www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۵، جلد ۵، شماره ۱، صفحات ۳۸-۲۷
Doi:10.22101/JRIFST.2016.06.01.513

JRIFST

بررسی خواص عملکردی پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*)

ریحانه شکرپور رودباری[۱]، علی معتمدزادگان[۲]*، سیدهاشم حسینی پرور[۳]، محمودرضا اویسی پور[۴]

۱- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی ۵۷۸
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی ۵۷۸
* نویسنده مسئول (amotgan@yahoo.com)
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی ۵۷۸
۴- پژوهشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه واشنگتن – آمریکا، صندوق پستی ۶۴۶۳۷۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۴

واژه‌های کلیدی
آلکالاز
امولسیون‌کنندگی
ظرفیت جذب روغن
کف‌زایی
کوسه چانه سفید

چکیده

پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید (Carcharhinus dussumieri) توسط آنزیم آلکالاز با فعالیت آنزیمی ۳۵ آنسون به ازای هر کیلوگرم پروتئین در دمای ثابت ۵۵ درجه سانتی‌گراد و در بازه‌های زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه تولید شد. در هر بازه زمانی، هیدرولیز در چهار مرحله پی در پی (با فواصل زمانی مشابه) انجام شد. خواص عملکردی از جمله ظرفیت جذب روغن، خاصیت کف‌زایی و امولسیون‌کنندگی، دانسیته توده‌ای و ویسکوزیته این پروتئین‌ها در سه درجه هیدرولیز ۱/۹۱، ۲/۲۵ و ۲/۵۳ درصد اندازه‌گیری گردید. بین ظرفیت جذب روغن و خاصیت کف‌کنندگی با درجه هیدرولیز ارتباط مشخصی وجود نداشت و هر دو پارامتر در درجه هیدرولیز ۲/۲۵٪ بیشترین مقدار را داشتند ($P<0/05$). همچنین پایداری کف طی نگهداری در دمای محیط کاهش یافته و کف تشکیل‌شده بعد از ۶۰ دقیقه کاملاً از بین رفت. با افزایش درجه هیدرولیز ظرفیت امولسیون‌کنندگی کاهش یافت. پایداری امولسیون نمونه‌های هیدرولیز شده با افزایش درجه هیدرولیز و مدت زمان نگهداری کاهش یافت ($P<0/05$). همچنین با افزایش درجه هیدرولیز دانسیته توده‌ای افزایش پیدا کرد اما ویسکوزیته کاهش یافت. پروتئین‌های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید خواص عملکردی مطلوبی را از خود نشان دادند.

مقدمه

امروزه، ضایعات حاصل از فراوری محصولات شیلاتی و بسته‌بندی فیله ماهی بدون هیچ تلاشی برای استفاده بهینه از آن، به عنوان ضایعات غیرخوراکی دور ریخته می‌شود.کوسه چانه سفید[1] یکی از گونه‌های مهم کوسه آب‌های جنوب ایران می‌باشد که به دلیل بالا بودن میزان اوره در گوشت آن بازارپسندی کمی دارد. علی‌رغم اوره‌زدایی باز هم این گوشت برای افرادی که ناراحتی‌های قلبی-عروقی، نقرس و فشارخون بالا دارند توصیه نمی‌شود. لذا بخش اعظمی از این گونه ماهیان کم مصرف نیز به عنوان ضایعات دور ریخته می‌شوند (Onadenalore & shahidi, 1996).

[1] Carcharhinus dussumieri

از طرفی بسیاری از تولیدکنندگان فرآورده‌های دریایی مجاز نیستند تا مستقیماً ضایعات را در محیط زیست رها سازند در نتیجه هزینه اضافه‌ای برای تصفیه مواد قبل از دور ریختن آنها متحمل می‌شوند (Ovissipour *et al.*, 2009). اگر این ضایعات با روش‌های علمی و مناسب تحت تیمار قرار بگیرند هم می‌توان از آنها موادی با خواص مختلف تولید نمود و هم مشکلات زیست محیطی ناشی از دور ریختن آنها را کاهش داد. از جمله این مواد با ارزش می‌توان به پروتئین اشاره نمود که با استفاده از آنزیم‌های مختلف قابل استخراج است. پروتئین‌های هیدرولیز شده از ضایعات منابع دریایی به عنوان یک منبع جدید پروتئینی محسوب شده که علی‌رغم ارزش تغذیه‌ای زیاد از نظر اقتصادی کم هزینه بوده و خواص عملکردی مطلوبی را دارا می‌باشند. از جمله خواص عملکردی می‌توان به ظرفیت جذب روغن، خواص کف‌زایی، امولسیون‌کنندگی و ... اشاره نمود (Diniz & Martin, 1997; Kristinsson & Rasco, 2000). با تولید و بررسی خواص عملکردی این پروتئین‌ها می‌توان در صورت امکان آنها را در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی مورد استفاده قرار داد. ظرفیت امولسیون‌کنندگی ویژگی مهم دیگری است که عمدتاً برای اندازه‌گیری توانایی پروتئین‌های هیدرولیز شده در شکل‌گیری و پایدارسازی امولسیون‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kinsella, 1976). در واقع پروتئین‌های هیدرولیز شده مواد فعال سطحی هستند که به دلیل داشتن گروه‌های آب‌گریز و آب‌دوست و قابلیت انحلال در آب، باعث افزایش امولسیون‌های نوع روغن در آب می‌شوند (Gbogouri *et al.*, 2004). خواص امولسیون‌کنندگی پروتئین‌های هیدرولیز شده، به عوامل متعددی از جمله به اندازه پپتیدها وابسته بوده و با کنترل شدت هیدرولیز، بهبود پیدا می‌کند. تحقیقات حاکی از آن می‌باشد که هیدرولیز شدید باعث از دست دادن بسیاری از خواص امولسیون‌کنندگی می‌شود (Mahmoud, 1994). در تمام پژوهش‌هایی که تاکنون در خصوص بررسی پروتئین‌های هیدرولیز شده انجام گرفته، تنها بخشی از سوبسترا هیدرولیز و محلول شده و یا برای افزایش راندمان استحصال پروتئین محلول، هیدرولیز شدید انجام گرفته است. لذا در تحقیق حاضر به منظور افزایش راندمان محلول‌سازی پروتئین‌ها و احتمالاً حفظ بهتر خواص عملکردی پروتئین‌های هیدرولیز شده از طریق ممانعت از هیدرولیز شدید، هیدرولیز مرحله‌ای (۴ مرحله متوالی) در بازه‌های زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه انجام شد.

