(مقاله پژوهشی)

اثرات پروتئین هیدرولیز شده ماهی کیلکای آنچوی

(Clupeonella engrauliformis)

بر پایداری اکسیداسیونی و خواص کاربردی گوشت چرخ شده آن طی نگهداری به صورت منجمد

بهاره شعبانپور[1*]، پرستو پورعاشوری[1] ، زهرا بشارتی[1]

۱-گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۳/۱۲

چکیده

استفاده از پروتئین هیدرولیز شده ماهی به دلیل داشتن خواص کاربردی و آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در کاهش روند اکسیداسیون چربی و حفظ کیفیت پروتئین ماهیان طی انجماد موثر باشد. در این تحقیق اثر افزودن پروتئین هیدرولیز شده بر گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی (Clupeonella engrauliformis) طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد در سه تیمار آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تیمار نخست حاوی ۸ درصد پروتئین هیدرولیز شده ماهی، تیمار دوم حاوی محافظ سرمایی، مخلوطی از ساکارز و سوربیتول (۸ درصد و ۰/۳ درصد پلی‌فسفات) و تیمار سوم حاوی ترکیب پروتئین هیدرولیز شده و محافظ سرمایی به میزان برابر بود. طبق نتایج ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های گوشت چرخ شده منجمد در حضور پروتئین هیدرولیز شده به طور معنی‌داری افزایش یافت و این نمونه‌ها بافت بهتری نسبت به استفاده از محافظ سرمایی به تنهایی داشتند ($P<۰/۰۵$). در تیمار حاوی محافظ سرمایی به تنهایی میزان اکسیداسیون چربی و تولید اسیدهای چرب آزاد بیشتر از نمونه‌های حاوی پروتئین هیدرولیز شده بود ($P<۰/۰۵$). افزودن پروتئین هیدرولیز شده ماهی سبب افزایش معنی‌دار میزان روشنایی (L^*) و سفیدی (w) گوشت چرخ شده طی مدت نگهداری گردید. ترکیب پروتئین هیدرولیز شده ماهی و محافظ سرمایی طی ارزیابی حسی به‌دلیل کاهش شدت تلخی، در مقایسه با تیمار حاوی پروتئین هیدرولیز شده ماهی به تنهایی سبب پذیرش بهتر محصول گردید. طبق نتایج استفاده از پروتئین هیدرولیز شده به همراه محافظ سرمایی می‌تواند روش مناسبی جهت حفظ کیفیت گوشت چرخ شده ماهی طی انجماد باشد.

واژهای کلیدی: پروتئین هیدرولیز شده ماهی، گوشت چرخ شده ماهی، کیلکای آنچوی، محافظ سرمایی

* مسئول مکاتبات: b_shabanpour@yahoo.com

۱-مقدمه

تهیه گوشت‌چرخ شده از ماهیان سطحی‌زی کوچک از بهترین روش‌هایی است که می‌تواند بهره‌برداری از این آبزیان را افزایش دهد. برای افزایش مدت ماندگاری گوشت چرخ شده منجمد معمولاً از محافظ‌های سرمایی استفاده می‌شود. رایج‌ترین محافظ در گوشت چرخ شده ماهی مخلوط ساکارز و سوربیتول و نمک‌های پلی فسفات است. محافظ‌های سرمایی ترکیباتی هستند که کیفیت و ماندگاری موادغذایی منجمد را بهبود می‌بخشند و از بروز تغییرات نامطلوب ناشی از انجماد یا انجمادزدایی و یا نگهداری به صورت منجمد در مواد غذایی جلوگیری می‌کنند (۱). آن‌ها معمولا برای محافظت پروتئین‌ها از تغییر ماهیت و تجمع در اثر انجماد و نگهداری به صورت منجمد استفاده می‌شوند تا بتوانند کیفیت ماده غذایی را حفظ کنند (۲) اخیرا پروتئین هیدرولیزشده ماهی به عنوان فرآورده غذایی حاصل از ماهی مورد توجه زیادی قرار گرفته است (۳). برخی از مطالعات نشان داده اند که پروتئین هیدرولیزشده ماهی می‌تواند به‌عنوان یک محافظ سرمایی مناسب عمل‌کند (۳-۵). علاوه بر این پروتئین هیدرولیز شده ماهی منبع بالقوه پپتیدهای آنتی‌اکسیدانی است و با جلوگیری از فرآیندهای اکسیداسیونی، سبب افزایش ماندگاری محصولات غذایی می‌گردد (۲). این محصول به‌دلیل وجود پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد کوتاه در ساختار خود، ارزش تغذیه‌ای زیادی داشته و فاقد طعم شیرین بوده، اما از نظر حسی معمولاً در محصولات دریایی مطلوب و موردپسند مصرف‌کننده نیست (۷,۶). استفاده از پروتئین هیدرولیز شده ماهی به‌دلیل داشتن خواص کاربردی می‌تواند در حفظ کیفیت پروتئین ماهیان طی انجماد مؤثر باشد (۲, ۸). مطالعه خان و همکاران (۴) نشان داد که پروتئین هیدرولیزشده ماهی اسکارپ به‌عنوان محافظ سرمایی مانع از دناتوره‌شدن سوریمی طی نگهداری به‌صورت منجمد گردید. طبق نتایج آن‌ها پروتئین هیدرولیز شده ماهی میزان آب غیر منجمد در سوریمی را کاهش داد. استفاده از پروتئین هیدرولیز شده ماهی هیک در نگهداری گوشت چرخ شده ماهی طی انجماد ظرفیت این محصول به عنوان محافظ سرمایی را نشان داد. استفاده از پروتئین هیدرولیز شده سبب پایداری میوزین ماهی شد (۹). مطالعه Zhou و همکاران (۲) در بررسی اثر افزودن پروتئین هیدرولیز شده ماهی کپور نقره‌ای در نگهداری سوریمی نشان داد که مکانیسم اثر این ترکیبات با ساکاروز و سوربیتول متفاوت بوده و نوع آنزیم درطعم هیدرولیز شده و در نتیجه محصول موثر است. پروتئین هیدرولیزشده کپور نقره‌ای در مطالعه Liu و همکاران (۸) نیز نشان داد که قابلیت استفاده به عنوان محافظ سرمایی را داشته و سایز پپتیدها بر شاخص‌های مختلف موثر است. با توجه به مطالعات در این زمینه اهمیت بررسی پروتئین هیدرولیز شده از منابع مختلف آبزیان به عنوان محافظ سرمایی اثبات شده است. لذا این مطالعه به بررسی اثرات پروتئین هیدرولیزشده کیلکای آنچوی با محافظ‌های سرمایی (ساکاروز، سوربیتول و پلی فسفات) در حفظ خواص کاربردی و پایداری اکسیداسیونی گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی طی ۶ ماه نگهداری به‌صورت منجمد می‌پردازد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی تیمارها

کیلکای آنچوی به صورت کاملاً تازه از بازار ماهی (گرگان، گلستان) تهیه شده و با نسبت ۳:۱ ماهی به یخ به آزمایشگاه فرآوری دانشکده شیلات منتقل گردیدند. میانگین وزن و طول ماهیان حدودا به ترتیب ۱۰ گرم و ۱۰ سانتی‌متر بود. پس از شستشو، پوست‌کنی، تخلیه امعاء و احشاء و استخوان‌گیری، گوشت چرخ شده ماهی تهیه گردید. سپس گوشت چرخ شده با افزودنی‌ها مخلوط شدند. به این منظور، گوشت به سه دسته تقسیم گردید. گروه اول شامل پروتئین هیدرولیز شده ماهی کیلکای آنچوی (۸ درصد)، گروه دوم حاوی محافظ‌های سرمایی مخلوطی از ساکارز و سوربیتول (۸ درصد و ۰/۳ درصد پلی‌فسفات) و دسته سوم حاوی پروتئین هیدرولیز شده

(۸ درصد)، به همراه محافظ‌های سرمایی (مخلوطی از ساکارز و سوربیتول (۸ درصد) و ۰/۳ درصد پلی‌فسفات). پس از بسته‌بندی، نمونه‌ها به‌مدت ۶ ماه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در فواصل زمانی ۰، ۱، ۳و ۶ ماه آزمایشات مربوطه روی آن‌ها انجام گردید.

