشک شدند. سپس نمونه‌های خشک شده به خوبی آسیاب و به پودر تبدیل شدند. نمونه‌ها پس از بسته‌بندی در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

ارزیابی رنگ بااستفاده از روش اصلاح شده Yam و Papadakis (۲۰۰۴) انجام شد. برای ارزیابی رنگ، نمونه‌های منجمد به مدت ۸ ساعت در یخچال قرار داده شدند تا از حالت انجماد خارج گردند. سپس نمونه ها در جعبه مکعب شکل با دیواره های سفید با ابعاد ۵۰ سانتیمتر قرار داده شدند. درون جعبه از یک لامپ فلورسنت کم مصرف با توان ۲۰ وات با نور سفید استفاده گردید. توزیع نور درون جعبه کاملا یکنواخت بود. عکسبرداری توسط یک دوربین دیجیتالی با وضوح تصویر ۵ مگاپیکسل، با فاصله ۳۰ سانتیمتری و عمود بر آن درون جعبه انجام گردید. سپس تصاویر بدست آمده به نرم‌افزار فتوشاپ منتقل شد و مولفه‌های رنگ (L، a و b) آنها به دست آمد. مولفه رنگ L بیانگر روشنی (Lightness)، مولفه رنگ a نشان دهنده میزان سبزی و قرمزی (Redness-Greeness) و مولفه رنگ b نشانگر میزان آبی و زردی (Yellowness-Blueness) می‌باشد. سپس این مولفه‌های رنگ برای آنالیز آماری استفاده شدند.

برای انجام آنالیز داده‌ها و بررسی اطلاعات بدست آمده از آزمایش‌های مختلف، از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. به منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد (حداقل سه تکرار برای هر آزمایش)، پس از آنالیز واریانس، از آزمون دانکن استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۳ استفاده شد.

نتایج

بازده تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی و سوریمی در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که نتایج این جدول نشان می‌دهد بیشترین بازده تولید، مربوط به پروتئین ایزوله شده ماهی به روش اسیدی بود. بازده تولید پروتئین ایزوله شده ماهی به روش اسیدی بطور معنی‌داری از پروتئین ایزوله شده ماهی به روش بازی بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). همچنین بازده تولید پروتئین ایزوله شده ماهی به هر دو روش اسیدی و بازی، بطور معنی‌داری از بازده تولید سوریمی به روش شستشو بیشتر بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۱: میانگین (± انحراف استاندارد) بازده تولید نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی و سوریمی

نمونه	pH	بازده (درصد)
FPI*	۲/۵	۸۶/۵۶ ^{c}±۲/۳۰
FPI	۳/۵	۸۵/۱۶ ^{c}±۲/۸۱
FPI	۱۱	۷۸/۳۰ ^{b}±۱/۰۵
FPI	۱۲	۷۷/۳۳ ^{b}±۱/۴۸
سوریمی (کنترل)		۵۸/۴۶ ^{a}±۱/۹۷

*** حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P<۰/۰۵$).**

***پروتئین ایزوله ماهی** (Fish Protein Isolate).

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]

Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

درصد رطوبت نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی با تیمار pHهای مختلف و سوریمی تهیه شده به روش سنتی در جدول ۲ آمده است. همانطور که نتایج این جدول نشان می‌دهد، رطوبت نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی بطور معنی‌داری از سوریمی بیشتر بود (P<۰/۰۵). در میان نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، نمونه‌های تهیه شده به روش اسیدی، بخصوص نمونه تهیه شده در pH معادل ۳/۵، بطور معنی‌داری دارای رطوبت بیشتری بود (P<۰/۰۵).

نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، به هر دو روش اسیدی و بازی، نسبت به سوریمی دارای بازده بازیافت پروتئین بیشتری می‌باشند (P<۰/۰۵). در بین نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، نمونه تهیه شده به روش اسیدی دارای بازده بازیافت پروتئین بالاتری نسبت به روش بازی است (جدول ۳).