Diniz و همکاران (۱۹۹۷) در یک تحقیق بر روی پروتئین‌های هیدرولیز شده کوسه[1]، تأثیر شدت هیدرولیز بر خواص عملکردی این پروتئین‌ها را ارزیابی نمودند. نتایج تحقیقات نشان داد که درجه هیدرولیزهای مختلف بر خواص عملکردی پروتئین‌ها مؤثر است، اما تفاوت بین درجه هیدرولیزهای نزدیک به هم (۶/۵ و ۱۸/۸٪) زیاد نیست. این محققین گزارش نمودند که با افزایش درجه هیدرولیز خاصیت امولسیون‌کنندگی و کف‌کنندگی و ظرفیت جذب روغن نمونه‌ها کاهش یافت. همچنین با افزایش غلظت محلول‌های پروتئینی تهیه شده، میزان ویسکوزیته ظاهری افزایش پیدا کرد ولی با افزایش درجه هیدرولیز از میزان ویسکوزیته کاسته شد.

گوشت ماهی تروالی نوار زرد[2] توسط Klompong و همکاران (۲۰۰۷)، به وسیله آنزیم آلکالاز و فلاورزایم هیدرولیز شد و خواص عملکردی پروتئین‌های هیدرولیز شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که با افزایش درجه هیدرولیز، ویژگی‌هایی مثل ظرفیت امولسیون‌کنندگی، شاخص پایداری امولسیون، ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف کاهش یافت که به دلیل کوتاه شدن زنجیر پپتیدی گزارش شد.

Liceaga-Gesualdo و همکاران (۱۹۹۹) شاه ماهی اطلس[3] را توسط آلکالاز در زمان‌های مختلف هیدرولیز کرده و خواص عملکردی آن را بررسی کردند. نتایج بررسی این محققین نشان داد که پروتئین‌های هیدرولیز شده در درجه هیدرولیز ۳۶٪ پایداری امولسیون خوبی داشتند (بیش از ۱۲۰ دقیقه) و در مقایسه با پروتئین هیدرولیز نشده ظرفیت کف‌کنندگی ۱۴۲٪ را از خود نشان دادند.

[1] Squalusacanthias
[2] Selaroidesleptolepis
[3] Clupeaharengus

خواص عملکردی پروتئین هیدرولیز شده از پوست ماهی کپور[1] توسط Waswa و همکاران (۲۰۰۷) در درجه هیدرولیزهای ۵/۰۲، ۱۰/۴ و ۱۴/۹٪ بررسی شد. این پروتئین‌ها در درجه هیدرولیز کمتر ظرفیت امولسیون‌کنندگی و جذب روغن بهتری داشتند. این محققین گزارش نمودند این نوع پروتئین‌ها پتانسیل مناسبی برای مصرف در ترکیبات مواد غذایی به عنوان امولسیفایر و اتصال‌دهنده دارند.

در تحقیق حاضر برخی خواص عملکردی پروتئین‌های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیزهای مختلف که شامل میزان ظرفیت جذب روغن، خواص کف‌کنندگی، خواص امولسیون‌کنندگی، دانسیته توده‌ای و ویسکوزیته می‌باشد، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

کوسه چانه سفید[2] از بندر چابهار صید شد و به صورت منجمد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به کارخانه بسته‌بندی ماهی (کیان ماهی خزر، بابلسر، ایران) ارسال گردید. در کارخانه، امعاء و احشاء آن به صورت منجمد خارج شده و ماهی پوست‌گیری شد. گوشت کوسه به صورت منجمد در داخل یونولیت طی یک ساعت به آزمایشگاه مرکز رشد واحدهای فناوری طبرستان در ساری منتقل گردید. در محل آزمایشگاه گوشت ماهی توسط چرخ‌گوشت صنعتی با قطر سوراخ ۰/۵ میلی‌متر به طور کامل چرخ شد. سپس گوشت چرخ شده ماهی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شده و به منظور آزمایش‌های بعدی در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.

همچنین به منظور هیدرولیز آنزیمی، از آنزیم آلکالاز (خریداری شده از شرکت نووزایم، کشور دانمارک) با فعالیت آنزیمی ۲/۴L (آنسون[3] به ازای هر میلی‌لیتر آنزیم) استفاده شد. این آنزیم تا زمان آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.