۲-۲- تهیه پروتئین هیدرولیز شده

جهت چربی‌زدایی، گوشت چرخ‌شده ماهی با نسبت ۱:۱ (وزنی-حجمی) به همراه ایزوپروپانل در دمای۴۰ درجه سانتی‌گراد هموژن گردید. سپس گوشت حاصل با آب مقطر با نسبت ۷:۱ (وزنی-حجمی) مخلوط شده و به منظور توقف فعالیت آنزیم‌های درونی، مخلوط حاصل در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه حرارت دهی شد. واکنش هیدرولیز با اضافه کردن آنزیم آلکالاز (نمایندگی شرکت نووزایم در تهران) در سطح ۰/۵ درصد (pH=۸ ، دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۲ ساعت) انجام شد و نمونه پس از سانتریفیوژ۱ به‌کمک خشک تصعیدی۲ خشک گردید (۱۰).

۲-۳-آزمایشات شیمیایی

میزان چربی و پروتئین خام، رطوبت نمونه‌ها و pH نمونه‌ها به روش AOAC (۱۱)، ظرفیت نگهداری آب به روش اسکیپنس و همکاران مورد آزمون قرار گرفت (۱۲).

۲-۳-۱-اندازه گیری اندیس تیوباربیتوریک اسید (TBA۳)

نمونه‌ها حاصل از تقطیر کلدال به همراه معرف تیوباربیتوریک اسید در لوله‌های درب‌دار در حمام آبی دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار داده شدند. بعد از سرد شدن نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه، جذب آنها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom, Libra S12, England)در مقابل محلول شاهد در طول موج ۵۳۰ نانومتر خوانده شد. مقدار تیوباربیتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه گزارش گردید (۱۳).

۲-۳-۲-اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد (FFA٤)

روغن نمونه به کمک کلروفرم استخراج گردید و میزان اسیدهای چرب آزاد آن بر حسب درصد اسید اولئیک بیان شد (۱۳).

۲-۳-۳-اندازه‌گیری میزان درجه هیدرولیز (DH٥)

میزان هیدرولیز بر اساس روش هویل و مریت (۱۹۹۴) به کمک تری‌کلرواستیک اسید اندازه‌گیری شد (۱۴). مبنای این روش اندازه‌گیری درصد نسبت پروتئین‌های محلول در تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد به کل پروتئین‌های موجود در نمونه می‌باشد. برای این منظور نمونه با تری‌کلرواستیک اسید مخلوط و سانتریفیوژ (دور ۴۵۰۰، دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، ۳۰ دقیقه) گردید. درجه هیدرولیز از طریق رابطه- ۱ محاسبه گردید.

رابطه -۱: (پروتئین کل در نمونه)/(میزان پروتئین حل شده در محلول تری کلرواستیک اسید۱۰درصد) =درجه هیدرولیز

۲-٤- ارزیابی کیفی

۲-٤-۱- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای به کمک یک گروه از افراد آشنا به طعم و بوی ماهی (دانشجویان دانشکده شیلات) انجام گرفت. نتایج حاصل ازارزیابی رنگ، بو، بافت، طعم و پذیر کلی در ۵ رتبه دسته بندی شد (۱۵).

۲-٤-۲- رنگ‌سنجی

رنگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond Tintometer Ltd., Amesbury, UK) مورد آنالیز قرار گرفت. متغیر*L برای بیان شاخص روشنایی از ۰ (بعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بعد سفیدی)، شاخص *a برای بیان بعد قرمزی-سبزی

1- Eppendorf, 5810 R, Germany
2- Christ, AKPHA, Germany
3- Thiobarbituric Acid
4- Free Fatty Acids
5- Degree of Hydrolysis

(*a+ نشان دهنده قرمزتر و *a–نشان دهنده سبزتر)، شاخص *b برای بیان بعد زرد-آبی (*b+ نشان دهنده زردتر و*b- نشان دهنده آبی‌تر) می‌باشد. میزان سفیدی از طریق رابطه ۲ محاسبه گردید.

Whiteness= 100-((100-L*)2+a*2+b*2)1/2

۲-٤-۳- سنجش بافت

۲-٤-۳-۱- آماده‌سازی ژل

نمونه‌گوشت پس از انجمادزدایی، به مدت ۱ دقیقه در مخلوط کن یکنواخت شد و سپس ۳درصد وزن آن نمک طعام اضافه کرده و به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد. سول حاصل را در پوشش‌های سوسیس پلی وینیلینی با قطر ۲/۵ سانتی‌متری پر شده و جهت جلوگیری از نفوذ آب، به خوبی بسته شد. سپس به مدت۴۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد در بن ماری گرما داده شد و پس از خارج کردن سریعاً در آب سرد، قرار داده شد و به منظور آماده‌سازی برای سنجش بافت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

۲-٤-۳-۲- سنجش بافت (TPA۱)

نمونه ژل با طول ۲۵ میلی‌متر تهیه گردید. سختی۲،بهم پیوستگی۳، نیروی چسبندگی۴، حالت جویدنی۵، خاصیت چسبندگی۶، خاصیت ارتجاعی۷، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (LFRA 4500- Brook Field) با سلول بار ۴/۵ کیلوگرم مجهز به پروب استوانه‌ای با قطر ۴/۵ میلی‌متر و سرعت ۲میلی‌متر بر ثانیه با۳۰ درصد تغییر شکل فشاری اندازه‌گیری شد (۱۶).

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

برای آنالیز داده‌ها از آزمایش اسپیلت پلات در زمان در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی دار α=۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی ترکیبات تقریبی

ترکیب تقریبی مواد غذایی بواسطه تأمین مواد غذایی ضروری نقش مهمی در سلامت بشر ایفا می‌کند. ترکیب تقریبی پروتئین هیدرولیز شده ماهی از نظر تغذیه انسان بسیار مهم می‌باشد. میزان پروتئین خام، چربی خام، رطوبت و خاکستر گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی در جدول-۱ نشان داده شده است.

۳-۱-۱-درجه هیدرولیز

میانگین نتایج سنجش درجه هیدرولیز با آنزیم آلکالاز معادل ۵۴/۹۳ درصد محاسبه گردید. باسکار و همکاران (۱۶) میزان پروتئین هیدرولیزشده ماهی را در محدوده ۵۰ درصد گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. میزان چربی خام در تیمار حاوی پروتئین هیدرولیز شده به طور معنی‌داری کمتر از ۵درصد بود. این کاهش محتوای چربی و پروتئین خام هیدرولیزشده ماهی می‌تواند به دلیل حذف چربی با شکستن پروتئین محلول می‌باشد (۱۷).