جدول ۲: میانگین (± انحراف استاندارد) میزان رطوبت نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی و سوریمی

نمونه	pH	بازده (درصد)
FPI	۲/۵	۸۳/۱۲ ^{cd}±۰/۳۲
FPI	۳/۵	۸٤/۵۲ ^{d}±۰/۷٤
FPI	۱۱	۸۲/۱۵ ^{c}±۰/۲۸
FPI	۱۲	۸۰/۵٤ ^{b}±۰/۲۵
سوریمی (کنترل)		۷۷/۹۵ ^{a}±۰/ ٤۱

*** حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد(P<۰/۰۵).**

جدول ۳: میانگین (± انحراف استاندارد) درصد بازیافت پروتئین نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی و سوریمی

نمونه	pH	بازده (درصد)
FPI	۲/۵	۷۳/۷۵ ^{d} ±۲/۸۰
FPI	۳/۵	۷٤/۹۰ ^{d}±۱/۰٤
FPI	۱۱	٦۷/۹۲ ^{c} ±۲/۱۹
FPI	۱۲	٦۲/۸٦ ^{b}±۱/۸۲
سوریمی (کنترل)		٥٦/۳٦ ^{a}±۱/۵۹

*** حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).**

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]
Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

بیشترین میزان کاهش چربی در نمونه پروتئین ایزوله شده به روش بازی و با استفاده از pH معادل ۱۲ مشاهده شد (جدول ۴). این در صورتی بود که کمترین میزان کاهش چربی در سوریمی تهیه شده به روش شستشو مشاهده گردید. در بین نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، نمونه‌های تهیه شده به روش بازی نسبت به نمونه‌های تهیه شده به روش اسیدی چربی کمتری داشتند. در کل، کمترین میزان چربی را نمونه پروتئین ایزوله شده ماهی تولید شده با استفاده از pH معادل ۱۲ داشت (۶۹/۸۳ درصد کاهش چربی) (P<۰/۰۵).

فاکتورهای رنگ (L، a و b) در نمونه‌های ژل سوریمی و پروتئین‌های ایزوله شده ماهی و همچنین پودر سوریمی و پروتئین ایزوله شده ماهی پس از تولید اندازه‌گیری و با هم مقایسه شدند (جداول ۵ و ۶). پارامتر رنگ L، که مشخصه روشنایی محصول است، در ژل سوریمی بطور معنی‌داری از نمونه‌های ژل پروتئین ایزوله شده ماهی بیشتر بود (P<۰/۰۵). در بین نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، نمونه‌های تهیه شده به روش اسیدی دارای بافت روشن‌تری نسبت به نمونه‌های تهیه شده به روش بازی بودند. میزان پارامتر رنگ a، در نمونه ژل سوریمی به طور معنی داری از پارامتر رنگ a نمونه‌های ژل پروتئین ایزوله شده ماهی کمتر بود (P<۰/۰۵). پارامتر رنگ a شاخص تمایل قرمزی – سبزی نمونه می‌باشد. به این معنا که هر چه پارامتر رنگ a بیشتر باشد، رنگ نمونه قرمزتر است. قرمز بودن نمونه‌ها با وجود رنگیزه‌هایی مانند هموگلوبین در محصول مرتبط است. پروتئین ایزوله شده ماهی تهیه شده در pH معادل ۳/۵، دارای کمترین مقدار پارامتر رنگی b بود، در حالیکه بین دیگر نمونه‌های تولیدی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).

پارامتر رنگ L، که مشخصه رنگ روشن محصول است، در پودر سوریمی بطور معنی‌داری از پودر نمونه‌های ژل پروتئین ایزوله شده ماهی بیشتر بود (جدول ۶)(P<۰/۰۵). در بین نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، نمونه‌های تهیه شده به روش اسیدی دارای رنگ روشن‌تری نسبت به نمونه‌های تهیه شده به روش بازی بودند. میزان پارامتر رنگ a، در نمونه پودر سوریمی بطور معنی‌داری از پارامتر رنگ a نمونه‌های ژل پروتئین ایزوله شده ماهی کمتر بود (P<۰/۰۵). در بین نمونه‌های پودر پروتئین ایزوله ماهی، نمونه‌های تهیه شده در pH معادل ۱۲، دارای کمترین و نمونه تهیه شده در pH معادل ۲/۵ دارای بیشترین میزان پارامتر رنگی b بود.