هیدرولیز پروتئین گوشت کوسه

به دلیل وجود اوره و مواد ازته فرار زیاد در گوشت کوسه، قبل از انجام هیدرولیز طی دو مرحله شستشو با آب نمک ۰/۱ مولار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مقدار مواد ازته فرار آن کاهش داده شد (Onadenalore & Shahidi, 1996). بدین منظور در مرحله اول شستشو یک قسمت از گوشت با وزن معلوم با مقدار ۳ برابر وزنی آب نمک با غلظت ۰/۱ مولار مخلوط و با استفاده از همزن مکانیکی (مدل IKA،RW20، ساخت آلمان) با سرعت۱۵۰ دور بر دقیقه در مدت ۱۰ دقیقه پخش و یکنواخت گردید. مخلوط حاصله سپس به مدت ۱۵ دقیقه و با دور ۲۴۰۰×g سانتریفوژ (مدل BH-1200، شرکت بهداد، ساخت ایران) شد. پس از سانتریفوژ مایع رویی برداشته شده و پروتئین رسوبی برای بار دوم (همانند مرحله اول) شستشو داده شد. در مرحله دوم نیز مایع رویی دور ریخته شد و پروتئین رسوب یافته آماده هیدرولیز با آنزیم آلکالاز گردید. برای انجام هیدرولیز، یک نسبت از گوشت شستشو شده کوسه‌ماهی با ۲ برابر وزنی آب مقطر در ارلن مایرهای ۱۰۰۰ میلی‌لیتری ریخته و در بن ماری (مدل Memmert, WB14، آلمان) با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از تنظیم دما، آنزیم آلکالاز (۳۵ آنسون به ازای یک کیلوگرم پروتئین) به آن افزوده شد و به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه عمل هیدرولیز روی نمونه‌ها در همین دما انجام گردید. بعد از پایان هیدرولیز به منظور غیرفعال‌سازی آنزیم، ظروف حاوی نمونه در بن ماری با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شدند. برای خنک کردن نمونه‌های غیرفعال شده از آب و یخ استفاده گردید.

نمونه‌ها بعد از خنک شدن تا دمای معمولی اتاق با استفاده از سانتریفوژ با دور ۲۴۰۰×g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. تمام مراحل هیدرولیز ذکر شده در بالا در هر دوره زمانی هیدرولیز (۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه) در ۴ مرحله متناوب ادامه یافت. به طوری که ماده رسوبی حاصل از هر سانتریفوژ به عنوان ماده اولیه هیدرولیز بعدی با زمان هیدرولیز مشابه استفاده گردید.

[1] Ctenopharyngodonidella
[2] Carcharhinusdussumieri
[3] Anson

اندازه‌گیری درجه هیدرولیز

اندازه‌گیری درجه هیدرولیز بر مبنای درصد نسبت پروتئین‌های محلول در تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد به کل پروتئین‌های موجود در نمونه انجام شد. برای این منظور ۵ میلی‌لیتر از نمونه با ۵ میلی‌لیتر از تری‌کلرواستیک اسید ۲۰ درصد مخلوط گردید و پس از هم‌زدن به مدت ۵ دقیقه با سرعت۳۲۰۰ دور بر دقیقه طی ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. سپس مقدار پروتئین در فاز محلول اندازه‌گیری و میزان درجه هیدرولیز با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Fonkwe & Singh, 1996).

رابطه (۱)

$$\text{درجه هیدرولیز} = \frac{\text{پروتئین حل شده در محلول } 10 \text{ درصد از } TCA}{\text{کل پروتئین های نمونه}}$$

اندازه‌گیری ظرفیت جذب روغن

برای اندازه‌گیری ظرفیت جذب روغن، ۵۰ میلی‌گرم از پروتئین هیدرولیز شده با ۱ میلی‌لیتر روغن آفتابگردان مخلوط گردید و به مدت ۳۰ ثانیه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه ورتکس شد. سپس با شدت g× ۱۰۰۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ (مدل Labnet, Z36HK، آلمان) گردید. روغن اضافی دور ریخته شد و نمونه همراه با روغن جذب شده وزن گردید. ظرفیت جذب روغن به صورت وزن روغن جذب شده (بر حسب میلی‌گرم) توسط ۵۰ میلی‌گرم نمونه گزارش شد (Haque & Mozaffar, 1992).

اندازه‌گیری ظرفیت کف‌کنندگی

برای اندازه‌گیری ظرفیت کف‌کنندگی ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۳٪ پروتئینی تهیه شده و در استوانه مدرج ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. سپس به مدت یک دقیقه با التراتراکس (مدل T25، IKA، ساخت آلمان) با سرعت ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد. حجم مخلوط نهایی قرائت شد. درصد افزایش حجم در زمان صفر نسبت به حجم محلول اولیه به عنوان ظرفیت کف‌کنندگی در نظر گرفته شد (رابطه۲) (Onadenalore & Shahidi, 1996).

رابطه (۲)

$$\text{ظرفیت کف‌کنندگی } (\%) = [(A- B) /B)]\times 100$$

A= حجم نمونه در زمان‌های مختلف بعد از تشکیل کف (میلی‌لیتر)

B= حجم نمونه قبل از تشکیل کف (میلی‌لیتر)

اندازه‌گیری پایداری کف

برای محاسبه میزان پایداری کف، حجم کف در زمان‌های ۰/۵، ۵، ۱۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه بعد از تشکیل کف قرائت شد و با استفاده از رابطه ۲، درصد حجم کف باقی‌مانده در هر یک از زمان‌های مذکور به عنوان شاخص پایداری کف گزارش شد (Onadenalore & Shahidi, 1996).

