نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دوازدهم، شماره اول، ۹۹
۱۷-۳۴
http://ejfpp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejfpp.2020.13672.1442

استفاده از هیدرولیزشده‌های بدست آمده از میگو بر خواص شیمیایی، میکروبی و بافتی سوریمی کپور نقره‌ای

نازنین شریفی[۱]، لاله رومیانی[۲*]

[۱]گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
[۲]گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶

چکیده

سابقه و هدف: پروتئین هیدرولیز شده از طریق شکستن پروتئین به پپتیدها توسط واکنش‌های آنزیمی و یا شیمیایی بدست می‌آید. در دوره نگهداری، بافت آبزیان دچار اکسایش چربی و از بین رفتن پروتئین می‌شود که با بو و طعم بد همراه بوده و شاخص‌های کیفی بافت را تحت تاثیر قرار می‌دهند. لذا اگر بتوان با افزودن پروتئین هیدرولیز شده، سوریمی را در دمای یخچال تا مدت‌های طولانی به صورت تازه نگه داشت، می‌توان ماندگاری این محصول را افزایش داد. از این رو، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر هیدرولیزشده‌های بدست آمده از میگو بر تغییرات شیمیایی، میکروبی و بافتی سوریمی کپور نقره‌ای انجام شده است.

مواد و روش‌ها: ماهی کپور نقره‌ای توسط دستگاه استخوان‌گیر با قطر منفذ استوانه ۲ میلی متری به گوشت چرخ کرده بدون استخوان تبدیل شد. سپس گوشت چرخ کرده بدون استخوان سه مرتبه با آب سرد شسته شد. در هر بار، حجم آب مصرفی ۴ برابر وزن گوشت چرخ کرده بود (۴:۱). در سومین مرحله از شستشو، ۰/۲ درصد کلرید سدیم اضافه گردید. در آبگیری مرحله آخر بعد از فشردن گوشت چرخی ماهی با دست، یک وزنه سنگین را برای فشرده سازی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه روی گوشت چرخی ماهی گذاشته تا آب آن به طور کامل خارج شود. برای آماده سازی هیدرولیزهای بدست آمده از میگو، ۲۵۰ گرم میگوی صید شده از شهر هندیجان، پوست‌گیری و آب پز شده، به وسیله آنزیم آلکالاز مورد هیدرولیز قرار گرفت. هیدرولیزهای بدست آمده از میگو در سطوح شاهد، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به سوریمی اضافه شد. در این پژوهش شاخص میکروبی، شاخص‌های بیوشیمیایی و سنجش بافت و رنگ به مدت پانزده روز در دمای یخچال انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که هیدرولیزشده‌های بدست آمده از میگو، دارای اثرات بازدارندگی بر رشد میکروب‌ها بوده و در هیچ یک از روزها میزان بار میکروبی از حد مجاز (10^7 Log cfu/g) عبور نکرد. میزان بار میکروبی در تیمارها در روز صفر در مقایسه با روز پانزدهم، افزایش معنی‌دار داشت. pH در طول دوره در تمام تیمارها روند افزایشی نشان داد. میزان اسیدهای چرب آزاد (FFA)، با گذشت زمان بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P<0/05$). بالاترین مقدار این شاخص با اختلاف معنی‌دار نسبت به روز پانزدهم در تیمار شاهد (۰/۰۳±۴/۲۵ درصد) مشاهده شد. در تمامی تیمارها میزان پراکسید از سطح مجاز (۲۰-۱۰ میلی‌اکی والان در کیلوگرم) بالاتر نرفت. در تیمارهای شاهد و ۰/۵ درصد، میزان اسیدهای چرب فرار از (۰/۰۰۴±۰/۴) به (۰/۰۳±۴/۲۵) درصد در پایان دوره افزایش یافت، در حالیکه در سایر تیمارها این افزایش روند کندتری داشت. کمترین مقدار اسید تیوباربیتوریک در تیمار ۲ درصد اندازه‌گیری شد. بالاترین مقدار این شاخص نسبت به روز صفر در روز

*مسئول مکاتبه: l.roomiani@yahoo.com

پانزدهم و در تیمار شاهد (۰/۰۰۴±۴/۵۵) اندازه‌گیری شد. میزان ازت فرار با گذشت زمان بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). کمترین مقدار این شاخص در روز صفر و بالاترین مقدار این شاخص با اختلاف معنی‌دار نسبت به روز صفر، به روز پانزدهم و تیمار شاهد (۱/۵±۶۳/۸۵) تعلق داشت. همچنین پروتئین هیدرولیز شده بر ویژگی‌های بافتی سوریمی تاثیر گذاشت. در نتایج بدست آمده از تحلیل رنگ، شاخص‌های روشنایی (L) و قرمزی (b) کاهش و شاخص زردی (a) افزایش داشتند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، تیمار ۲ درصد هیدرولیزهای بدست آمده از میگو، توانست تا ۱۲ روز ماندگاری سوریمی کپور نقره‌ای را حفظ کند.

واژه‌های کلیدی: سوریمی کپور نقره‌ای، هیدرولیزهای بدست آمده از میگو، آنزیم آلکالاز، عمر ماندگاری، ارزیابی شیمیایی و میکروبی.

مقدمه

فرآیند هیدرولیز روشی موثر برای جداسازی پپتیدهای زیست فعال از پروتئین است. پروتئین هیدرولیز شده از طریق شکستن پروتئین به پپتیدها توسط واکنش‌های آنزیمی و یا شیمیایی بدست می‌آید. البته فرآیندهای زیستی بر پایه استفاده از آنزیم در مقایسه با فرآیندهای شیمیایی به دلیل شرایط مناسب‌تر و قابلیت کنترل بیشتر، استفاده می‌شوند (۱۷). ویژگی‌ها و ارزش غذایی پروتئین هیدرولیز شده آبزیان مانند ماهیان و سخت‌پوستان با استفاده از آنزیم‌های پروتئازی به عوامل زیادی از جمله گونه آبزی، نوع و مقدار آنزیم مورد استفاده، دما، pH، درجه هیدرولیز و زمان هیدرولیز بستگی دارد (۲). همچنین نوع ماده اولیه بر ویژگی‌های پروتئین هیدرولیز شده تاثیر می‌گذارد. بسترهای پروتئینی (سوبسترا) مختلف سبب تولید انواع مختلفی از پروتئین‌های هیدرولیز شده با ویژگی‌های تغذیه‌ای و فراسودمندی مختلف می‌شوند. از این رو، با به کار بردن آنزیم‌های مختلف از لحاظ درجه هیدرولیز، بازیافت نیتروژنی و ترکیب اسیدهای آمینه می‌توان پروتئین‌های هیدرولیز شده مختلف تهیه نمود (۱۷). با توجه به نیاز روزافزون جامعه به تغذیه از آبزیان به عنوان غذای سلامتی بخش و برای رو آوردن افراد به سوی فرآورده‌های جدید، تهیه فرآورده‌های نوین بیشتر از سایر محصولات شیلاتی مد نظر واقع شده است. در شرایط انجماد، ترکیبات موجود در بافت ماهی دچار اکسایش چربی و تخریب پروتئین می‌شوند که با بو و طعم بد همراه است و شاخص‌های کیفی بافت را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲۵). لذا اگر بتوان با افزودن پروتئین هیدرولیز شده، سوریمی را در دمای یخچال و تازه مصرف کرد، نتیجه کار بهتر خواهد بود. اینتراسریس وات و همکاران (۲۰۱۴)، تاثیر مثبت پروتئین هیدرولیز شده را بر روی پایداری و محتوی سوسیس بدست آمده از گربه ماهی و تن گزارش نمودند (۸). کاولهریو و همکاران (۲۰۱۴) قابلیت ایجاد پایداری و چسبندگی گوشت جوجه و پروتئین هیدرولیز شده را در سوسیس مورتادلا مورد بررسی قرار دادند و عنوان کردند که پروتئین هیدرولیز شده ضمن ایجاد کیفیت بالاتر در سوسیس، پایداری بالاتری را نیز در محصول ایجاد می‌کند (۵). با توجه به مطالب ذکر شده در این تحقیق، خواص شیمیایی، میکروبی و بافتی سوریمی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) تحت