1- Texture Profile Analysis
2- Hardness
3- Cohesivness
4-Adhesiveness
5- Chewiness
6- Gumminess
7-Springness

جدول ۱- میزان ترکیبات تقریبی گوشت چرخ شده و پروتئین هیدرولیز شده ماهی کیلکای آنچوی

ترکیبات تقریبی (درصد)	پروتئین هیدرولیز شده	گوشت چرخ شده
پروتئین خام	**۷۶/۰۰±۰/۰۹**	۱۹/۶۴±۱/۰۹
چربی خام	**۲/۷۳±۰/۵۰**	۵/۲۳±۰/۵۰
رطوبت	**۱۳/۴۸±۰/۰۵**	۷۴/۱۵±۰/۴۰
خاکستر	**۷/۸۸±۰/۰۳**	۱/۰۸±۰/۰۱

جدول ۲- ترکیبات تقریبی (درصد) و pH تیمارهای مختلف حاوی پروتئین هیدرولیز شده و نگهدارنده سرمایی

تیمار	pH	خاکستر	چربی خام	پروتئین خام	رطوبت
MC	۶/۶۲±۰/۰۰ ^{C}	۴/۳۴±۰/۰۶ ^{C}	۵/۶۳±۰/۰۲ ^{A}	۱۹/۳۶±۰/۰۷ ^{C}	۷۰/۴۲±۰/۰۴ ^{B}
MH	۷/۱۴±۰/۰۰ ^{A}	۴/۷۵±۰/۰۲ ^{B}	۴/۸۳±۰/۰۱ ^{C}	۱۹/۷۶±۰/۰۴ ^{B}	۷۰/۶۱±۰/۰۲ ^{A}
MCH	۷/۰۸±۰/۰۰ ^{B}	۶/۴۵±۰/۰۳ ^{A}	۵/۱۸±۰/۰۵ ^{B}	۲۲/۲۳±۰/۰۹ ^{A}	۶۵/۵۵±۰/۰۸ ^{C}

(A-C) حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد می‌باشد.

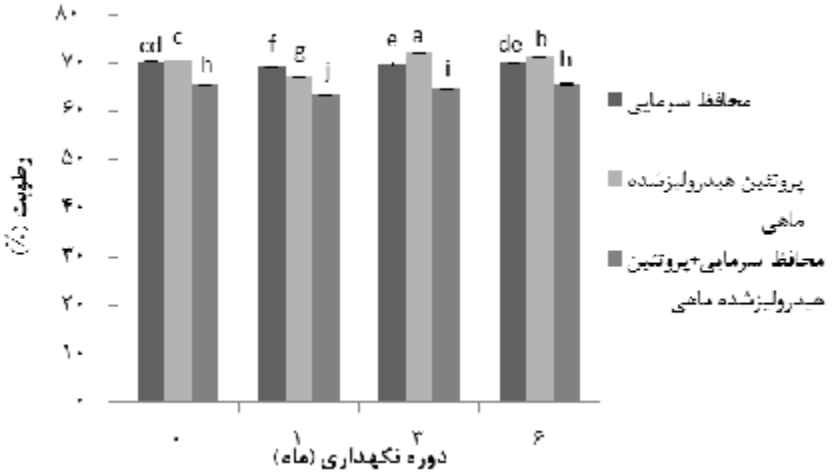
پروتئین هیدرولیز شده:H نگهدارنده سرمایی :C گوشت چرخ شده :M

در تیمار ترکیبی پروتئین هیدرولیزشده ماهی و محافظ سرمایی، درصد پروتئین نمونه‌ها بیشتر از سایر تیمارها بود، که این تغییر را به دلیل کاهش محتوای رطوبت می‌توان دانست (۱۶). میزان رطوبت تیمار ترکیبی کاهش معنی‌داری نسبت به دو تیمار دیگر داشته است.گالوز و برگی (۲۰۱۳) کاهش رطوبت با افزودن پروتئین هیدرولیزشده را به دلیل تاثیر آن بر توانایی پروتئین‌ها در جذب آب و اتصال به مولکول‌های آب عنوان کرد. گروه کربوکسیل و آمین انتهایی محصولات با تاثیر بر مقدار جذب آب و استحکام پیوندهای جذب، به عنوان جاذب رطوبت عمل می کنند. این کاهش در تیمار نهایی بیشتر از تیمار همراه با پروتئین هیدرولیزشده به تنهایی بود که تفاوت معنی‌دار را می‌توان ناشی از اثر محافظ‌های سرمایی در تیمار ترکیبی دانست. این تغییر در سایر مطالعات مشابه نیز گزارش شده است (۱۸). حداکثر عملکرد خواص کاربردی پروتئین ماهی، در pH بین ۶/۵ تا ۷ است، که همان pH گوشت ماهی است (۱۹). در تحقیق حاضر میزان pH از ۶/۶۲ تا ۷/۱۴ بین تیمارهای مختلف متغیر بود و میزان pH تیمار حاوی پروتئین هیدرولیزشده ماهی بیشتر از سایرین بود.

۳-۲- تغییرات میزان رطوبت

تغییرات مقادیر رطوبت تیمارهای مختلف طی زمان نگهداری به صورت منجمد در شکل ۱ نشان داده شده است. تیمار

ترکیبی پروتئین هیدرولیزشده و محافظ سرمایی میزان رطوبت کمتری نسبت به سایر تیمارها داشتند و تیمار حاوی پروتئین هیدرولیزشده پس ازماه سوم نگهداری رطوبت بالاتری نسبت به سایر تیمارها دارا بود. بالاتر بودن رطوبت در تیمار حاوی پروتئین هیدرولیزشده، را می‌توان به تاثیر پروتئین‌هیدرولیز شده ماهی بر توانائی پروتئین‌ها در جذب و اتصال به آب از طریق گروه‌های آمین و کربوکسیل انتهایی دانست، که با تأثیر بر مقدار جذب آب و استحکام پیوندها به عنوان جاذب رطوبت عمل می‌کند (۸, ۱۹).



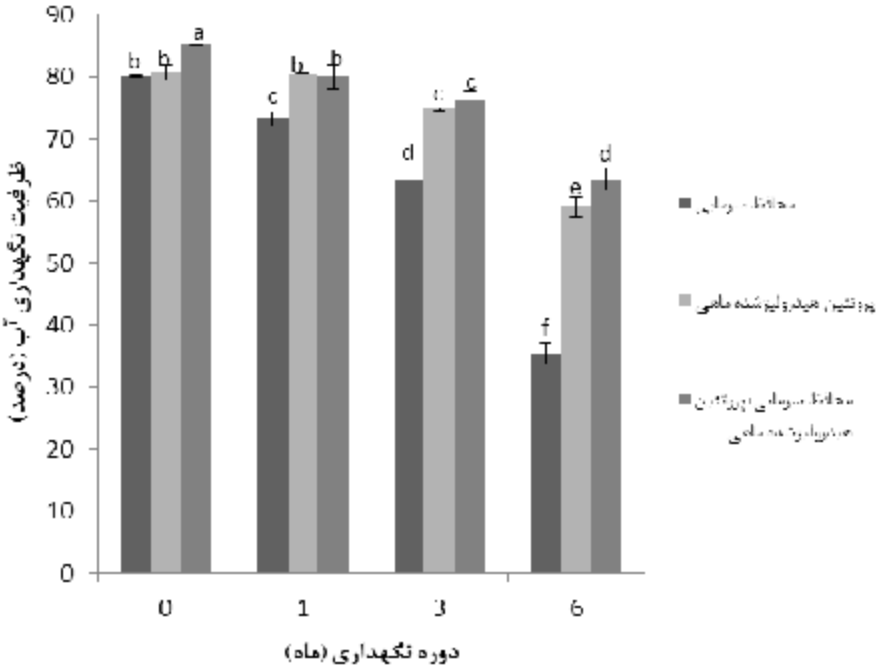
شکل۱- تغییرات مقادیر رطوبت گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی درتیمارهای حاوی محافظ سرمایی، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد

a-j حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشند.