اندازه‌گیری ظرفیت امولسیون کنندگی

۱۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از پروتئین هیدرولیز شده تهیه و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد استراحت داده شد. ۱۰ میلی‌لیتر روغن آفتابگردان (نینا، شرکت فرآورده‌های روغنی ایران، ۱۰۰٪ خالص) به آن افزوده شد و مخلوط با التراتراکس با سرعت ۲۰۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۹۰ ثانیه هم زده شد. سپس طی ۳ دقیقه با دورg×۲۴۰۰ سانتریفوژ گردید. حجم بخش امولسیون شده قرائت گردید. میزان ظرفیت امولسیون‌کنندگی به صورت حجم قسمت امولسیون شده به حجم کل محتویات ظرف بیان گردید (Slizyte *et al*, 2009).

اندازه‌گیری پایداری امولسیون

برای محاسبه پایداری امولسیون ابتدا امولسیون تشکیل شده در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. میزان حجم امولسیون بعد از ۴ و ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرائت گردید. میزان پایداری امولسیون به صورت حجم قسمت امولسیون شده به حجم کل محتویات ظرف در هر یک از زمان‌های مذکور گزارش گردید (Slizyte *et al*., 2009).

اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای

برای اندازه‌گیری دانسیته توده‌ای، حجم مشخصی از استوانه مدرج ۱۰ میلی‌لیتری با پودر پروتئین پر گردید. استوانه قبل و بعد از پر شدن با نمونه توزین گردید.دانسیته توده‌ای مطابق رابطه۳ محاسبه گردید (Wang & Kinsella, 1976).

رابطه (۳)

$$\rho = \frac{M}{V}$$

M= وزن نمونه

V= حجم نمونه

اندازه‌گیری ویسکوزیته سینماتیک

اندازه‌گیری ویسکوزیته مطابق با روش Regenstein و همکاران (۱۹۸۴) با استفاده از ویسکومتر لوله موئین(Cannon-Fenske viscometer) شماره ۱۰۰ انجام شد. بدین ترتیب که ۷/۱ میلی‌لیتر از محلول پروتئین‌های هیدرولیز شده (با غلظت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵٪) با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ویسکومتر لوله موئین ریخته شد. دمای ویسکومتر به وسیله حمام آبی در ۱۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. مدت زمان عبور نمونه از ویسکومتر اندازه‌گیری گردید. ویسکوزیته سینماتیک (بر حسب سانتی استوک) مطابق رابطه ۴ به دست آمد.

رابطه (۴)

ویسکوزیته= زمان جریان × C_0(۱−B)(دمای آزمایش − دمای پر کردن))

C_0=۰/۰۱۵۳۶

B=۸۶/۲ ×۱۰$^{-۶}$/°C

آنالیز آماری

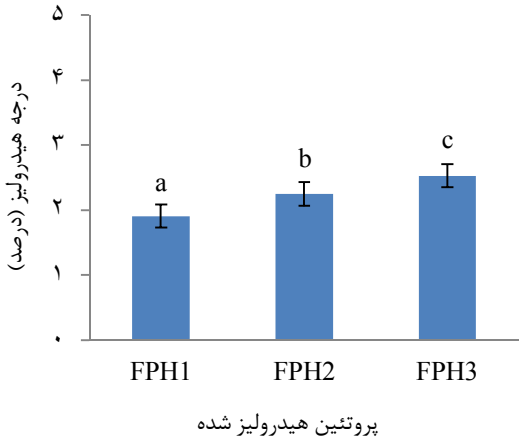
برای آنالیز آماری داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه و طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سطح اعتماد ۹۵ درصد با استفاده از آزمون آماری دانکن استفاده شد. بدین منظور از نرم‌افزار MSTATC نسخه ۱/۴۲ برای آنالیز آماری و از نرم‌افزار Excel برای رسم شکل‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

درجه هیدرولیز

درجه هیدرولیز نمونه‌ها در سه دوره زمانی هیدرولیز ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه به ترتیب ۱/۹۱، ۲/۲۵ و ۲/۵۳ به دست آمد. بین این داده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (شکل۱). در نتیجه با افزایش مدت زمان هیدرولیز، درجه هیدرولیز افزایش می‌یابد. در واقع می‌توان گفت با افزایش زمان هیدرولیز آنزیم و سوبسترا در مدت زمان بیشتری در مجاورت هم قرار داشته و شدت هیدرولیز بیشتر می‌شود.

Liaset و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که افزایش زمان هیدرولیز باعث افزایش درجه هیدرولیز ماهی سالمون با استفاده از آنزیم آلکالاز می‌گردد. نتیجه مشابهی هم توسط Souissi و همکاران (۲۰۰۷) در مورد امعاء و احشاء ماهی ساردین به دست آمد. معتمدزادگان و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که افزایش زمان اثر آنزیم پاپائین باعث افزایش شدت درجه هیدرولیز پروتئین‌های میوفیبریلار ماهی کیلکا می‌شود.