تاثیر افزودن هیدرولیزهای بدست آمده از میگو مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی کپور نقره‌ای: تعدادی نمونه ماهی کپور نقره‌ای از استخر پرورش ماهی تهیه گردید و با یخ‌گذاری درون ظروف عایق به آزمایشگاه حمل گردید. بلافاصله ماهی‌ها شستشو، سر و دم زنی و به روش دستی فیله گردیده و سپس مجدداً شستشو شدند. فیله‌ها توسط دستگاه استخوان گیر با قطر منفذ استوانه ۲ میلی‌متری به گوشت چرخ کرده بدون استخوان تبدیل گردید. سپس گوشت چرخ کرده بدون استخوان سه مرتبه با آب سرد شسته شد. در هر بار، حجم آب مصرفی ۴ برابر وزن گوشت چرخ کرده، بود (نسبت ۴:۱). در شستشوی مرحله سوم ، ۰/۲ درصد کلرید سدیم برای خروج بهتر آب اضافه شد و هر مرحله شستشو (خیساندن در آب) ۵ دقیقه طول کشید و بعد از هر بار شستشو، مرحله آبگیری انجام شد. در آبگیری مرحله آخر بعد از فشردن گوشت چرخی ماهی با دست، یک وزنه سنگین را برای فشرده سازی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه روی گوشت چرخی ماهی گذاشته تا آب آن به طور کامل خارج شود. محصول بدست آمده در این مرحله همان سوریمی خام است (۲۲).

آماده‌سازی هیدرولیزهای بدست آمده از میگو: برای آماده‌سازی هیدرولیزهای بدست آمده از میگو، ۲۵۰ گرم میگوی سفید سرتیز (بومی استان خوزستان) صید شده از شهر هندیجان، پوست‌گیری و آب پزشده، به وسیله آنزیم آلکالاز با فعالیت آنزیمی ۳۵ AU/KG و چگالی ۱/۱۸ g/mL در دمای ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد و pH= ۸ برای مدت ۳ ساعت مورد هیدرولیز (۱۱) قرار گرفت. در انتهای آزمایش، مخلوط بدست آمده را در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده تا آنزیم پروتئاز غیرفعال شود. مایع حاصل در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید (۱۱). میگوی هیدرولیز شده در سطوح بدون میگوی هیدرولیز شده (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به سوریمی (w/w) اضافه و ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی، رنگ و بافت نمونه‌های سوریمی در روز صفر، سوم، ششم، نهم، دوازدهم و پانزدهم در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند.

سنجش pH: برای اندازه‌گیری pH، ۵ گرم از هر یک از نمونه‌ها پس از آماده نمودن به همراه ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری توسط همزن برقی به طور کامل هموژن گردید و pH نمونه‌ها با دستگاه pH متر دیجیتالی اندازه‌گیری شد (۷، ۱۱).

سنجش عدد پراکسید: جهت اندازه‌گیری عدد پراکسید، در حدود یک گرم روغن و یا ماده چرب را در یک لوله آزمایش خشک و تمیز وزن نموده و یک گرم یدورپتاسیم به شکل پودر به آن افزوده و ۲۰ میلی‌لیتر از محلول اسید استیک و کلروفرم به آن اضافه گردید. لوله آزمایش را در یک بشر آب در حال جوش قرار داده تا حدود ۳۰ ثانیه جوشانده شد. سپس محتوی لوله آزمایش سریعاً درون ارلن مایر ۲۰ سانتی‌متر مکعب محلول یدورپتاسیم ۵ درصد ریخته و لوله آزمایش را دوبار هر دفعه با ۲۵ سانتی‌متر مکعب آب شسته و به ارلن‌مایر اضافه نموده و با محلول هیپوسولفیت سدیم ۱/۵۰۰ نرمال تیتر گردید. عدد پراکسید عبارت است از مصرف هیپوسولفیت سدیم بر حسب سانتی‌متر مکعب که هرگاه این عدد در ۲ ضرب گردد، عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی والان پراکسید برای هزارگرم ماده چربی به دست می‌آید (۳).

$$\text{پراکسید} = \frac{\text{نرمالیته} \times \text{حجم تیو سولفات مصرفی}}{\text{وزن نمونه}} \times 1000$$

سنجش اسید تیوباربیتوریک: جهت سنجش اسید تیوباربیتوریک (TBA)، مقدار ۵ گرم از فیله به همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید تری‌کلرواستک ۱۰ درصد در یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری توسط همزن برقی به طور کامل هموژن گردید و سپس محلول هموژن شده را از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده و محلول صاف شده دوباره به کمک محلول اسید تری‌کلرواستیک ۱۰ درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد.۳ میلی‌لیتر از محلول صاف شده را به همراه ۳ میلی‌لیتر محلول اسید تیوباربیتوریک ۰/۰۲ مولار در یک لوله آزمایش درپیچدار با هم مخلوط کرده و به مدت ۴۵ دقیقه در آون با دمای ۱۰۰درجه سانتیگراد قرارداده شد. پس از این مدت و خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه طیف سنج نوری اندازه‌گیری گردید. جهت تهیه نمونه شاهد مقدار ۳ میلی‌لیتر از محلول اسید تری‌کلرواستیک ۱۰ درصد با ۳ میلی‌لیتر از محلول ۰/۰۲ مولار اسید تیوباربیتوریک مخلوط گردید و سپس با استفاده از فرمول زیر اندازه‌گیری شد (۷).

$$\text{اسید تیوباربیتوریک} = \frac{\text{مقدار جذب شاهد} - \text{مقدار جذب نمونه}}{200} \times 50$$

سنجش اسیدهای چرب آزاد: برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد، حدود ۲۰ گرم نمونه را وزن و آن را با مقدار کافی کلروفرم در همزن کاملاً مخلوط نموده، سپس آن را از روی کاغذ صافی عبور داده و محلول صاف شده از روی یک کاغذ صافی دیگر که حاوی سولفات سدیم خشک است عبور داده شد. حجم معلومی از محلول صاف شده را به یک بالن خشک و توزین شده اضافه نموده و پس از تبخیر کلروفرم، مقدار چربی را در آن حجم (نسبت چربی در حلال) تعیین نموده سپس، ۲۵ میلی لیتر از محلول صاف شده را به یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کرده و ۲۵ میلی‌لیتر الکل خنثی به آن اضافه گردید. سپس اسیدهای چرب آزاد به وسیله محلول سود ۰/۱ نرمال در برابر معرف فنل‌فتالئین خنثی شدند. اسیدهای چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک محاسبه شد (۲۳).

سنجش مواد ازته فرار: به منظور اندازه‌گیری مواد ازته فرار از دستگاه کلدال اتوماتیک استفاده گردید. به این صورت که مقدار ۱۰گرم نمونه فیله میکس شده به همراه ۱ گرم پودر اکسیدمنیزیم درون بالن تقطیر دستگاه کلدال ریخته شد و سپس ۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. یک ارلن حاوی ۱۰ قطره معرف توشیرو به عنوان ظرف گیرنده به قسمت سردکننده دستگاه تقطیر وصل گردید. دستگاه به‌طور اتوماتیک مقدار۴۰ میلی لیتر اسیدبوریک ۲ درصد را از مخزن اسیدبوریک برداشته و وارد ارلن گیرنده نمود. پس از روشن شدن دستگاه محتوی بالن تقطیر حرارت دیده و به مدت ۱۸ دقیقه عمل جوش و تقطیر صورت گرفت. محلول تقطیر شده به وسیله اسیدسولفوریک ۰/۱نرمال تیتر شده و مقدار اسید مصرفی یادداشت شد. با استفاده ازفرمول زیر میزان مواد ازته فرار بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه شد (۶).

$$\frac{\text{مواد ازته مواد}}{\text{وزن نمونه (گرم)}} = \frac{1.4 \times \text{(میلی لیتر) میزان تیترازول نمونه شاهد} - \text{میزان تیترازول مصرفی (میلی لیتر)}}{\text{وزن نمونه (گرم)}} \times 100$$

آزمون میکروبی: به منظور انجام آزمون میکروبی، تحت شرایط استریل و در زیر هود آزمایشگاهی ظروف حاوی نمونه را باز کرده و مقدار ۵ گرم از نمونه توسط پنس و قیچی استریل جدا شده و در کیسه‌های پلاستیکی استریل مخصوص قرار داده و سپس ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به آن افزوده و کیسه جهت هموژنیزاسیون محتویات، به مدت ۱ دقیقه به

دستگاه Inter-science استومیکرو مدل ۴۰۰ منتقل گردید. نمونه هموژن شده به روش معمول رقیق‌سازی متوالی شده و بر روی پلیت‌های حاوی محیط کشت آگار مغذی و به روش کشت سطحی کشت داده شد. جهت شمارش تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی، پلیت‌های کشت داده شده به مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۲۴).