سومجت و همکاران (۲۰) بیان کردند که کیتین هیدرولیزشده میگو اثرات تأخیری در دناتوره شدن سرمایی از طریق پایدار کردن مولکول‌های آب اطراف پروتئین دارد. افزودن پروتئین هیدرولیز شده کریل به پروتئین‌های میوفیبریل ماهی لیزارد در طول نگهداری به صورت منجمد، نشان داد که پروتئین هیدرولیزشده مانع از تغییر ماهیت پروتئین‌های میوفیبریل گردید (۲). در مطالعه‌ای دیگر بررسی افزودن محافظ‌های سرمایی بر پایداری گوشت چرخ شده نشان داد که با افزایش غلظت محافظ‌های سرمایی رطوبت کاهش یافت (۲۱).

۳-۳- تغییرات میزان ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب به توانایی پروتئین در جذب و نگهداری آب در ماتریکس پروتئین نسبت داده می‌شود و به عنوان یک پارامتر کیفی ضروری است. ظرفیت نگهداری آب از اهمیت زیادی برای صنعت و مصرف‌کننده برخوردار است. این عامل نه تنها قبل از پخت بر ظاهر محصول اثر می‌گذارد، بلکه بر میزان محصول بعد از پخت و آبدار بودن هنگام مصرف نیز تاثیرگذار است. از دست رفتن آب تحت تاثیر فاکتورهایی مثل جمود، زمان و دمای نگهداری، گونه، pH و محتوای نمک افزوده شده به محصول می‌باشد.



شکل۲- تغییرات مقادیر ظرفیت نگهداری آب گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی در تیمارهای حاوی محافظ سرمایی، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد

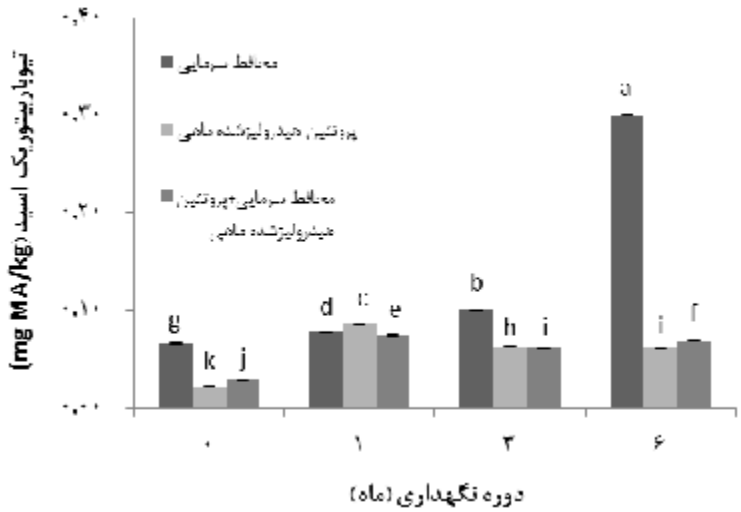
a-f حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشند.

تغییرات مقادیر ظرفیت نگهداری آب تیمارهای مختلف طی مدت نگهداری به صورت منجمد در شکل۲ نشان داده شده است. میزان اولیه این شاخص در تیمار حاوی محافظ سرمایی از ۸۰/۰۹ درصد تا ۸۵/۱۳ درصد در تیمار حاوی ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیزشده متغیر بود. از نظر میزان ظرفیت نگهداری آب در بین تیمارهای مختلف در کل دوره نگهداری تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. افزودن پروتئین هیدرولیزشده سبب افزایش قابل توجه میزان ظرفیت نگهداری گردید. گروه‌های قطبی مانند کربوکسیل و آمین که در طول هیدرولیز آنزیمی افزایش پیدا می‌کنند تاثیر مهمی بر مقدار آب جذب شده دارند (۲). با افزایش مقدار اسیدآمینه‌های گلایسین، آرژنین، آلانین و هیدروکسی پرولین در پروتئین هیدرولیز شده، ظرفیت نگهداری آب ماهی منجمد افزایش پیدا می‌کند (۸). نتایج تحقیق حاضر با همسو با یافته‌های چه‌ئونگ و همکاران (۵) بود. در مطالعه آن ها افزودن پروتئین هیدرولیزشده از هیک اقیانوس آرام به گوشت چرخ‌شده ماهی کاد، سبب بهبود توانایی نگهداری آب در نمونه‌های حاوی پروتئین هیدرولیز شده و ترکیب ساکارز-سوربیتول گردید.

۳-٤- میزان TBA

تغییرات میزان TBA گوشت چرخ شده کیلکای آنچوی طی نگهداری به صورت منجمد در شکل ۳ نشان داده است. مقدار TBA هر سه تیمار طی زمان افزایش یافت، اما این افزایش در تیمار حاوی محافظ سرمایی پس از ماه سوم نگهداری افزایش قابل توجهی نسبت به دو تیمار حاوی پروتئین هیدرولیزشده نشان داد. نتایج نشان دادند که افزودن پروتئین هیدرولیزشده و ترکیب آن با محافظ سرمایی تاثیر قابل توجهی در کاهش مقدار اکسیداسیون چربی گوشت چرخ‌شده ماهی طی نگهداری به صورت منجمد داشتند. تمامی تیمارها از نظر مقدار اکسیداسیون طی نگهداری در محدوده قابل قبول بودند. آزمایش TBA بر اساس رنگ صورتی تشکیل شده بین

مالونالدهید و معرف TBA است. مالونالدهید یکی از ترکیبات حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب است. این آزمون جهت ارزیابی میزان اکسیداسیون چربی و رانسیدیتی در محصولات بوده و حد قابل قبول این شاخص ۱-۲ میلی‌گرم مالونالدهید درکیلوگرم بوده و مقادیر بالاتر از نشان‌دهنده کاهش کیفیت می‌باشد (۲۲).



شکل ۳- تغییرات مقادیر تیوباربیتوریک اسید گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی درتیمارهای حاوی محافظ سرمایی، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد

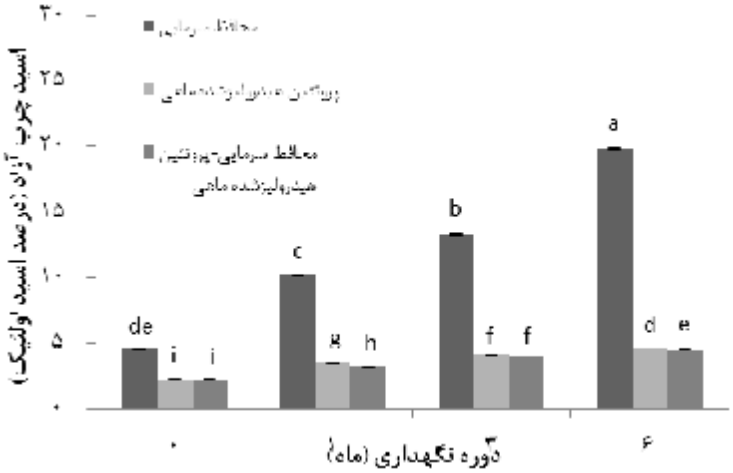
a-k حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشند.