شکل۱- تأثیر زمان هیدرولیز بر درجه هیدرولیز- حروف متفاوت به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

ظرفیت جذب روغن

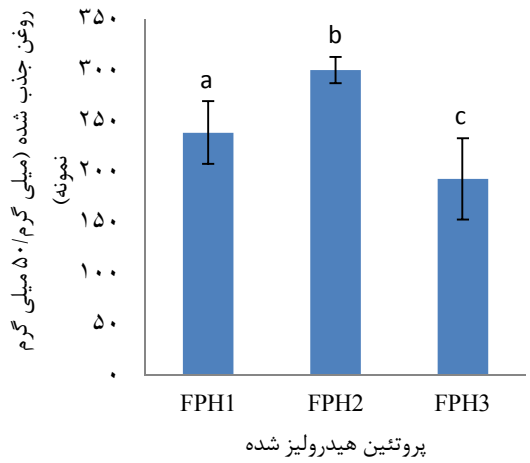
میزان روغن جذب شده بر حسب میلی‌گرم به ازای ۵۰ میلی‌گرم پودر پروتئین هیدرولیز شده در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بین درجه هیدرولیز و میزان روغن جذب شده رابطه مستقیمی وجود نداشت. ظرفیت جذب روغن FPH2 بیشتر از پودرهای دیگر بوده که به صورت ۶ برابر وزن

نمونه، جذب روغن انجام شده است این در حالی است که FPH3 کمترین مقدار جذب روغن را داشته است (۳/۸۶ برابر وزن نمونه). با توجه به مقادیر بالای ظرفیت جذب روغن می‌توان گفت که پروتئین‌های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید جذب مناسبی از روغن را از خود نشان دادند. آنالیز آماری این داده‌ها نشان دادند اختلاف میزان ظرفیت جذب روغن در نمونه‌های مورد آزمایش معنی‌دار بوده است($P<۰/۰۵$).

این نتایج نشان می‌دهند که هیدرولیز باعث آزاد کردن برخی پپتیدها از پروتئین اصلی می‌شود که انعطاف‌پذیری پروتئین را در درجه هیدرولیز ۲/۲۵٪ (FPH2) افزایش می‌دهد و باعث ظرفیت بالای اتصال به روغن می‌شود؛ اما هیدرولیز شدید تعداد زیادی پیوندهای پپتیدی را می‌شکند و موجب کاهش ظرفیت اتصال به روغن می‌شود که در مورد FPH3 قابل مشاهده است (Souissi *et al*., 2007).

Souissi و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که روی ظرفیت جذب روغن روی ماهی ساردین انجام دادند نیز به این نتیجه رسیدند که ارتباط مشخصی بین درجه هیدرولیز و ظرفیت جذب روغن نمونه‌ها وجود نداشت. در پژوهشی دیگر، Kristinsson (۱۹۹۸) میزان جذب روغن را در پروتئین هیدرولیز شده ماهی سالمون با درجه هیدرولیزهای ۵، ۱۰ و ۱۵٪ بررسی نمود. نتایج بررسی نشان دادند که با افزایش درجه هیدرولیز میزان جذب روغن کاهش می‌یابد. در واقع می‌توان گفت پروتئین با اندازه و حجم بیشتر، باعث جذب روغن بیشتر می‌شود. افزایش درجه هیدرولیز که همراه با کاهش اندازه پروتئین‌ها است باعث کاهش ظرفیت جذب روغن می‌شود. ولی در این پژوهش مشخص شد نوع پپتید هم می‌تواند مهم باشد و تنها به اندازه مولکول بستگی ندارد.

ظرفیت پروتئین‌های هیدرولیز شده برای جذب چربی یا روغن ویژگی مهمی است که نه تنها روی طعم فرآورده تأثیر می‌گذارد، بلکه روی خواص مهم عملکردی که برای صنایع فرآوری گوشت و شیرینی سازی مهم هستند مؤثر واقع شود. لذا می‌توان گفت پروتئین‌های هیدرولیز شده کوسه ماهی چانه سفید جاذب چربی بالایی بوده و می‌توانند به عنوان یک اتصال‌دهنده در این صنایع مفید باشند. این مسئله لزوم کنترل شرایط هیدرولیز و حرکت به سمت تولید پپتیدهایی با ویژگی مشخص را بیش از پیش مشخص می‌نماید.



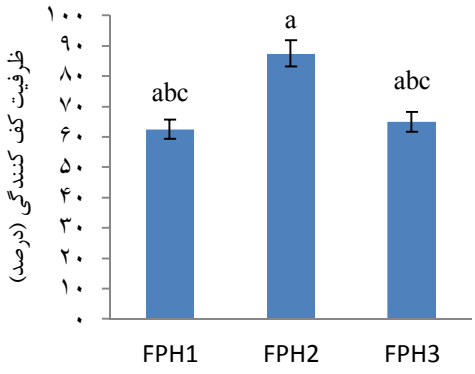
شکل ۲- ظرفیت جذب روغن پروتئین‌های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف - حروف متفاوت به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند ($P<۰/۰۵$).

ظرفیت کف‌کنندگی

ظرفیت کف‌کنندگی پروتئین‌های هیدرولیز شده با سه درجه هیدرولیز مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. درصد کف ایجاد شده در زمان صفر نشان‌دهنده ظرفیت کف‌کنندگی در هر یک از پروتئین‌های مذکور است. با توجه به نمودار میزان کف ایجاد شده حاصل از FPH2 (۸۷/۵٪) نسبت به FPH1 و FPH3 بیشتر بود. آنالیز آماری داده‌ها نشان دادند بین ظرفیت کف‌کنندگی FPH2 با FPH1 و FPH3 اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<۰/۰۵$) به طور کلی پروتئین‌ها با دارا بودن ترکیبات فعال سطحی موجب تشکیل کف می‌شوند. همچنین با افزایش حلالیت پروتئین‌ها کشش سطحی در فضای بین سطحی حباب‌های هوا و مایع کاهش بیشتری از خود نشان داده و ظرفیت کف‌زایی افزایش می‌یابد. با انجام فرایند هیدرولیز وزن مولکولی پروتئین‌ها کاهش می‌یابد در نتیجه حلالیت افزایش یافته و خاصیت تولید کف توسط پروتئین‌های کوچک‌تر بیشتر می‌شود همان‌طور که در این تحقیق در مورد نمونه FPH2 مشاهده می‌شود. اما با ادامه روند هیدرولیز و کاهش بیشتر اندازه مولکولی (FPH3) توانایی پروتئین برای کاهش

کشش سطحی حباب‌های هوا و مایع کم شده در نتیجه خاصیت کف‌کنندگی کمتر می‌شود.