آزمون بافت: نمونه‌های سوریمی تحت آزمون TPA و توسط دستگاه CT3 (پروب Texture Analyzer, Brookfield, TA25/1000 و بار ۱۰ کیلوگرم) قرار گرفتند. نیروی مورد نیاز برای فشرده شدن تا حدود ۵۰ درصد ارتفاع اولیه آنها اندازه‌گیری شد. از طریق نتایج حاصل از مقدار نیروهای وارد شده به نمونه (گرم) شاخص‌های سختی، بهم پیوستگی، کشسانی، خاصیت صمغی و قابلیت جویدن توسط دستگاه محاسبه شدند (۲۲). ویژگی‌های رنگی نمونه‌ها توسط مینی اسکن هانترلب (LOVIBOND AF ۷۱۰-۳) اندازه‌گیری شد و با استفاده از سیستم CIE (کمیسیون بین المللی پوشش) گزارش شد.

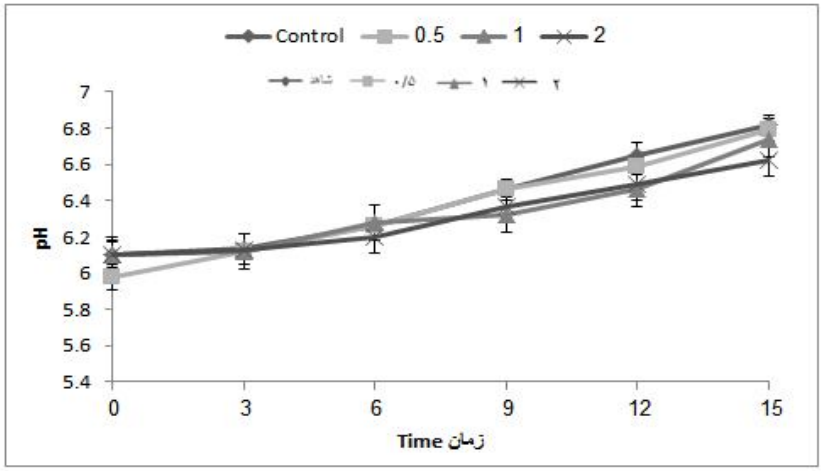
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

از طریق نرم‌افزار SPSS 17 انجام پذیرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در اثر استفاده از درصدهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو بین مقادیر حاصل از هر شاخص، از تجزیه و تحلیل واریانس دوطرفه (ANOVA oneway) و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام گردید. جداول و شکل‌ها به کمک نرم‌افزار Excel 2007 رسم شدند.

نتایج و بحث

pH: در شکل ۱، در روزهای صفر، سوم، ششم، نهم، دوازدهم و پانزدهم pH بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نداشت ($P>0/05$). در هر تیمار کمترین مقدار این شاخص در روز صفر و بالاترین مقدار این پارامتر با اختلاف معنی‌دار نسبت به روز صفر، در روز پانزدهم مشاهده شد ($P<0/05$). در تمام تیمارها pH روند افزایشی در طول دوره نشان داد ($P<0/05$). میزان pH پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسید لاکتیک حاصل از گلیکولیز کاهش می‌یابد و با افزایش مدت نگهداری به دلیل عملکرد آنزیم‌های پروتئولیتیک، میزان آمین‌های آزاد افزایش می‌یابد که سبب افزایش میزان pH در نمونه‌ها می‌گردد (۱۶). pH در فرآورده‌های شیلاتی به عنوان شاخص فساد تلقی می‌گردد و pH بالاتر از ۷ در ماهیان نشان دهنده فساد است (۱۶). pH با تغییر شرایط محیطی، نقش بسیار مهمی در حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات آنتی‌اکسیدان دارد (۱۲). افزایش pH می‌تواند در نتیجه تولید بازهای فرار مانند آمونیاک و تری متیل آمین باشد که به دلیل فعالیت های آنزیمی باکتری‌ها و آنزیم‌های درونی ایجاد می‌شوند (۱۰ و ۱۹).

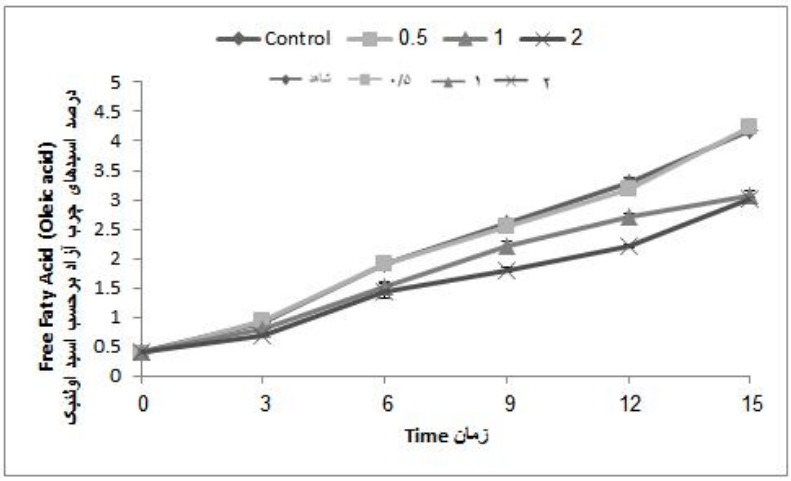
میزان اسیدهای چرب آزاد: با توجه به شکل ۲، میزان اسیدهای چرب آزاد (FFA)، با گذشت زمان بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P<0/05$). کمترین مقدار این شاخص در روز صفر و بالاترین مقدار این شاخص با اختلاف معنی‌دار نسبت به روز صفر در روز پانزدهم و در تیمار شاهد (۰/۰۳±۴/۲۵ درصد) مشاهده شد ($P<0/05$). میزان اسیدهای چرب آزاد تحت تاثیر پروتئین هیدرولیز شده کاهش نشان داد، که این کاهش بخصوص در تیمارهایی با سطح بالاتر پروتئین هیدرولیز شده در مقایسه با شاهد بیشتر بود. بعد از مرگ ماهی آنزیم‌های هیدرولیزکننده چربی می‌توانند میزان اسیدهای چرب آزاد گوشت ماهی را افزایش دهند.



شکل ۱- میزان تغییرات pH در تیمارهای مختلف سوریمی همراه با هیدرولیزهای بدست آمده از میگو

Figure 1. pH variations in surimi carp containing different levels of shrimp hydrolysates

بنابراین تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد شاخص خوبی برای بیان اثر آنزیم‌های لیپولیتیک بر چربی ماهیان و سایر فرآورده‌های گوشتی است. آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز در گوشت ماهی هیدرولیز استرهای اسیدچرب گلیسرول را کاتالیز می‌کنند که منتج به تشکیل اسیدهای چرب آزاد می گردد. اگرچه اسیدهای چرب آزاد به طور مستقیم باعث افت کیفیت محصول نمی‌شوند، اما می توانند در فرآیند اکسایش چربی شرکت کنند. افزایش اکسایش چربی، گسترش طعم نامطلوب، تسریع در فساد، کاهش کیفیت محصول و دناتوره شدن پروتئین از نتایج افزایش اسیدهای چرب آزاد در ماهیان نگهداری شده در یخچال است (۲۸). در مطالعات ناصری و همکاران (۲۰۱۳)، که بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین هیدرولیز شده ماهی گوبی (*Zosterissessor ophiocephalus*) بر روی اکسیداسیون چربی در کباب ترکی انجام شد. نتایج آنها نشان داد که پروتئین‌های هیدرولیز شده به‌دلیل داشتن مواد آنتی‌اکسیدان طبیعی تاثیر زیادی بر روی اکسایش چربی‌ها حتی در غلظت‌های پایین دارند (۱۵).