جدول ٤: میانگین (± انحراف استاندارد) کاهش چربی نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی و سوریمی در تولید

نمونه	pH	بازده (درصد)
FPI	۲/۵	۵۷/۳۱ ^{b}±٤/۳۱
FPI	۳/۵	٦۰/۷۷ ^{b}±۰/۹۸
FPI	۱۱	٦۵/٦٤ ^{c}±۳/۵٤
FPI	۱۲	٦۹/۸۳ ^{c}±۰/۲۱
سوریمی (کنترل)		۱۲/۷۷ ^{a}±۰/۵۳

*** حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).**

جدول ۵: میانگین (± انحراف استاندارد) پارامتر "L, a, b" نمونه‌های ژل پروتئین ایزوله شده ماهی و ژل سوریمی در زمان صفر

نمونه	pH	پارامتر رنگ "L"	پارامتر رنگ "a"	پارامتر رنگ "b"
FPI	۲/۵	۷۱/۱۰ ^{c}±۰/٦۹	-۳/ ۹۳ ^{a}±۰/٤۰	۲۵/۰۳ ^{b}±۱/۷۸
FPI	۳/۵	٦۵/ ۲٦ ^{b}±۲/٤	-۵/۰۳ ^{a}±۱/٤۵	۱٤/۲۳ ^{a}±۳/۲۳
FPI	۱۱	٦۲/ ۵۳ ^{ab}±۱/۷	-٤/ ۵۳ ^{a}±۰/۹۵	۲۵/۵٦ ^{b}±۱/۰۰
FPI	۱۲	۵۹/ ۹۰ ^{a}±۱/۵۳	-۳/۳٦ ^{a}±۰/۱۱	۲٤/۱۳ ^{b}±۱/۹۵
ژل سوریمی (کنترل)		۷۳/ ٤۳ ^{c}±۱/۱۰	-۸/۵۰ ^{b}±۱/۳۲	۲۳/۸۰ ^{b}±۱/۰٤

*** حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).**

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]

Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

جدول ٦: میزان میانگین (± انحراف استاندارد) پارامترهای "L, a, b" نمونه‌های پودر پروتئین ایزوله شده ماهی و پودر سوریمی

نمونه	pH	پارامتر رنگ "L"	پارامتر رنگ "a"	پارامتر رنگ "b"
FPI	۲/۵	٦٥/٧٣ ^{b}±۰/٥١	-٤/ ٢٦ ^{a}±۰/٢٥	٣٩/٨٠ ^{c}±١/٣٠
FPI	۳/۵	٦٢/۰٣ ^{b}±١/٥٥	-٤/٦۰ ^{a}±۰/٣٦	٣٤/ ١٣ ^{b}±١/٥٥
FPI	۱۱	٥٦/٤٦ ^{a}±٤/١۰	-٦/ ٣٣ ^{b}±۰/٢٨	٣۰/٥۰ ^{b}±١/٦٥
FPI	۱۲	٥١/ ٧۰ ^{a}±٤/٨٨	-٧/٣٣ ^{b}±١/٨٩	٢١/١٣ ^{a}± ١/٧٩
ژل سوریمی (کنترل)		٨۰/٨۰ ^{c}±١/٣۰	-٨/٩٣ ^{c}±۰/٦۰	٢٣/٨۰ ^{a}±۰/٥٦

*** حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰٥).**

بحث

در تحقیق حاضر، بازده تولید پروتئین ایزوله ماهی به روش بازی کمتر از روش اسیدی بود. دلیل کاهش بازده تولید در روش بازی می‌تواند به علت افزایش ناگهانی غلظت مخلوط پروتئینی در اثر اعمال pHهای بالا باشد که این امر سبب تشکیل یک لایه پروتئینی روی رسوب ناخالصی‌ها می‌گردد (Park, 2005). این مسأله در پایان سانتریفیوژ مرحله اول مشاهده گردید. دلیل بالاتر بودن میزان بازده تولید پروتئین ایزوله ماهی نسبت به سوریمی این است که در تولید سوریمی به روش سنتی، پروتئین‌های سارکو پلاسمی و نیز مقداری پروتئین‌های میوفیبریلار از طریق شستشو حذف می‌شوند، در حالیکه در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی به روش تغییر pH، پروتئین‌های سارکو پلاسمی حذف نمی‌شوند و مراحل پر تنش شستشو که باعث حذف برخی از پروتئین‌های میوفیبریلار می‌شود، وجود ندارد (Shaviklo, 2006).

علت بیشتر بودن رطوبت نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی نسبت به سوریمی را می‌توان به بالاتر بودن میزان پروتئین در آن ربط داد. وجود گروه‌های فعال در ساختار پروتئین‌ها باعث جذب و نگهداری بیشتر آب می‌گردد. علت کاهش رطوبت نمونه پروتئین ایزوله ماهی در pH بالا این است که تغییرات ساختاری پروتئین ماهی و واسرشته شدن آن در pHهای خیلی بالا (۱۲،pH) می‌تواند در عملکرد ساختار پروتئین در نگهداری آب اختلال ایجاد کند. نتایجی مشابه از مطالعه Chen و Jaczynski (۲۰۰۷) در مورد نمونه پروتئین ایزوله ماهی قزلآلای رنگین کمان گزارش شد.