روند تغییرات دو تیمار حاوی پروتئین هیدرولیزشده پس از ماه نخست تا انتهای زمان نگهداری نسبتا پایدار و یکنواخت بود. این کاهش قابل توجه را می‌توان به فعالیت آنتی‌اکسیدانی پپتیدهای ایزوله شده پروتئین ماهی نسبت داد (۲۳). فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها از طریق اتصال به یون‌های فلزی یا دادن الکترون/ هیدروژن است که به آن‌ها اجازه تعامل با رادیکال‌های آزاد و خاتمه‌دادن به فعالیت زنجیره‌های رادیکال یا جلوگیری از فعالیتشان را می‌دهد (۲۴). در این رابطه ترکیب اسیدهای آمینه و زنجیره‌های پپتیدی برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار مهم بوده و طبق گزارشات اسیدهای آمینه آب‌گریز و یک یا بیشتر اسیدهای آمینه هیستیدین، پرولین، متیونین، سیستئین، تیروزین، تریپتوفان و فنیل آلانین می‌توانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی پپتیدها را افزایش دهند (۸, ۲۴). همسو با نتایج تحقیق حاضر تاثیر آنتی‌اکسیدانی پروتئین هیدرولیز شده ماهی در کاهش میزان اکسیداسیون چربی در محصولات دریایی در سایر مطالعات نیز مشاهده شده است (۲, ۹, ۲۵).

۳-۵- میزان FFA

شکل۴ تغییرات میزان اسیدهای چرب‌آزاد در تیمارهای مختلف را طی نگهداری نشان می‌دهد. در ماه نخست نگهداری میزان این ترکیبات افزایش یافت؛ اما این افزایش در تیمار حاوی محافظ سرمایی نسبت به سایر تیمارها افزایش بیشتری داشته و به ۱۰/۲۴ درصد اسید اولئیک رسید. میزان FFA با افزایش زمان ماندگاری افزایش یافت ($P<0.05$). نتایج نشان دادند که هیدرولیز چربی در انتهای مدت ماندگاری در تیمار حاوی محافظ سرمایی به مقدار زیادی بود

و دو تیمار حاوی پروتئین هیدرولیز شده به طور معنی‌داری میزان اسید چرب آزاد کمتری داشتند .این نتایج هم‌سو با نتایج Yarnpakdee و همکاران بود (۳). FFA نه تنها از دیدگاه اکسیداسیون محصولات مهم است، بلکه بر خواص حسی نیز تاثیر مستقیم می‌گذارد. محدوده مطلوب این شاخص در روغن‌های خوراکی ۰ تا ۳ درصد اسید اولئیک گزارش شده است. در این تحقیق تیمار دارای محافظ سرمایی به تنهایی پس از ماه اول از حدمجاز بیشتر بود. به طور کلی مقادیر کمتر این شاخص نشان‌دهنده کیفیت مطلوب روغن محصول می‌باشد(۲۶). نتایج نشان‌دهنده آن هستند که پروتئین هیدرولیزشده توانایی مهار رادیکال‌های آزاد را دارند. شلاته کردن یون‌های فلزی و دادن الکترون، بخشی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی پروتئین هیدرولیزشده است و بطور موثری از اکسیداسیون چربی جلوگیری می‌نماید(۲۵).



شکل ٤- تغییرات مقادیر اسیدچرب آزاد گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی در تیمارهای حاوی محافظ سرمایی، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد
a-i حروف مشابه، بیانگر عدم اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ می‌باشند.

اسیدهای‌چرب آزاد بر گروه کربوکسیل اثر تحریک کننده داشته و تشکیل هیدروپراکسیدها و متعاقبا رادیکال‌های آزاد را تسریع می‌نمایند. علاوه بر این به‌دلیل کوچک بودن مولکول-های اسیدهای چرب آزاد نسبت به چربی‌های بزرگتر بیشتر در معرض اکسیداسیون توسط آنزیم‌هایی چون لیپازها و فسفولیپازها می‌باشند. این مسئله به شدت بر کیفیت حسی فراورده‌های غذایی دریایی تاثیرگذار است (۲۶). Yarnpakdee و همکاران (۳) هیدرولیز اسیدهای‌چرب گلیسرول را مهمترین تغییر طی نگهداری ماهی عنوان کردند و لیپاز و فسفولیپاز را سبب این هیدورلیز دانستند. اسیدهای چرب آزاد تولید شده مستعد اکسیداسیون هستند، در این راستا افزایش مقدار پراکسید و TBA طی نگهداری مشاهده گردید. شعبانپور و همکاران (۲۷) طی بررسی تغییر کیفیت گوشت چرخ شده کپور نقره‌ای حاوی محافظ سرمایی (۴درصد ساکارز، ۴درصد سوربیتول، ۰/۳درصد پلی فسفات) طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد، شاهد افزایش معنی‌دار میزان اسید چرب آزاد بودند. با توجه به تاثیر اسید چرب آزاد و اکسیداسیون بر توسعه طعم نامطلوب و کاهش کیفیت محصول، نگهداری گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ حاوی محافظ سرمایی بیش از ۴ ماه در دمای $18^{\circ}C$- سبب افت محسوس کیفیت ماهی گردید.

۳-٦- رنگ

تغییرات شاخص‌های رنگ تیمارهای مختلف در طول زمان نگهداری به صورت منجمد در جدول ۳ آورده شده است. میوگلوبین و هموگلوبین مسئول رنگ گوشت ماهی هستند این ترکیبات در پروتئین هیدرولیزشده ماهی باقی می مانند و اکسیداسیون این پروتئین‌ها در اثر هیدرولیز شاید سبب بروز رنگ زرد- قهوه ای گردد (۳). نتایج این تحقیق نشان داد که در تیمارهای حاوی پروتئین هیدرولیز شده مقدار شاخص b* (زردی) در اواسط زمان نگهداری اندکی بیشتر از سایر تیمارها بود. میزان سفیدی نمونه‌های حاوی پروتئین هیدورلیزشده بیشتر از تیمار محافظ سرمایی بود. مقدار بالای شاخص L* در ماه‌های انتهایی نگهداری در دو تیمار حاوی پروتئین هیدرولیزشده مشاهده گردید.