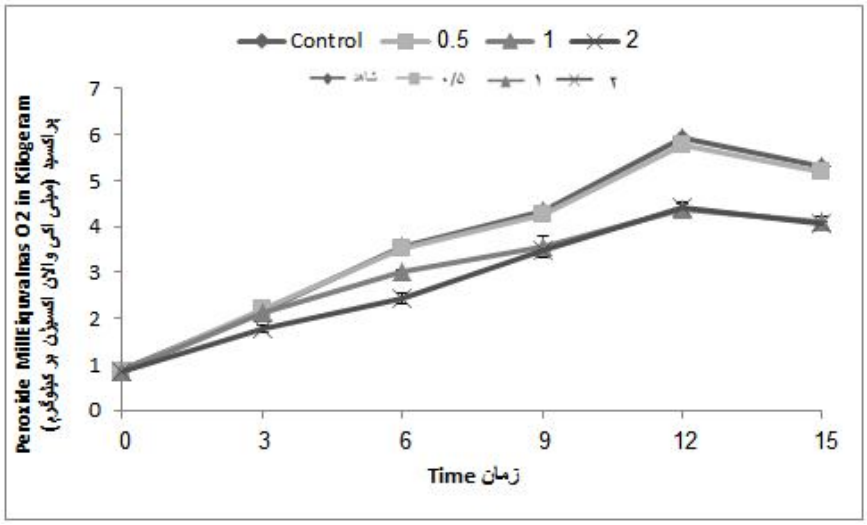


شکل ۲-تغییرات درصد اسیدهای چرب آزاد (برحسب اسیداولئیک) در تیمارهای مختلف سوریمی همراه با هیدرولیزهای بدست آمده از میگو

Figure 2. FFA variations in surimi carp containing different levels of shrimp hydrolysates

اندیس پراکسید: مطابق شکل ۳، میزان پراکسید با گذشت زمان تا روز دوازدهم افزایش و سپس کاهش معنی‌دار را نشان داد (P<۰/۰۵). کمترین مقدار این پارامتر در روز صفر و بالاترین مقدار این پارامتر به روز دوازدهم (۰/۰۵±۵/۹۶ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم) تعلق داشت (P<۰/۰۵) و با افزایش مقدار پروتئین هیدرولیز شده مصرفی (۲ درصد) روند کاهش پراکسید معنی دار بود و پائین‌ترین سطح پراکسید در تیمار ۲ درصد اندازه گیری شد. علت این کاهش، ممکن است به دلیل واکنش‌های ثانویه اکسایش و تولید آلدهیدها، کربونیل‌ها و ترکیبات فرار باشد. اکسایش چربی‌ها علت اولیه فساد ماهی است که بستگی به فاکتورهای مختلفی از جمله گونه، میزان چربی و شرایط نگهداری دارد. پیشرفت تندشدگی در ماهی را می توان با افزایش شاخص‌های پراکسید و تیوباربیتیوریک اسید متوجه شد (۲۱). حد مجاز پراکسید در فرآورده‌های غذایی ۵ میلی‌اکی والان پراکسید در کیلوگرم چربی تعیین شده است (۴). نتایج پراکسید به دست آمده در سوریمی تلفیقی با میگو هیدرولیز، پایین تر از استاندارد اعلام شده بود.

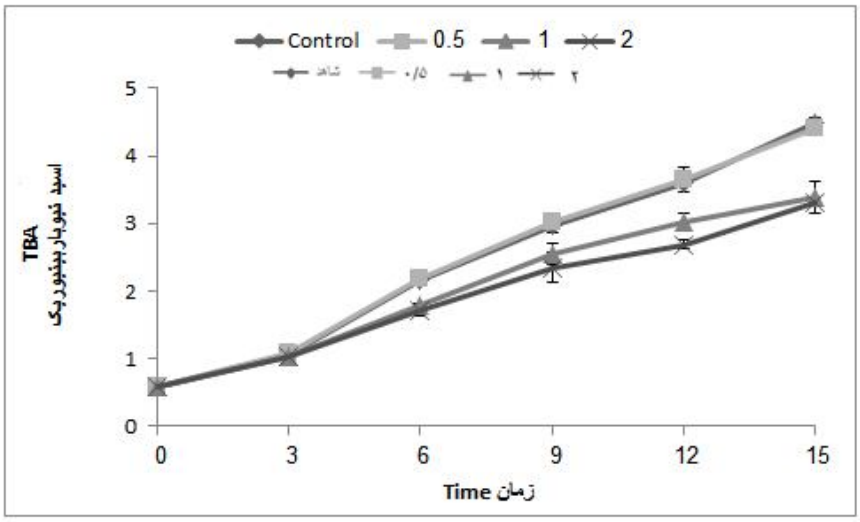
اینتراسریس وات و همکاران (۲۰۱۴)، با افزودن پروتئین هیدرولیز شده ماهی به سوسیس نتیجه گرفتند که افزودن پروتئین هیدرولیز شده باعث افزایش پراکسید تا ۶ روز اول نگهداری شد و پس از آن کاهش مشاهده شد. با این حال، با افزودن پروتئین هیدرولیز شده در سطوح ۱ و ۳ درصد زمان ماندگاری را تا ۸ روز افزایش داد (۸). در مطالعه اینتراسریس وات و همکاران (۲۰۱۴)، ضمن بیان نتیجه‌ای مشابه با یافته‌های تحقیق حاضر، عنوان شد که پروتئین هیدرولیز شده به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل کرده و سبب کاهش سطح پراکسید شده است (۸)، که با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. از علل تاثیرگذاری پروتئین هیدرولیز شده در کاهش سطح پراکسید را می‌توان به داشتن پپتیدهای زیست فعال، کندروتین سولفات و خواص ضداکسایشی نسبت داد (۱) همچنین مطالعات نشان داده‌اند که وجود اسیدهای آمینه تیروزین، متیونین، هیستیدین، لیزین، گلایسین و تریپتوفان موجود در پروتئین هیدرولیز شده نقش ضداکسیدانی دارند (۲۶).



شکل ۳- تغییرات عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم) در تیمارهای مختلف سوریمی همراه با هیدرولیزهای بدست آمده از میگو

Figure 3. Peroxide changes in different surimi treatments with shrimp hydrolysates

میزان تیوباربیتیوریک اسید: با گذشت زمان بین تیمارهای مختلف افزایش معنی‌دار در میزان اسید تیوباربیتیوریک نشان داده شد (P<۰/۰۵) (شکل ۴). بر اساس نتایج بدست آمده در انتهای دوره نگهداری، تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای سوریمی ماهی با پروتئین هیدرولیز شده میگو، میزان اسید تیوباربیتیوریک بیشتری داشت (P<۰/۰۵). شاخص اسید تیوباربیتیوریک معیاری از محصولات ثانویه اکسایش و به خصوص مالون‌دی‌آلدهید می‌باشد و همانطور که انتظار می‌رفت، روندی مشابه پراکسید نشان داد. در انتهای دوره کمترین مقدار اسید تیوباربیتیوریک در تیمار ۲ درصد اندازه‌گیری شد. در واقع، پروتئین هیدرولیز شده به عنوان یک مانع برای اکسایش چربی عمل نموده و با اتصال به اسیدهای چرب بلند زنجیره و نیز حذف رادیکال، ضمن حفظ کیفیت این نوع اسیدهای چرب ارزشمند، از اکسایش آنها نیز جلوگیری می‌کند. چنین نتیجه‌ای در یافته‌های اینتراسریس وات و همکاران (۲۰۱۴)، در مورد سوسیس همراه با پروتئین هیدرولیز شده ماهی نیز بدست آمد (۸). کریستین سون و راسکو (۲۰۰۰)، قدرت اتصال و جذب چربی توسط پروتئین هیدرولیز شده سالمون اطلس را ۲/۸۶ تا ۷/۰۷ میلی لیتر روغن بر گرم پروتئین عنوان کردند که نقش موثری در کاهش مواد تولید شده ناشی از اکسایش چربی داشت (۲۰،۱۳).