دلیل کمتر بودن بازیافت پروتئین در محصول سوریمی نسبت به پروتئین ایزوله ماهی این است که در تهیه سوریمی پروتئین‌های سارکوپلاسمی از طریق شستشو حذف می‌شوند، در حالیکه این عمل در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی رخ نداده و تمام انواع پروتئین‌ها قابل بازیافت می‌باشند. علت بالاتر بودن بازده بازیافت پروتئین در محصول پروتئین ایزوله ماهی تولیدی به روش pH اسیدی نسبت به pH بازی این است که در pH های بالا، بعد از سانتریفیوژ مرحله اول، یک لایه پروتئین نامحلول روی لایه ته نشین شده ی ناخالصی ها قرار گرفته و حذف شدند. این موضوع به دلیل بالا رفتن ویسکوزیته محلول در pHهای بالا می‌باشد (Park, 2005). در تحقیقی Undeland و همکاران (۲۰۰۲) در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی Herring، به نتایج مشابهی دست یافتند.

دلیل بالاتر بودن میزان کاهش چربی در نمونه‌های پروتئین ایزوله ماهی نسبت به سوریمی، در روش تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی و حذف چربی‌ها در پایان سانتریفیوژ مرحله نخست است. شکسته شدن چربی‌ها و انحلال بیشتر آن در آب می‌تواند دلیلی بر کاهش جداسازی چربی‌ها با استفاده از روش اسیدی در مقایسه با روش بازی باشد. Undeland و همکاران (۲۰۰۲) ، طی تحقیقاتی در زمینه تهیه پروتئین ایزوله شده از ماهی Herring، به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی که به روش بازی تهیه شده بودند نسبت به نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی که به روش اسیدی تهیه شدند، دارای میزان چربی کمتری بودند. بدین معنا که در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی به روش بازی، میزان بیشتری چربی حذف می‌شود. استفاده از سانتریفیوژ جهت خارج سازی چربی‌های موجود در ماهی، یک مزیت در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی به روش تغییر pH محسوب می‌گردد.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]
Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

Kristinsson و Liang (۲۰۰۶) و همچنین Chen و Janczi Janczyski (۲۰۰۷) نتایجی مشابه را گزارش کردند.

دلیل روشن‌تر بودن رنگ نمونه ژل و پودر سوریمی (بالاتر بودن پارامتر L) نسبت به نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، استفاده از ۳ مرحله شستشو در تهیه سوریمی به روش سنتی بود. این در صورتی بود که در تهیه پروتئین ایزوله شده ماهی از مرحله شستشو استفاده نشد. بدلیل اینکه شرایط اسیدی سبب تجزیه رنگیزه‌هایی مانند هموگلوبین می‌شود، این امر سبب می‌گردد تا نمونه‌های ژل و پودر پروتئین ایزوله تهیه شده به روش اسیدی دارای رنگ روشن‌تری باشند. نمونه‌های پودر و ژل سوریمی نسبت به نمونه‌های پروتئین ایزوله شده ماهی، دارای قرمزی رنگ کمتری بودند (پارامتر a) که این امر می‌تواند بدلیل استفاده از ۳ مرحله شستشو در فرآیند تولید سوریمی به روش سنتی باشد (Hultin *et al*., 2005).

هدف از این تحقیق تولید سوریمی و پروتئین ایزوله ماهی از ماهی کپور نقره‌ای و بررسی برخی خصوصیات مربوط به تولید این نمونه‌ها بود. به دلیل اینکه می‌توان از ماهی‌های کم مصرف و ضایعات ماهی پروتئین‌هایی با ارزش تغذیه‌ای بالا ایزوله کرده و در تولید محصولات غذایی از آن استفاده نمود، این تحقیق می‌تواند بسیار حائظ اهمیت باشد.

از مهمترین پیشنهادات برای تحقیقات آینده می‌توان به استفاده گسترده‌تر از پروتئین ایزوله شده ماهی در تهیه محصولات متنوع دیگر مانند سوسیس و کالباس، کیک ماهی، رشته ماهی، برگر ماهی و استفاده از پودر پروتئین ایزوله شده ماهی در فرمولاسیون اسنک‌های مختلفی مانند پفک، چیپس و بستنی اشاره کرد. از سوی دیگر می‌توان اثر استفاده از پودر پروتئین ایزوله شده ماهی در بالا بردن خواص عملکردی مانند قوام و ویسکوزیته محصولات دیگر را مورد بررسی قرار داد.