جدول ۳- تغییرات مقادیر شاخص‌های مختلف رنگ گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی درتیمارهای حاوی محافظ سرمایی، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد

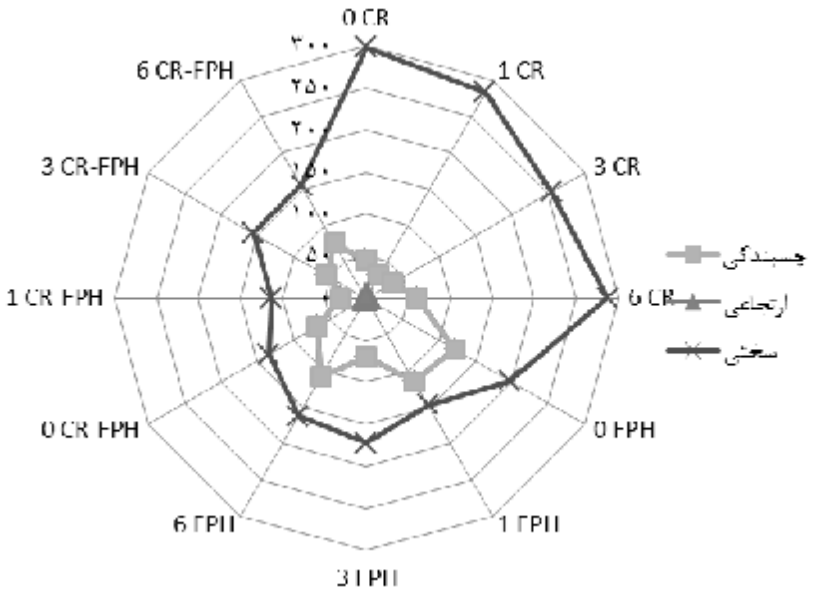
زمان نگهداری	تیمار	L^*	a^*	b^*	W
۰	نگهدارنده سرمایی	۵۰/۱۷±۰/۲۹^{f}	۵/۳۷±۰/۰۹^{a}	۰/۰٦±۰/۰۱^{cd}	٤۹/۸۸±۰/۲۸^{f}
	پروتئین هیدرولیز شده	۵۱/۲۸±۰/۲۲^{f}	۵/۲۷±۰/۱٤^{a}	۰/۳۳±۰/۱۰^{cd}	۵۱/۰۰±۰/۲۱^{f}
	نگهدارنده سرمایی+ پروتئین هیدرولیز شده	۵۰/٤۵±۰/۷۹^{f}	۵/۳۳±۰/۱۰^{a}	۰/۲٤±۰/۰۹^{cd}	۵۰/۱٦±۰/۷۷^{f}
۱	نگهدارنده سرمایی	٦۲/٤۳±۰/۵۲^{bc}	٤/٤۷±۰/۰۸^{cd}	۰/۰۹±۰/۰۱^{cd}	٦۲/۱٦±۰/۵۲^{bc}
	پروتئین هیدرولیز شده	٦۵/۲۹±۲/۱۵^{a}	۳/۹۵±۰/۱۵^{e}	۱/۲۲±۰/۲٦^{a}	٦۵/۰٤±۲/۱۲^{a}
	نگهدارنده سرمایی+ پروتئین هیدرولیز شده	٦۳/۷۵±۰/۱۸^{ab}	۵/۳۷±۰/۱۲^{a}	۰/۱٤±۰/۰۵^{cd}	٦۳/۳۵±۰/۱۸^{ab}
۳	نگهدارنده سرمایی	۵۱/۵۳±۰/۳٦^{f}	٤/٦۰±۰/۰۳^{bcd}	-۱/۱۳±۰/۰۵^{de}	۵۱/۳۱±۰/۳٦^{f}
	پروتئین هیدرولیز شده	٦۰/۸۹±۰/۰۳^{cd}	٤/۷۷±۰/۰٦^{bc}	۱/۱٦±۰/۱۸^{a}	٦۰/۵۸±۰/۰۳^{cd}
	نگهدارنده سرمایی+ پروتئین هیدرولیز شده	۵۷/۱۲±۰/۸۲^{f}	۵/۲۵±۰/۰٤^{f}	۰/۳۰±۰/۱۵^{f}	۵٦/۸۰±۰/۸۱^{f}
٦	نگهدارنده سرمایی	۵۹/۵۸±۰/۲۵^{d}	۵/۲۵±۰/۰٤^{a}	-۰/٤۳±۰/۲۵^{e}	۵۹/۲۳±۰/۲٤^{d}
	پروتئین هیدرولیز شده	٦۵/٤۵±۰/۲۱^{a}	٤/٤۵±۰/۰۹^{d}	۰/۸٦±۰/۳۷^{ab}	٦۵/۱۲±۰/۲۱^{a}
	نگهدارنده سرمایی+ پروتئین هیدرولیز شده	٦۳/۵٦±۰/۵۷^{ab}	٤/۸۲±۰/۱۹^{b}	۰/۳۹±۰/۰٦^{bc}	٦۳/۲٤±۰/۵۹0^{ab}

a-f حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها طی نگهداری است.

میزان روشنایی نمونه‌ها طی زمان افزایش یافت و این مقدار در دو تیمار حاوی پروتئین هیدرولیز شده بیشتر بود (P<۰/۰۵). این نتایج همسو با نتایج تحقیق طاهری و همکاران بود. مطالعه آن‌ها نشان داد پروتئین هیدرولیز شده آبزیان میزان زردی بیشتری دارند که بر محصول تاثیر می‌گذارد (۲۸). نتایج مطالعه ایبارا و همکاران (۲۹) نشان داد که افزودن پروتئین هیدرولیزشده به فیله‌های سالمون تاثیری در میزان روشنایی آن‌ها نداشت ولی افزودن نمک، پروتئین هیدرولیز شده شدت میزان زردی-آبی نمونه‌ها را افزایش داد.

۳-۷- بافت

بافت فاکتور تعیین‌کننده مهمی در مطلوبیت و پذیرش توسط مصرف‌کننده است (۲۹). سختی، خاصیت ارتجاعی، نیروی چسبندگی و جویدنی در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵). بالاترین میزان سختی بافت در تیمار حاوی محافظ سرمایی مشاهده شد و تیمارهای حاوی پروتئین هیدرولیزشده سختی کمتری داشتند. این موضع می‌تواند به دلیل اضافه کردن پروتئین هیدرولیز شده باشد که سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب گردید و تردی نمونه‌ها را افزایش داده و سختی نمونه‌ها کاهش یافت (۲۹). در مطالعات مشابه نگهداری نمونه‌های منجمد حاوی غلظت‌های بیشتر محافظ سرمایی سبب افزایش سفتی بافت گردید(۳۰).

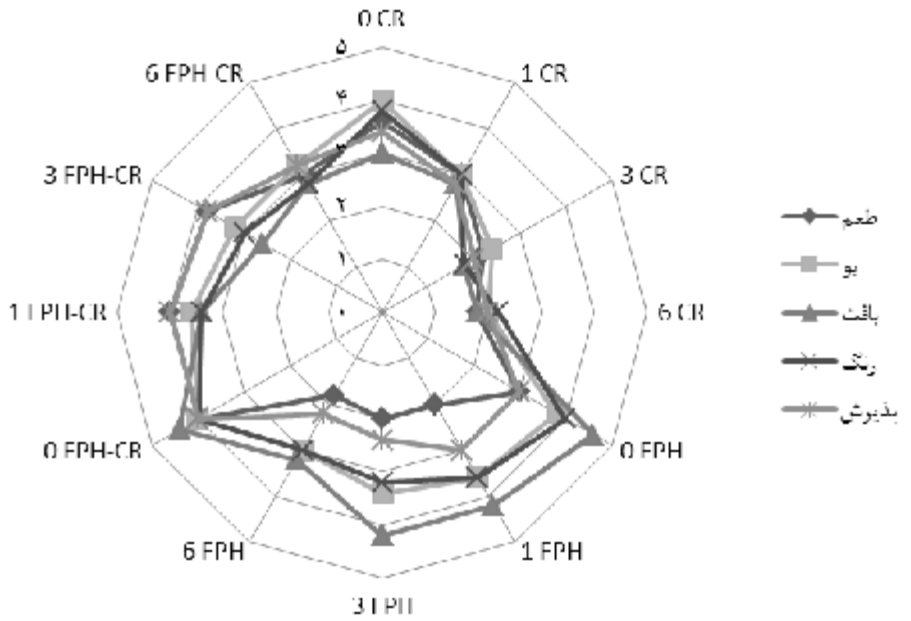


شکل ۵- تغییرات فاکتورهای بافت سنجی گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی در تیمارهای حاوی محافظ سرمایی (CR)، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی (CR-FPH) و پروتئین هیدرولیز شده ماهی (FPH) طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد