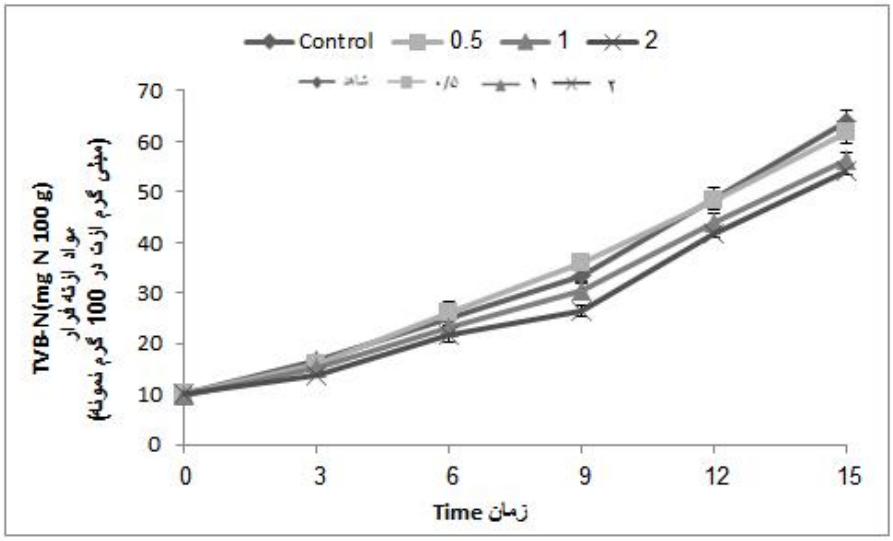


شکل ٤- تغییرات شاخص اسید تیوباربیتیوریک در تیمارهای مختلف سوریمی همراه با هیدرولیزهای بدست آمده از میگو

Figure 4- TBA variations in surimi containing different levels of shrimp hydrolysates

میزان مواد ازته فرار: در شکل ۵، میزان ازته فرار با گذشت زمان بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵). کمترین مقدار این پارامتر در روز صفر و بالاترین مقدار این شاخص با اختلاف معنی دار نسبت به روز صفر، به روز پانزدهم و تیمار شاهد (۱/۵±۶۳/۸۵ میلی‌گرم ازت دز ۱۰۰ گرم نمونه) تعلق داشت (P<۰/۰۵). محققان اظهار داشتند که مواد ازته فرار دامنه وسیعی از ترکیبات بازی فرار مانند متیل آمین، دی متیل آمین، تری متیل آمین و آمونیاک را در برمی گیرد (۴). در مورد میزان مواد ازته فرار همانند سایر شاخص‌های اندازه گیری شده، بیشترین تاثیر با اختلاف معنی دار در تیمار ۲ درصد بدست آمد و این تیمارها کمترین مقدار میزان ازته فرار را نشان دادند. همچنین روند افزایش با افزایش زمان نگهداری نیز مشهود بود. بالاترین سطح قابل قبول بازهای ازته فرار در گوشت ماهی ۳۰-۲۵ میلی

گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم پیشنهاد شده است (۱۶). در مطالعه حاضر از روز ۶ تیمار شاهد و از روز ۹ تمام تیمارها از حد مطلوب خارج شدند. وانگ و همکاران (۲۰۱۲)، نشان داد که پروتئین هیدرولیز شده حاوی اسیدآمینه/پپتیدهایی است که نقش اهدا کننده برای هیدروژن را ایفا کرده و رادیکال‌های آزاد را به مولکول‌های پایدار تبدل می‌کنند (۲۶) و یا دفع رادیکال‌های آزاد مانع از ترکیب آنها با بازهای‌ازته فرار می‌شوند (۲۷)، در واقع پروتئین‌های هیدرولیز شده با مواد ازته اتصال برقرار کرده و از شکستن آن جلوگیری می‌کند (۱۵) که کاهش مواد ازته فرار را در تیمارهای دارای پروتئین هیدرولیز شده در مقایسه با شاهد، توجیه می‌کند. چنین نتیجه‌ای در مطالعات ناصری و همکاران (۲۰۱۳) بر روی تاثیر پروتئین هیدرولیز شده گوبی (*Zosterissessor ophiocephalus*) بر روی اکسایش چربی گوشت و نیز رن و همکاران (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای که بر روی سوسیس پخته شده گربه ماهی همراه با پروتئین هیدرولیز شده استخوان گربه ماهی انجام دادند (۱۸) بدست آمد (۱۵).

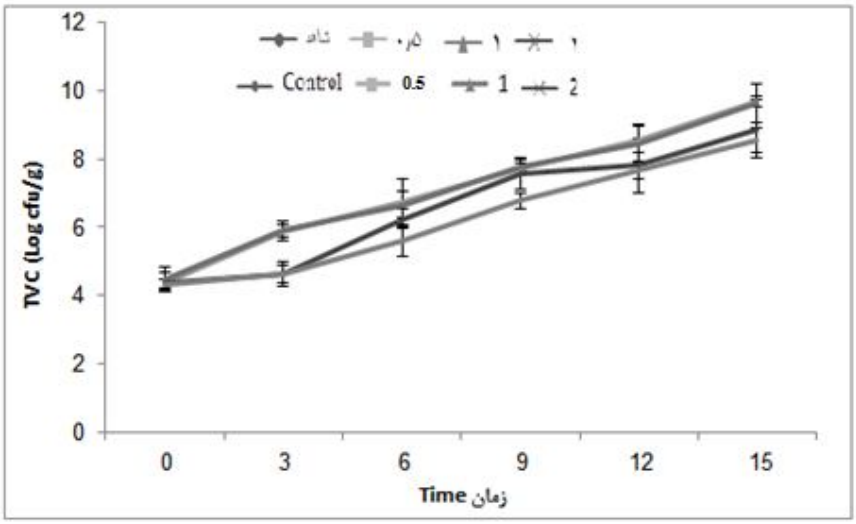


شکل ۵- میزان تغییرات مواد ازته فرار در تیمارهای مختلف سوریمی همراه با هیدرولیزهای بدست آمده از میگو

Figure 5. TVB-N changes in surimi containing different levels of shrimp hydrolysates

شمارش کلی باکتری‌ها (TVC): در شکل ۶ میزان بار میکروبی با گذشت زمان بین تیمارهای مختلف افزایش معنی‌دار را نشان می‌دهد ($P<۰/۰۵$). کمترین مقدار این شاخص در روز صفر و بالاترین مقدار این شاخص با اختلاف معنی‌دار نسبت به روز صفر در تیمار شاهد مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). حد مجاز توصیه شده بار میکروبی برای ماهی خام ۷ log CFU/g است که نتایج (شکل ۶) شان داد فقط در تیمار شاهد در روز دوازدهم و تیمار ۰/۵ درصد در روز پانزدهم نگهداری مقدار بار میکروبی سوریمی کپور نقره‌ای از حد توصیه شده عبور کرد، که با توجه به این نکته می‌توان گفت که پروتئین هیدرولیز شده در کاهش بار میکروبی فیله در طول دوره ماندگاری ۱۵ روزه موثر بوده است. رن و همکاران (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای که بر روی سوسیس پخته شده گربه ماهی همراه با پروتئین هیدرولیز شده استخوان گربه ماهی انجام دادند (۱۸)، عنوان کردند که بار باکتریایی با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت و بیان داشتند تیمارهایی

با ۱/۵ تا ۲ گرم بر ۱۰۰ گرم پروتئین توانست رشد باکتری را در مقایسه با سایر تیمارها به تعویق بیندازند.



شکل ٦- تغییرات باکتری های کل در تیمارهای مختلف سوریمی همراه با هیدرولیزهای بدست آمده از میگو

Figure 6. TVC changes in surimi containing different levels of shrimp hydrolysates

شاخص پیوستگی: شاخص پیوستگی در شروع دوره نگهداری در بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). با گذشت زمان تغییراتی در میزان پیوستگی در تیمارهای مختلف رخ داد و در پایان دوره نگهداری پیوستگی نمونه ها نسبت به زمان شروع افزایش داشت که تاثیر تیمار ۲ درصد نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بوده است (جدول ۱). پروتئین هیدرولیز شده با تقویت ایجاد بلوک‌های پروتئینی و بخصوص چربی، سبب ایجاد پیوستگی بیشتر در بافت می‌شود (۱۱) که این امر با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر و بالاترین بودن پیوستگی در تیمارهای دارای پروتئین هیدرولیز شده قابل تایید است.