منابع

رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۰. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی. انتشارات نقش مهر، تهران، ۲۵ صفحه.

سجادی، م. و شویک لو، غ.، ۱۳۷۳. بررسی تولید خمیر و فرآورده‌های خمیر ماهی. انتشارات مهر، تهران، صفحات ۱تا ۲۴.

AOAC, 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Chen Y.C. and Jaczynski J., 2007. Protein recovery from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processing byproducts via isoelectric solubilization/precipitation and its gelation properties as affected by functional additives. Journal of Agricultural Food Chemistry, 55:9079–9088.

Cortes-Ruis J.A., Pacheco-Aguilar R., Garcia-Sanchez G. and Lugo-Sanches M.E., 2001. Functional characterization of a protein concentrate from bristly sardine made under acidic conditions. Journal of Aquatic Food Product Technology, 10:5–23.

Hultin H.O., Kristinsson H.G., Lanier T.C. and Park J.W., 2005. Process for recovery of functional proteins by pH shifts. *In:* (Parck J. ed), surimi and surimi Sea Food, Boca Raton: Taylor and Francis Group, pp.107-139.

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

Nelson H., Imer S. and Hultin H.O., 2007. Study of how phase separation by filtration instead of centrifugation affects protein yield and gel quality during an alkaline solubilization process. Journal of Food Science and Technology, 42:139–147.

Park J.W., 2005. Surimi sea food: Products, markets, and manufacturing. *In:* (Parck J. ed) surimi and surimi Seafood, Boca Raton: Taylor and Francis Group, pp.375-434.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]
Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

Perez-Mateos M. and Lanier T., 2006. Comparison of Atlantic menhaden gels from surimi processed by acid or alkaline solubilization. Food Chemistry, 101:1223–1229.

Shaviklo G.R., 2006. Quality assessment of fish protein isolates using surimi standard methods, Fisheries Training Programmed, pp.6-34.

Shaviklo G.R., 2000. Production manual of surimi and surimi based products. Naghsh-e Mehr publication. Tehran. [In Persian].

Undeland I., Kelleher S.D. and Hultin H.O., 2002. Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. Journal of Agricultural Food Chemistry, 50:7371–7379.

Vidal-Giraud B. and Chateau V., 2007. World surimi market. Globefish Research Programmed, Vol. 89.

Yam K.L. and Papadakis S.E., 2004. A simple digital imaging methods for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering, 61:137-142.

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110002]

Downloaded from isfj.ir at 9:40 +0330 on Tuesday November 28th 2017

Production of protein isolate and surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and survey their gel and powder colorimetric and chemical parameters

Azadian M.[(1)]; Moosavi-Nasab M.*[(2)] and Yousefi A.R.[(3)]

marzieh.moosavi-nasab@mail.mcgill.ca

1,3- Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Zip code: 7144165186 Shiraz, Iran

2- Seafood Processing Research Group, Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Zip code: 7144165186 Shiraz, Iran

Received: February 2011 Accepted: October 2011

Keywords: Silver carp, Processing, Surimi, Colorimetric and Chemical analyses

Abstract

The purpose of this study was production of fish protein isolate and surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)* and survey of color characteristics as well as chemical changes of gel and powders of those products. In this research, proteins were isolated using pH shifts method. Acidic pH (2.5 and 3.5) and basic pH (11 and 12) were used to produce fish protein isolate. Three steps of washing cycles were used for surimi production, and in the third step 0.2% NaCl was used for more dehydration. Results showed that the product efficiency for fish protein isolate was significantly more than the surimi. Furthermore, the produced fish protein isolate using acidic pH had the highest production efficiency amongst the samples. As a result, fish protein isolate had more recovery protein content compared to surimi. Determination of fat content of the samples showed that surimi contained significantly lower reduction in fat compared to fish protein isolate. Investigation and comparison of color characteristics (L, a, b) attributed to gel and powder forms of the samples demonstrated that the produced fish protein isolate using pH 2.5 had the most intense lightness (L parameter) amongst the other samples. This study clearly showed that the production efficiency of fish protein isolate was higher than surimi. In addition, due to the process of surimi production, fish protein isolate had more protein content. The higher reduction of fat content of fish protein isolate can be considered as an advantage because of possible increase in durability and safety of the products.

*Corresponding author