نمونه‌های حاوی محافظ سرمایی دارای کمترین و تیمارهای حاوی پروتئین هیدرولیز شده دارای بالاترین میزان چسبندگی نمونه بودند ($P<۰/۰۵$). این یافته همسو با نتایج سایر محققان بود. Korzeniowska و همکاران (۳۱) گزارش کردند که ترکیب سوربیتول-ساکارز منجر به کاهش ده درصدی نیروی چسبندگی ژل اکتومیوزین شد. این محققان مشاهده کردند که، میزان نیروی چسبندگی نمونه‌های اکتومیوزین حاوی پروتئین هیدرولیزشده مشابه نمونه شاهد منجمد نشده بود و از این رو نمونه‌های حاوی پروتئین هیدرولیزشده را برای نگهداری طی انجماد مناسب دانستند. از نظر خاصیت ارتجاعی، نمونه‌های حاوی پروتئین هیدرولیزشده و پس از آن نمونه‌های ترکیبی خاصیت ارتجاعی بالاتری از خود نشان دادند و تیمار محافظ سرمایی دارای خاصیت ارتجاعی ضعیف‌تری نسبت به سایرین بود. کاهش خاصیت ارتجاعی (گاهی تا ۲۰درصد) درمحصولات تولید شده حاوی محافظ سرمایی (شکر، ساکاروز و سوربیتول) در مطالعات مشابه نیز گزارش شده است (۳۱, ۳۲).

۳-۸- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی (طعم، بو، بافت، رنگ و پذیرش کلی) در شکل ۶ نشان داده شده است. تیمارهای حاوی پروتئین هیدرولیزشده دارای بوی بیشتری نسبت به تیمار محافظ سرمایی بودند. از نظر ارزیابان افزودن پروتئین هیدرولیزشده سبب بهبود بافت نمونه‌ها گردید و توانست بافت مطلوب‌تری نسبت به محافظ سرمایی ایجاد کند. این مسئله را می‌توان به بهبود ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها نسبت داد.



شکل ٦- ارزیابی حسی گوشت چرخ شده ماهی کیلکای آنچوی در تیمارهای حاوی محافظ سرمایی (CR)، پروتئین هیدرولیز شده ماهی و ترکیب محافظ سرمایی (CR-FPH) و پروتئین هیدرولیز شده ماهی (FPH) طی ٦ ماه نگهداری به صورت منجمد

پروتئین هیدرولیزشده سبب جلوگیری از تغییر ماهیت پروتئین‌ها می‌گردد (۴). این موضوع به حفظ بهتر بافت کمک نموده و سایر مطالعات نشان داد که نگهداری نمونه‌های منجمد حاوی محافظ سرمایی با غلظت‌های مختلف (ساکارز، سدیم تری فسفات، آلژینات، پروتئین ایزوله سویا) به مدت ۶ماه سبب سفتی بافت گردید (۳۳). ترکیبی از محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده ماهی بیشترین امتیاز طعم را به خود اختصاص دادند. محافظ‌های سرمایی با اتصال به آب و کاهش سرعت رشد کریستال‌های یخی در طول دوره انجماد باعث افزایش مطلوبیت محصول می‌گردند. اما طعم شیرین محافظ-های سرمایی مورد قبول مشتری نمی باشد (۳۳). از سوی دیگر، هیدرولیز آنزیمی پروتئین، باعث بهبود ویژگی‌های کارکردی آن می‌شود اما پپتیدهای کوتاه زنجیره تولیدی سبب گسترش طعم تلخ در محصول می‌شوند. افزودن محافظ سرمایی مطلوبیت کمتری از نظر ارزیابان داشت و طعم شیرین نیز در محصول پذیرش کمتری داشت و از این رو می‌توان بیان کرد که ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده می-تواند طعم مطلوبی به محصول دهد. افزودن پروتیئن هیدرولیز شده سبب جذابیت رنگ بهتری در محصول گردید و امتیاز بیشتری نسبت به محافظ سرمایی در محصول داشت. از نظر پذیرش کلی، افزودن ترکیب محافظ سرمایی و پروتئین هیدرولیز شده مطلوبیت بیشتری در نظر ارزیابان حسی داشت.

٤- نتیجه‌گیری

پروتئین‌های سارکوپلاسمی و اجزا ناپایدار در گوشت چرخ شده ماهیان موجب می‌شود تا طی نگهداری، تغییراتی در بافت و طعم آنها ایجاد شود. طی نگهداری محصولات منجمد، تغییر ماهیت پروتئینی و اکسیداسیون چربی اتفاق می‌افتد و از این‌رو استفاده از پروتئین هیدرولیز شده ماهی به‌دلیل داشتن خواص کاربردی و آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در حفظ کیفیت پروتئین ماهیان و کاهش روند اکسیداسیون چربی طی انجماد مؤثر باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که پروتئین هیدورلیز شده خاصیت آنتی‌اکسیدانی خوبی داشت. از این‌رو، پپتیدهای

پروتئین هیدولیز شده ماهی به جهت ویژگی‌های خاص از جمله خاصیت آنتی‌اکسیدانی و محافظت از کیفیت پروتئین‌ها طی دوره انجماد می‌توانند به عنوان جایگزین مناسبی برای محافظ سرمایی بکار روند.