جدول ۱- تاثیر تیمارهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو **بر پارامتر شاخص پیوستگی در سوریمی طی مدت نگهداری در یخچال**

Table 1- Effect of different levels of shrimp hydrolysates on surimi coherency index during storage in a refrigerator

پیوستگی	روزDay					
Coherency	0	3	6	9	12	15
شاهد Control	0.55± 0.005 ^{aA}	0.56± 0.007 ^{bA}	0.61± 0.005 ^{cA}	0.67± 0.001 ^{dA}	0.67±0.005 ^{dA}	0.76±0.001 ^{eA}
0.5%	0.55± 0.005 ^{aA}	0.57± 0.005 ^{bB}	0.63± 0.005 ^{cB}	0.65±0.005 ^{dAB}	0.66±0.001 ^{eB}	0.73± 0.02 ^{fB}
1%	0.56± 0.005 ^{aA}	0.60± 0.005 ^{bC}	0.61± 0.005 ^{cC}	0.64±0.005 ^{dC}	0.68±0.005 ^{eC}	0.73±0.005 ^{fB}
2%	0.53± 0.03 ^{aA}	0.58± 0.005 ^{eD}	0.62± 0.001 ^{cBC}	0.66± 0.005 ^{eD}	0.67±0.005 ^{eD}	0.73±0.005 ^{fB}

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

The small letters in each column indicate a significant difference between the means in different treatments(P <0.05)

حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

Different capital letters in each row indicate a significant difference between the means in different treatments (P <0.05).

شاخص سختی: شاخص سختی در زمان شروع دوره نگهداری در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). با گذشت زمان تغییراتی در میزان سختی در تیمارهای مختلف ایجاد شد و در پایان دوره نگهداری سختی نمونه ها نسبت به زمان شروع کاهش چشمگیری داشت.تاثیر تیمار ۲ درصد نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بوده است (جدول ۳). اینتراسریس وات و همکاران (۲۰۱۶)، در بررسی تاثیر زمان نگهداری بر روی ویژگی‌های بافتی ماهی اعلام کرد که این شاخص‌ها به عملکرد پروتئین عضله بستگی دارد و تغییر ماهیت و کیفیت پروتئین در کاهش توانایی آنها برای انجام وظایف سهم مهمی دارد (۸) به نظر می‌رسد پروتئین هیدرولیز شده با تقویت تشکیل ژل از طریق فراهم کردن ظرفیت بالاتر برای چربی‌ها بلوک‌های چربی با تراکم بالاتر را ایجاد می‌کند که این امر خود سختی بافت را افزایش می‌دهد (۱۱). کتنوا و همکاران (۲۰۱۵) عنوان کردند که پروتئین هیدرولیز شده توانست باافزایش پایداری اکسیداتیو و کنترل رشد میکروبی، سختی را در توفو ماهی افزایش دهد (۱۱) که با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

جدول ۲- تاثیر تیمارهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو بر پارامتر شاخص سختی در سوریمی طی مدت نگهداری در یخچال

Table 3- Effect of different levels of shrimp hydrolysates on hardness index in surimi during storage in the refrigerator

سختی(N) Hardness	روز Day 0	3	6	9	12	15
شاهد Control	۶۷/۱۷±۰/۵۶^{aA}	۶۰/۲۰±۰/۳۰^{bA}	۵۵/۶۸±۰/۱۰ ^{cA}	۵۱/۲۱±۰/۱۵^{dA}	۷۴/۴۱±۰/۲۵ ^{eA}	۴۱/۲۱±۰/۱۷^{fA}
0.5%	۶۶/۳۱±۰/۷^{aA}	۶۰/۳۵±۰/۱۱^{bA}	۵۵/۵۵±۰/۳۰ ^{cA}	۵۱/۲۷±۰/۴۹^{dA}	۴۷/۴۸±۰/۴۶^{eB}	۴۱/۲۲±۰/۳۰^{fA}
1%	۶۵/۴۷±۰/۷۵ ^{aA}	۶۰/۷۶±۰/۲۳^{bA}	۵۷/۲۰±۰/۱۱ ^{cB}	۵۲/۵۲±۰/۴۹ ^{dB}	۴۹/۸۶±۰/۹۰^{eB}	۴۵/۴۱±۰/۵۶^{fB}
2%	۶۵/۶۱±۰/۳۶ ^{aA}	۶۲/۴۴±۰/۳۶^{bB}	۵۸/۱۳±۰/۴ ^{cC}	۵۴/۱۷±۰/۱۷^{dC}	۵۰/۲۶±۰/۳۲^{eC}	۴۵/۳۴±۰/۲۳^{fB}

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

The small letters in each column indicate a significant difference between the means in different treatments (P<0.05).

حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

Different capital letters in each row indicate a significant difference between the means in different treatments (P <0.05).

شاخص صمغی: شاخص صمغی در زمان شروع دوره نگهداری در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). با گذشت زمان، هیچ گونه تغییری در میزان این شاخص مشاهده نشد و تقریباً روند ثابتی داشت (جدول ۴). جذب آب تحت عنوان توانایی پروتئین در جذب آب و نگهداری آن در ماتریکس پروتئین است (۲۰). در مطالعه ساتیول و همکاران (۲۰۰۵) بر روی کارکرد و ویژگی‌های پروتئین هیدرولیز شده سالمون قرمز (*Oncorhynchus nerka*) عنوان کردند که پروتئین هیدرولیز شده پایداری امولسیون را افزایش و می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده آب در فرآوده های گوشتی استفاده شود هر چند توانایی جذب کنندگی پایین دارد (۲۰) که با توجه به عدم تغییر در شاخص ضمغی در حضور پروتئین هیدرولیز شده در تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

جدول ۳- تاثیر تیمارهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو **بر پارامتر شاخص ضمغی در سوریمی طی مدت نگهداری در یخچال**

Table 4- Effect of different levels of shrimp hydrolysates on surimi's gummy index during storage in the refrigerator

صمغی / Gummy	روز Day					
	0	3	6	9	12	15
شاهد Control	28.52±0.11 aA	28.94±0.15 a A	27.45±1.10 aA	28.13±0.5 aA	29.31±0.45 bA	28.16±0.11 Aa
0.5%	28.32±0.43 aA	28.34±0.40 aA	28.72±0.30 aA	28.31±0.23 aA	28.40±0.50 aA	28.89±0.65 Aa
1%	28.43±0.20 aA	29.12±0.25 bB	28.30±0.5 bA	28.48±0.43 bA	28.21±0.45 Ab	28.63±0.36 Ab
2%	28.22±0.57 aA	28.40±0.50 aA	28.55±0.5 aA	28.67±aA 0.11	28.30±0.3 Aa	28.34±0.45 Aa

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

The small letters in each column indicate a significant difference between the means in different treatments (P<0.05).

حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

Different capital letters in each row indicate a significant difference between the means in different treatments (P <0.05).

شاخص کشسانی: شاخص کشسانی در زمان شروع دوره نگهداری در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). با گذشت زمان کاهش مقدار این شاخص نشان داده شده است که البته به صورت معنی‌داری نبود (P<۰/۰۵) (جدول۵). شاخص کشسانی یا الاستیه، به میزان برگشت پذیری پس از تغییر شکل اولین فشردگی گفته می‌شود که مطابق با نتایج میگوی هیدرولیز شده نتوانست، این خاصیت را در سوریمی حفظ کند(۱۱).

جدول ٤- تاثیر تیمارهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو **بر پارامتر شاخص کشسانی در سوریمی طی مدت نگهداری در یخچال**

Table 5- Effect of different levels of shrimp hydrolysates on the elastic parameter in surimi during storage in the refrigerator

کشسانی / Elastic	روز Day					
	0	3	6	9	12	15
شاهد Control	0.71± 0.05aA	0.66±0.01 bA	0.64± 0.01 bA	0.61±0.01 cA	0.61±0.01 cA	0.57±0.01 dA
0.5%	0.71±0.01 aA	0.67± 0.01 bA	0.66±0.02 bA	0.62±0.01 bA	0.62± 0.02 bA	0.57±0.01 cA
1%	0.70±0.05 aA	0.68±0.01 bA	0.65±0.01 cA	0.64±0.04 cA	0.61±0.03 dA	0.61±0.01 dA
2%	0.71±0.005 aA	0.7±0.01 aB	0.68±0.01 aA	0.67±0.01 aA	0.61±0.01 bA	0.61± 0.01 bA

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

The small letters in each column indicate a significant difference between the means in different treatments (P<0.05).

حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

Different capital letters in each row indicate a significant difference between the means in different treatments (P <0.05).