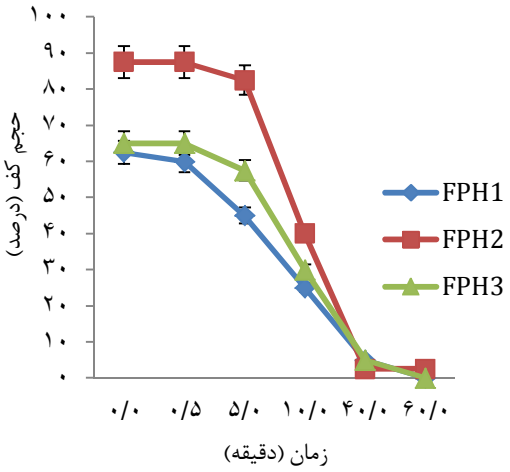
Shahidi و همکاران (۱۹۹۵) خواص کف‌زایی پروتئین هیدرولیز شده کاپلین را که با آلکالاز تولید شده بود بررسی نمودند. این پروتئین‌ها ۹۰٪ خاصیت کف‌کنندگی را در درجه هیدرولیز ۱۲٪ از خود نشان دادند. Onadenalore و همکاران (۱۹۹۶) میزان کف‌زایی پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه را ۱۰۶٪ بیان نمودند، این محققین همچنین میزان کف‌زایی پروتئین هیدرولیز شده حاصل از گوشت شستشو شده کوسه را ۱۳۰٪ گزارش نمودند. که در هر دو مورد از آنزیم آلکالاز بدین منظور استفاده شد.



شکل۳- ظرفیت کف کنندگی پروتئین‌های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف - حروف متفاوت به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند ($P<۰/۰۵$).

پایداری کف

اندازه‌گیری درصد کف باقی‌مانده در زمان‌های ۰/۵، ۵، ۱۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه بعد از تشکیل کف در دمای محیط بیان کننده میزان پایداری کف است. میزان پایداری کف مربوط به پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیزهای مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به نمودار می‌توان گفت تا ۳۰ ثانیه بعد از تشکیل کف، تقریباً میزان پایداری کف ثابت بود اما از ۳۰ ثانیه تا ۴۰ دقیقه بعد از تشکیل کف، میزان کف تشکیل شده با شیب زیادی به صورت معنی‌دار کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). بعد از طی ۶۰ دقیقه کف تشکیل شده تقریباً از بین رفته و به صفر رسید. با توجه به آنالیز آماری انجام شده اثر متقابل بین زمان‌های پایداری کف و نوع پروتئین هیدرولیز شده معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). با افزایش درجه هیدرولیز پروتئین‌های هیدرولیز شده تا حدی می‌توان قدرت کف‌زایی آنها را افزایش داد ولی با این کار پایداری کف تشکیل شده کم خواهد شد که به دلیل هوای محفوظ شده بیشتر در محلول‌های حاصل از پپتیدهای کوچک‌تر است، ولی این پپتیدهای کوچک‌تر، قدرت کافی برای تشکیل کف پایدار نخواهند داشت. خاصیت مناسب تشکیل کف پایدار فقط در ۳۰ دقیقه اول هیدرولیز به دست می‌آید و ادامه یافتن روند هیدرولیز باعث تولید پپتیدهای کوچک‌تر با توانایی کم در به دام انداختن هوا می‌گردد در واقع پپتیدهای کوچک‌تر فاقد خاصیت چسبندگی و ویسکوالاستیک پایدار مورد نیاز برای تحمل فشار داخلی حباب‌های کف می‌باشند. در نتیجه حباب‌هایی که ایجاد می‌شوند به سرعت از بین می‌روند و کف ناپایداری ایجاد می‌کنند (اویسی‌پور و قمی، ۱۳۸۷).

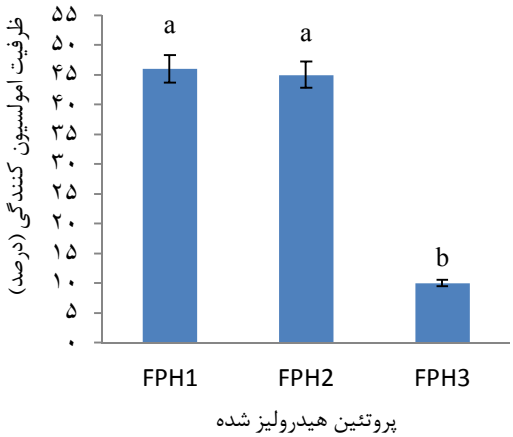


شکل۴- پایداری کف پروتئین‌های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف در طی ۶۰ دقیقه نگهداری در دمای محیط

ظرفیت امولسیون‌کنندگی

شکل ۵ نشان‌دهنده ظرفیت امولسیون‌کنندگی پروتئین‌های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید است. در واقع درصد امولسیون تشکیل شده در زمان صفر ظرفیت امولسیون‌کنندگی پروتئین‌های هیدرولیز شده با سه درجه هیدرولیز مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۴ ظرفیت امولسیون‌کنندگی FPH1

بیشترین مقدار را داشته (۴۶٪) که به ظرفیت امولسیون‌کنندگی FPH2 (۴۵٪) نزدیک است. اما کمترین میزان ظرفیت امولسیون‌کنندگی (۱۰٪) مربوط به نمونه FPH3 بوده است. آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که بین ظرفیت امولسیون‌کنندگی پروتئین با درجه هیدرولیز ۲/۵۳ درصد با ظرفیت امولسیون‌کنندگی در درجه هیدرولیزهای ۲/۲۵ و ۱/۹۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0/05$). Shahidi و همکاران (۱۹۹۵) و Onadenalore و همکاران (۱۹۹۶) ظرفیت امولسیون‌کنندگی ضعیفی را برای کاپلین و کوسه، به ترتیب گزارش نمودند.