۵- منابع

1. AOAC. 2002. Official Methods of Analysis: Gaithersburg, MD.
2. ASTM. 1968. American Society for T, Materials, Materials ACE-oSEo, Products. Manual on sensory testing methods: 34-42.
3. Bhaskar, N., Benila, T., Radha, C., and Lalitha, R.G. 2008. Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of Catla (Catla catla) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease. *Bioresource Technology*, 99(2):335-343.
4. Bigelow, W. and Lee, C.M. 2007. Evaluation of various infused cryoprotective ingredients for their freeze–thaw stabilizing and texture improving properties in frozen red hake muscle. *Journal of Food Science*, 72(1):C056-C64.
5. Bougatef, A., Nedjar-Arroume, N., Manni, L., Ravallec, R., Barkia, A. and Guillochon, D. 2010. Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (Sardinella aurita) by-products proteins. *Food Chemistry*,118(3):559-65.
6. Chalamaiah, M., Dinesh kumar, B., Hemalatha, R. and Jyothirmayi, T. 2012. Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135(4):3020-3038.
7. Cheung, I.W.Y., Liceaga, A.M., and Li-Chan, E.C.Y. 2009. Pacific Hake (Merluccius Productus) hydrolysates as cryoprotective agents in frozen pacific cod fillet mince. *Journal of Food Science*, 74(8):C588-C594.
8. Connell , J.J. 1990. Methods of Assessing and Selecting for Quality. Control of Fish Quality. 3 ed: Fishing News Books, Oxford; 240 p.
9. Donald, G.A.M. and Lanier, T.C. 1994. Actomyosin stabilization to freeze-thaw and heat denaturation by lactate salts. *Journal of Food Science*, 59(1):101-105.
10. Dong, S., Zeng, M., Wang, D., Liu, Z., Zhao, Y., and Yang, H.2008. Antioxidant and biochemical properties of protein hydrolysates prepared from Silver carp (Hypophthalmichthys molitrix*). Food Chemistry*, 107(4):1485-1493.
11. Hoyle, N.T. and Merrl, J.H. 1994. Quality of fish protein hydrolysates from herring (Clupea harengus). *Journal of Food Science*, 59(1):76-79.
12. barra, J.P., Teixeira, A., Simpson, R., Valencia, P. and Pinto, M. 2013. Almonacid S. Addition of fish protein hydrolysate for enhanced water retention in Sous Vide processing of salmon. *Journal of Food Processing and Technology*, 4(7):241.
13. Jenkelunas, P.J. and Li-Chan, E.C.Y. 2018. Production and assessment of Pacific hake (Merluccius productus) hydrolysates as cryoprotectants for frozen fish mince. *Food Chemistry*, 239:535-543.
14. Karnjanapratum, S. and Benjakul, S. 2015. Cryoprotective and antioxidative effects of gelatin hydrolysate from unicorn leatherjacket skin. *International Journal of Refrigeration*, 49:69-78.
15. Khan, M.A.A., Hossain, M.A., Hara, K., Osatomi, K., Ishihara, T. and Nozaki, Y. 2003. Effect of enzymatic fish-scrap protein hydrolysate on gel-forming ability and denaturation of lizard fish Saurida wanieso surimi during frozen storage. *Fisheries Science*, 69(6):1271-1280.
16. Kirk, S., and Sawyer, R.1991. Pearson's composition and analysis of foods. 9 ed: Longman Group Ltd.
17. Korzeniowska, M., Cheung, I.W.Y. and Li-Chan, and E.C.Y. 2013. Effects of fish protein hydrolysate and freeze–thaw treatment on physicochemical and gel properties of natural actomyosin from Pacific cod. *Food Chemistry*, 138(2):1967-75.
18. Liu, Q., Liu, Y., Yu, J., Wang, F. and Li, X. 2019. Identification and characterization of cryoprotective peptides extracted from silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) hydrolysates. *International Journal of Food Properties*, 22(1):1011-1023.
19. Lizárraga-Mata, W.L., García-Sifuentes, C.O., Scheuren-Acevedo, S.M., Lugo-Sánchez, M.E., Zamorano-García, L. and Ramirez-

storage. *Food Research International*, 31(2):87-98.
27. Sych, J., Lacroix, C., Adambounou, L.T. and Castaigne, F. 1990. Cryoprotective effects of lactitol, palatinit and polydextrose on cod surimi proteins during frozen storage. *Journal of Food Science,* 55(2):356-360.
28. Taheri, A., Anvar, S.A.A., Ahari, H. and Fogliano, V. 2013. Comparison the functional properties of protein hydrolysates from poultry byproducts and rainbow trout. *IFRO*, 12(1):154-69.
29. Yarnpakdee, S, Benjakul, S., Nalinanon, S. and Kristinsson, H.G. 2012. Lipid oxidation and fishy odour development in protein hydrolysate from Nile tilapia (Oreochromis niloticus) muscle as affected by freshness and antioxidants. *Food Chemistry*, 132(4):1781-1788.
30. Yoo, B.J. 2014. The Effect of cryoprotectants on the properties of pacific sand lance ammodytes personatus girard surimi during frozen storage. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(3): 291–298.
31. Yoon, K.S. and Lee, C.M. 1990. Cryoprotectant Effects in Surimi and Surimi/Mince-based Extruded Products. *Journal of Food Science*, 55(5):1210-1216.
32. . You, L., Zhao, M., Regenstein, J.M. and Ren, J. 2010. Purification and identification of antioxidative peptides from loach (Misgurnus anguillicaudatus) protein hydrolysate by consecutive chromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. *Food Research International*, 43(4):1167-73.
33. Zhou, W.J., Wang, F.X., Yu, J., Li, X.H. and Liu, Y.L. 2019. Cryoprotective effects of protein hydrolysates prepared from by-products of silver carp (Hypophthalmichthys Molitrix) on freeze-thawed surimi. *Applied Sciences*, 9(3):563.

Suárez, J.C. 2016. Mince from Tilapia-Backbone: Effects of washing and cryoprotectant addition during frozen storage. *Journal of Food Research*, 5(5):32.
20. Mueller, J. P. and Liceaga, A.M. 2016. Characterization and cryoprotection of invasive silver carp (Hypophthalmicthys molitrix) protein hydrolysates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(1):131-143.
21. Nopianti, R., Huda, N., Ismail, N., Ariffin, F. and Easa, A.M. 2013. Effect of polydextrose on physicochemical properties of threadfin bream (Nemipterus spp) surimi during frozen storage. *Journal of food science and technology*, 50(4):739-46.
22. Özyurt, G., Şimşek, A., Etyemez, M. and Polat, A. 2013. Fatty acid composition and oxidative stability of fish oil products in turkish retail market. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(3):322-329.
23. Shaabanpour, B., Asgharzadeh Kani, A., Hosseini, H. and Abbasi, M. 2008. Lipid quality changes of silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) during frozen storage. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(1):38-43.
24. Skipnes, D., Østby, M.L. and Hendrickx, M.E. 2007. A method for characterising cook loss and water holding capacity in heat treated cod (Gadus morhua) muscle. *Journal of Food Engineering*, 80(4):1078-1085.
25. Somjit, K., Ruttanapornwareesakul, Y., Hara, K. and Nozaki, Y. 2005. The cryoprotectant effect of shrimp chitin and shrimp chitin hydrolysate on denaturation and unfrozen water of lizardfish surimi during frozen storage. *Food Research International*, 38(4):345-355.
26. Sultanbawa, Y. and Li-Chan, E.C.Y. 1998. Cryoprotective effects of sugar and polyol blends in ling cod surimi during frozen

(Original Research Paper)

Effects of fish Protein Hydrolysate of Caspian Sprat *(Clupeonella engrauliformis)*on Oxidative Stability and Functional Properties of Its Mince During Frozen Storage

Bahareh Shabanpour[1*], Parastoo Pourashouri[1], Zahra Besharati[1]

1-Department of Sea Food Processing, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received:09/07/2019 Accepted:01/06/2020

Abstract

The use of fish protein hydrolysate (FPH) due to its functional and antioxidant properties can be effective in reducing the rate of lipid oxidation and maintaining the quality of fish protein during frozen storage. In this study, the effect of addition hydrolyzed protein on minced anchovy (Clupeonella engrauliformis) during 6 months of frozen storage in three experimental treatments was investigated. Therefore, the first treatment contained 8% of FPH; the second one, contained cryoprotectant, a mixture of sucrose and sorbitol (8% and 0.3% polyphosphate) and the last one, contained the mixture of FPH and cryoprotectant. According to results, water holding capacity of frozen minced meat increased significantly as a result of FPH; also, these samples showed better texture than cryoprotectant treatment ($P<0.05$). In the cryoprotectant treatment, the level of lipid oxidation and free fatty acid (FFA) was higher than the samples containing FPH ($P<0.05$). The addition of FPH increased the lightness (L*) and whiteness (w) of minced meat during storage. The sensory evaluations showed that the combination of FPH and cryoprotectant due to the reduction of bitterness, compared to the FPH treatment, led to better acceptance of the product. According to the results, the use of FPH in the combination of cryoprotectant maybe is a suitable treatment to maintain the quality of minced meat during frozen storage.

Key words: Fish Protein Bydrolysate, Fish Mince, Anchovy, Cryoprotectant.

*Corresponding Author: b_shabanpour@yahoo.com