شاخص قابلیت جویدن: قابلیت جویدن در شروع دوره نگهداری در بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). شاخص قابلیت جویدن در پایان دوره نگهداری نسبت به شروع، کاهش چشمگیری داشت و اختلاف معناداری نسبت به زمان شروع آزمایش نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمار ۲٪ میزان این شاخص کاهش کمتری نسبت به تیمارهای دیگر داشت (جدول۲). قابلیت جویدن تحت تاثیر ویژگی‌های پروتئین قرار دارد و به نظر می رسد تغییر ماهیت و کیفیت پروتئین طی فرآیند تولید پروتئین هیدرولیز شده بر روی توانایی آن در تشکیل ژل موثر بوده و در بر روی قابلیت جویدن موثر است (۱۳).

جدول ۵- تاثیر تیمارهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو **بر پارامتر شاخص قابلیت جویدن در سوریمی طی مدت نگهداری در یخچال**

Table 2- Effect of different levels of shrimp hydrolysates on surimi's chewing index during storage in the refrigerator

قابلیت جویدن Chewing (N.MM)	روز Day					
	0	3	6	9	12	15
شاهد Control	337.54±0.03 ^{aA}	295.59±0.02 ^{bA}	271.43± 0.04 ^{cA}	235.16±0.04 ^{dA}	211.17±0.04 ^{eA}	185.60± 0.01 ^{fA}
0.5%	337.41± 0.02 ^{aA}	297.38±0.01 ^{bB}	276.32± 0.01 ^{cB}	233.62± 0.02 ^{dB}	217.41± 0.01 ^{eB}	183.18± 0.04 ^{fB}
1%	337.67±0.01 ^{aA}	312.63±0.01 ^{bC}	283.57± 0.02 ^{cC}	247.35±0.04 ^{dC}	225.78± 0.04 ^{eC}	207.65±0.04 ^{fC}
2%	337.18±0.02 ^{aA}	317.56± 0.03 ^{bD}	285.27± 0.01 ^{cD}	253.88± 0.01 ^{dD}	237.69±0.1 ^{eD}	205.39±0.02 ^{fD}

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

The small letters in each column indicate a significant difference between the means in different treatments(P <0.05)

حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف است (P<۰/۰۵).

Different capital letters in each row indicate a significant difference between the means in different treatments (P <0.05).

جدول ٦- تاثیر تیمارهای مختلف هیدرولیزهای بدست آمده از میگو بر پارامتر شاخص رنگ در سوریمی طی مدت نگهداری در یخچال

Table 6- Effect of different levels of shrimp hydrolysates on color parameter in surimi during storage in the refrigerator

Day Treatment	0	3	6	9	12	15
			a*			
Control شاهد	1.62±0.01 ^{aA}	1.57±0.01 ^{bA}	1.51±0.01 ^{cA}	1.42±0.01 ^{dA}	1.36±0.005 ^{eA}	1.27±0.01 ^{fA}
0.5%	1.64±0.01 ^{aA}	1.56±0.01 ^{bA}	1.50±0.01 ^{cA}	1.42±0.02 ^{dA}	1.37±0.005 ^{eA}	1.23±0.02 ^{fA}
1%۱	1.64±0.005 ^{aA}	1.60±0.005 ^{bB}	1.54±0.01 ^{cB}	1.42±0.01 ^{dA}	1.32±0.02 ^{eB}	1.27±0.01 ^{fA}
2%	1.62±0.01 ^{aA}	1.58±0.01 ^{Cb}	1.51±0.01 ^{cA}	1.45±0.005 ^{dB}	1.41±0.01 ^{eC}	1.24±0.02 ^{fA}
			b*			
Control شاهد	-5.20±0.02 ^{aA}	-4.63±0.02 ^{Ab}	-3.61±0.02 ^{cA}	-3.24±0.01 ^{dA}	-2.45±0.03 ^{eA}	-1.87± 0.02 ^{fA}
0.5%	-5.16±0.01 ^{aA}	-4.80±0.01 ^{Bb}	-3.74±0.03 ^{cB}	-3.34±0.03 ^{dB}	-3.05±0.01 ^{eB}	-1.72±0.02 ^{fB}
1%۱	-5.61±0.01 ^{aA}	-5.09±0.01 ^{Cb}	-4.54±0.01 ^{cC}	-4.20±0.01 ^{dC}	-3.27±0.02 ^{eC}	-2.24±0.04 ^{fC}
2%	-±0.005 ^{aA} 5.72	-5.25±0.02 ^{Db}	-4.67±0.01 ^{cD}	-4.39±0.01 ^{dD}	-3.44±0.02 ^{eD}	-2.44±0.05 ^{fD}
			L*			
Control شاهد	44.64±0.02 ^{aA}	42.68±0.05 ^{bA}	40.86±0.02 ^{cA}	38.42±0.02 ^{dA}	37.18±0.05 ^{eA}	34.45±0.03 ^{fA}
0.5%	44.56±0.02 ^{aA}	42.7±0.01 ^{bB}	41.26±0.01 ^{cA}	38.51±0.01 ^{dB}	37.43±0.02 ^{eB}	35.25±0.02 ^{fB}
1%۱	44.11±0.01 ^{aA}	43.27±0.02 ^{bC}	42.60±0.005 ^{cA}	dC 38.96±0.005	38.22±0.02 ^{eC}	36.09±0.02 ^{fC}
2%	44.76±0.02 ^{aA}	43.70± 0.02 ^{bD}	42.55±0.02 ^{cA}	39.12±0.01 ^{Dd}	38.55±0.05 ^{eD}	36.54±0.04 ^{fD}

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

The small letters in each column indicate a significant difference between the means in different treatments (P<0.05).

حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در تیمارهای مختلف است(P<۰/۰۵).

Different capital letters in each row indicate a significant difference between the means in different treatments (P <0.05).

شاخص‌های رنگ: شاخص *L مشخصه روشنایی نمونه است. میزان روشنایی در زمان شروع نگهداری اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). با گذشت زمان، کاهش معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵) و این کاهش در فاکتور ۲ درصد نسبت به تیمارهای دیگر کمتر بوده است. شاخص *a در زمان شروع نگهداری اختلاف معناداری نداشت (P>۰/۰۵) و با گذشت زمان، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما، روند به صورت کاهشی بود که این کاهش در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بوده است. شاخص *b در زمان شروع نگهداری اختلاف معناداری نداشت (P>۰/۰۵). همچنین با گذشت زمان کاهش معنی داری مشاهده شد (P<۰/۰۵) که این کاهش در تیمار ۲ درصد نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بوده

است (جدول ۶). هر چند در پژوهش حاضر اختلافات معنی‌دار در شاخص‌های رنگ مشاهده نشد اما کاهش هر سه شاخص در مقایسه با شاهد مقدار کمتری را نشان داد که از علل آن به خصوص در مورد دو شاخص a* و b* (متمایل به زردی و قرمزی) به حفظ بیشتر چربی و چربی محلول در رنگدانه‌ها توسط پروتئین هیدرولیز شده اشاره کرد (۲۰).

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج آزمایشات شیمیایی، میکروبی، رنگ و بافت نشان از آن داشت که تیمار ۲ درصد در طول دوره نگهداری توانست ماندگاری سوریمی در دمای یخچال را تا ۱۲ روز افزایش دهد.