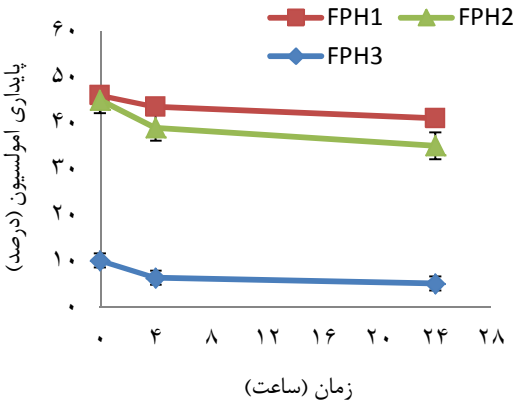


شکل۵- ظرفیت امولسیون‌کنندگی پروتئین‌های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف - حروف متفاوت به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند($P<0/05$).

پایداری امولسیون

پایداری امولسیون پروتئین‌های هیدرولیز شده در طی ۰، ۴ و ۲۴ ساعت نگهداری امولسیون در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید. با توجه به شکل ۶، میزان پایداری امولسیون این پروتئین‌ها با افزایش زمان، کاهش می‌یابد. کاهش پایداری امولسیون با افزایش در درجه هیدرولیز بیشتر می‌شود به طوری که میزان فاز امولسیون شده بعد از ۲۴ ساعت به ترتیب برای FPH1، FPH2 وFPH3 به ۱۰، ۲۲ و ۵۰٪ امولسیون تشکیل شده اولیه (در زمان صفر) رسید. بیشترین مقدار این کاهش در ۴ ساعت اولیه نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاده است.

پروتئین‌های هیدرولیز شده با اندازه پپتیدی کوچک‌تر، خواص امولسیون‌کنندگی ضعیف‌تری دارند (FPH3). پپتیدهای کوچک‌تر به سرعت مهاجرت کرده و در سطح مشترک بین دو فاز جذب می‌شوند اما بازده کمتری در کاهش کشش بین سطحی نشان می‌دهند زیرا در مقایسه با پپتیدهای بزرگ‌تر، توانایی باز شوندگی و جهت‌گیری دوباره در سطح مشترک بین فازی که موجب پایداری امولسیون‌ها می‌شود، در آنها کمتر است (Gbogouri *et al*., 2004; Rahali *et al*., 2000). مطالعات انجام شده توسط برخی از محققین این نتایج را تائید می‌کند. Kristinsson (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای که روی ماهی آزاد انجام داد و یافته‌های Quaglia و همکاران (۱۹۹۰) در مورد پروتئین هیدرولیز شده ساردین نشان دادند که پایداری امولسیون تشکیل شده توسط این پروتئین‌ها با افزایش درجه هیدرولیز کاهش می‌یابد. همچنین Shahidi و همکاران (۱۹۹۵) و Onadenalore و همکاران (۱۹۹۶) پایداری ضعیف امولسیون را برای پروتئین هیدرولیز شده کاپلین و کوسه، گزارش نمودند.

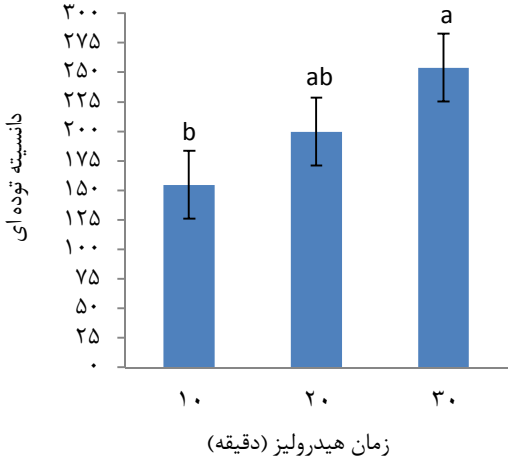


شکل۶- پایداری امولسیون پروتئین‌های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف در طی ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

دانسیته توده‌ای

دانسیته توده‌ای پودر پروتئین هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف در شکل ۷ نشان داده شده است. مقادیر دانسیته توده‌ای برای FPH1، FPH2 و FPH3 به ترتیب ۱۵۴/۷، ۱۹۹/۶۶ و ۲۵۴ گرم بر لیتر به دست آمد. در نتیجه می‌توان گفت با افزایش درجه هیدرولیز، دانسیته توده‌ای پروتئین هیدرولیز شده

گوشت کوسه چانه سفید افزایش یافت. اختلاف دانسیته توده‌ای بین درجه هیدرولیزهای ۱/۹۱ درصد و ۲/۵۳ درصد معنی‌دار بوده است ($P<۰/۰۵$). افزایش معنی‌دار دانسیته توده‌ای با افزایش درجه هیدرولیز و کاهش اندازه مولکولی احتمالاً به دلیل ایجاد ماده‌ای پودری با اندازه ذرات کوچک‌تر و لذا تشکیل تخلخل کمتر در محلول‌هایی با وزن مولکولی کوچک‌تر می‌باشد. همچنین خشک کردن انجمادی معمولاً منجر به تولید پودری با میزان تخلخل بالا و دانسیته توده‌ای کم می‌شود. به طور کلی دانسیته توده‌ای به شدت نیروهای جاذبه بین ذرات، اندازه ذرات و تعداد نقاط تماس بین آنها بستگی دارد (Carvalho-Silva *et al.*,2013).