منابع

1. Alsmeyer, R.H., Cunningham, A.E. and Happich, M. L. 1974. Equations predicting PER from amino acid analysis. Food Technology, 28(7): 34-40.
2. Amiri Raftani, Z., Safari, R., Bakhshandeh, T. and Ahmadi Vavasari, F. 2016. Effect of Squid Protein Hydrolysate (*Sepia Pharaonis*) On Quality Properties of Low-Fat Set Style Youghurt. Journal of Food Scince Technology. 56: 11-22.
3. AOAC. 2002. Official Methods of Analysis of Aoac International (17thed.). Md, Gaithersburg, USA Association of Official Analytical Chemistry.
4. Cai, L., Cao, A., Li, T., Wu, X., Xu, Y. and Li, J. 2015. Effect of the Fumigating With Essential Oils on the Microbiological Characteristics and Quality Changes of Refrigerated Turbot (*Scophthalmus Maximus*) Fillets. Journal of Food Bioprocess Technology. 8: 844-853.
5. Cavalheiro, CP., Ludtke, FL., Stefanello, F.S., Kubota, E.H., Terra, N.N. and Fries, L.L.M. 2014. Replacement of mechanically deboned chicken meat with its protein hydrolysate in mortadella-type sausages. Food Science and Technology. 34: 478-484.
6. De Quadros, D.A. and Bolini, H.M.A. 2015. Effects of Salt Reduction and Washing Process of Fish Pulp on Quality Characteristics of Serra Spanish Mackerel (*Scomberomous Brasiliensis*) Fish Burger for School Meals. Journal of Science Food and Technology. 52: 7449-7456.
7. Fan, W., Chi, Y. and Zhang, S. 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice. Food Chemistry. 108: 148–153.
8. Intarasirisawat, R., Benjakul, S. and Visessanguan, W. 2014. Effects of skipjack roe protein hydrolysate on properties and oxidative stability of fish emulsion sausage. Lwt - Food Science and Technology. 58: 280-286.
9. Jalili, S.H. and Hamrang Omshi, A. 2011. Physicochemical and sensory quality changes of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix)* in frozen storage at -18ºC. Iranian Scientific Fisheries Journal. 20: 33-44. (In Persian)
10. Karakam, H. and Boran, M. 1996. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage At -18°C. International Journal of Food Science and Technology. 31: 527-531.
11. Ketnawa, S., Benjakul, S., Martinez-Alvarez, O. and Rawdkuen, S. 2016. Physical, chemical, and microbiological properties of fish tofu containing shrimp hydrolysate. Fish Science. 82: 379-389.
12. Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Shahidi, F. 2012. Gelatin hydrolysate from blacktip shark skin prepared using papaya latex enzyme: Antioxidant activity and its potential in model systems. Food Chemistry. 135: 1118-1126.
13. Kristinsson, H.G. and Rasco BA. 2000. Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (Salmo salar) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. Journal of Agriculter Food Chemistry. 48:657-66.

14. MacDonald, G.A., Lelievre, J. and Wilson, N.D.C. 1992. Effect of frozen storage on the gelforming properties of hoki (*Macruronus novaezelandiae*). Journal of Food Science, Science. 72: 87-100.
15. Nasri, R., Younes, I., Jridi, M., Younes, I., Jridi, M., Trigui, M., Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Dhulster, P., Nasri, M. and Karra-Châabouni, M. 2013. ACE inhibitory and antioxidative activities of goby (*Zosterissessor ophiocephalus*) fish protein hydrolysates: Effect on meat lipid oxidation. Food Research International. 54: 552–561.
16. Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschlager, J., Dalgaard, P., Jensen, B. and Undeland, I. 1997. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. Trends in Food Science and Technology. 8: 258-265.
17. Ovissipour, M., Taghiof, M., Motamedzadegan, A., Rasco, B. and Mulla, A. 2009. Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of belenga sturgeons (*Huso huso*) Alcalase. International Aquatic Research. 1:31-38.
18. Ren, X.Q., Ma, L.Z. and Chu, J. 2011. Effect of catfish bone hydrolysate on the quality of catfish sausage during ambient temperature (37 ºC) storage. Advanced Materials Research. 236-238: 2886-2889.
19. Rostamzad, H. and Mousavi, S.M. 2014. Chemical and microbial changes in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillet during storage in refrigerator. Journal of Aquatic Animal Nutrition and Biochemistr. 1: 2-12. (In Persian)
20. Sathivel, S., Bechtel, P J., Babbitt, J., Smiley, S., Crapo, C. and Reppond, K.D. 2003. Biochemical and functional properties of herring (*Clupea harengus*) by product hydrolysates. Journal of Food Science. 68: 2196-2200.
21. Serdaroglu, M., and Felekoglu, E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. Journal of Food Quality. 28: 109-120.
22. Shimizu, YT. and Lanier, T.C. 1992. Surimi production from fatty and dark-flesh fish species. In: Surimi Technology. Eds., Lanier, T.C. And Lee, C.M., Marcel Dekker, Inc., New York, 320 p.
23. Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G. and Ozkutuk, S. 2004. Changes in the quality of fishbone produced from tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18°C). European Food Research and Technology. 218: 420-423.
24. Ucak, I., Ozogul, Y. and Durmus, M. 2011.The Effects of Rosemary Extract Combination with Vacuum Packing on the Quality Changes of Atlantic Mackerel Fish Burgers. Journal of Food Technology. 46:1157–1163.
25. Venugopal, V. 2006. Mince and Mince-Based Products. In V. Venugopal (ED), Seafood Processing, Adding Value through Quick Freezing, Retortable Packaging and Cook-Chiling. 360 p.
26. Wang, B., Li, Z.R., Chi, C.F., Zhang, Q.H. and Luo, H.Y. 2012. "Preparation and evaluation of antioxidant peptides from ethanol-soluble proteins hydrolysate of Sphyrna lewini muscle, Peptides. 36: 2. 240-250.
27. Wu, H.C., Chen, H.M. and Shiau, C.Y. 2003. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). Food Research International. 36: 949-957
28. Zolfaghari, M., Shabanpour, B., and Falahzadeh, S. 2011. Study of trend of chemical and microbial changes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to determine the optimum shelf-life during storage in refrigerator temperature (4°C). Journal of Natural Environmental. 64: 107-119.

EJFPP, Vol. 12 (1): 1-20
http://ejfpp.gau.ac.ir

Use of hydrolyzed from shrimp on the chemical, microbial and tissue properties of surimi of silver carp

N. Sharifi[1], L. Roomiani[2*]
[1]Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
[2]Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
Received: 2017/07/08; Accepted: 2018/02/05

Abstract

Background and objectives: Hydrolyzed proteins are obtained by breaking the protein into peptides via enzymatic or chemical reactions. During the storage, aquatic tissues are affected by lipid oxidation and protein loss, which is associated with unfavorable smell and taste and affects the qualitative characteristics of the tissue. So if can keep surimi in refigerated temperature for a long time by adding a hydrolyzed protein, it can be used to increase the shelf life of this product. Therefore, this study aimed to investigate the effect of hydrolyzates obtained from shrimp on chemical, microbial and histological changes of silver carp surimi.

Materials and methods: The silver carp were rinsed with bone-shaped bucket with a 2 mm cylindrical pore diameter to be milled without bone and washed three times with cold water. At each time, the volume of water consumed was 4 times the weight of the meat. In the third stage of washing, 0.2% sodium chloride was added. In the final washing step, after pressing the mince meat with the hand, put a heavy weight to compress the meat for 10 to 15 minutes until the water is completely removed. To prepare the shrimp hydrolysates, 250 g captured shrimp from Hendijan city, then peeled and boiled, were hydrolyzed by the alkaline enzyme. Shrimp hydrolysates were added to surimi at levels of 0.5, 1 and 2% and control (without Shrimp hydrolysates). In this study, microbial indice, biochemical indices and texture and color assays were performed for 15 days at refrigerator temperature.

Results: The results showed that Shrimp hydrolysates had inhibitory effects on microbial growth, and on none of the days did the microbial load exceed the allowable limit (log cfu/ 10^7 g). The amount of microbial load in the treatments on day zero compared to day 15 had a significant increase ($p< 0.05$). During the storage, pH increased in all treatments. The amount of free fatty acids showed a significant difference in time between different treatments ($p< 0.05$). The highest value of this index was observed with a significant difference compared to the 15th day in the control treatment (4.25± 0.03 %) ($p< 0.05$). Peroxide levels did not exceed permissible level (10-20 meq/ kg) in all treatments. In control and 0.5% treatments, the amount of free fatty acids increased at (0.40± 0.004%) to (4.25± 0.03%) at the end of the period, while in other treatments, this increase was slower. The lowest amount of TBA was measured in 2% treatment. The highest value of this index was measured on the 15th day in the control treatment (4.55± 0.004 mg MAD/ kg). The amount of TVB-N showed a significant difference between different treatments over time ($p< 0.05$). The lowest value of this index on day 0 and the highest value of this index with a significant difference ($p< 0.05$) compared to day 0 belonged to the 15th day and control treatment (63.85± 1.5 mg N/ 100g). Shrimp hydrolysates also affected the tissue properties of surimi. In the results of the color analysis, the parameters L* and b* decreased and the parameter a* increased.

*Corresponding author; l.roomiani@yahoo.com

Conclusion: According to the results, the treatment of 2% shrimp hydrolysates was able to maintain the silver carp surimi for up to 12 days.

***Keywords*:** Surimi of silver carp, Shrimp hydrolysate, Alkalase, Shelf life, Chemical and microbial evaluation