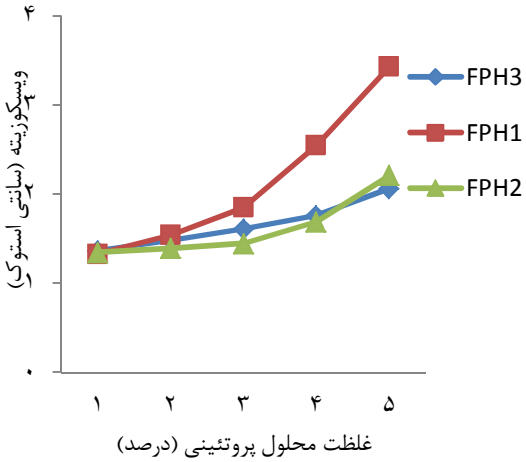


شکل۷- دانسیته توده‌ای پروتئین‌های هیدرولیز شده با درجه هیدرولیزهای مختلف - حروف مشابه به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند ($P>۰/۰۵$).

توجه به دانسیته توده‌ای در بسته‌بندی پودر پروتئین هیدرولیز شده با شرایط هیدرولیز مختلف حائز اهمیت است. Sathivel و همکاران (۲۰۰۹) دانسیته توده‌ای ۳۴۰ گرم بر لیتر را برای پروتئین هیدرولیز شده گربه‌ماهی که با اسپری درایر خشک شده بود، گزارش نمودند. همچنین Lone و همکاران (۲۰۱۵) میزان ۵۸۰ گرم بر لیتر را برای ایزوله پروتئینی قزل‌آلای رنگین‌کمان محاسبه نمودند.

ویسکوزیته سینماتیک

ویسکوزیته سینماتیک محلول‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵٪ پروتئین‌های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید اندازه‌گیری شد (شکل ۸). همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت پروتئین میزان ویسکوزیته نیز با اختلاف معنی‌داری به صورت تقریباً خطی افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). این نتیجه در هر ۳ نمونه FPH1، FPH2 و FPH3 قابل مشاهده است. پروتئین هیدرولیز شده با درجه هیدرولیز کمتر (FPH1)، ویسکوزیته بیشتری نسبت به FPH2 و FPH3 داشته است. در واقع می‌توان گفت در کمترین درجه هیدرولیز به دلیل بزرگ‌تر بودن اندازه پپتیدها و احتمال در هم رفتگی و برهم‌کنش بیشتر پپتیدها و تشکیل ماتریکس پروتئینی قوی‌تر، ویسکوزیته بیشتر می‌باشد. با افزایش درجه هیدرولیز پروتئین‌ها، اندازه پپتیدها کوچک‌تر شده و ویسکوزیته هم کاهش می‌یابد. پروتئین‌های هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید رفتاری بسیار شبیه به یک سیال نیوتنی داشته‌اند. کوچک بودن وزن مولکولی پپتیدهای بدست‌آمده احتمالاً دلیل اصلی رفتار نزدیک به نیوتنی این سیالات می‌باشد.



شکل۸- ویسکوزیته سینماتیک پروتئین هیدرولیز شده گوشت کوسه چانه سفید با درجه هیدرولیزهای مختلف

در بررسی انجام شده توسط Diniz و همکاران (۱۹۹۷) ویسکوزیته ظاهری پروتئین کوسه[1] در غلظت‌های مختلف اندازه‌گیری شد. این محققین بیان نمودند میزان ویسکوزیته پروتئین هیدرولیز شده با افزایش غلظت افزایش می‌یابد. Surowka و همکاران پروتئین‌های سر جوجه را با آنزیم پپسین (۱۹۹۴) و آنزیم نئوتراز (۱۹۹۲) هیدرولیز نمودند. درجه

[1] Squalusacanthias

هیدرولیز پروتئین‌های تولید شده با آنزیم پپسین از نئوتراز بیشتر بوده لذا ویسکوزیته ظاهری کمتری از خود نشان داد. از آنجایی که آنزیم پپسین از نظر شدت هیدرولیز از آنزیم نئوتراز قوی‌تر است لذا می‌توان بیان نمود که افزایش شدت پروتئولیز باعث کاهش ویسکوزیته می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق خاصیت جذب روغن، خواص کف‌زایی و امولسیون‌کنندگی، ویسکوزیته و دانسیته توده‌ای پروتئین‌های هیدرولیز شده کوسه چانه سفید با سه درجه هیدرولیز مختلف مورد بررسی قرار گرفت. این پروتئین‌ها خواص کف‌کنندگی خوبی (۸۷/۵٪) در درجه هیدرولیز ۲/۲۵٪ از خود نشان دادند. کف ایجاد شده در حدود ۳۰ ثانیه پایدار بود. ظرفیت امولسیون‌کنندگی این پروتئین‌ها با افزایش درجه هیدرولیز کاهش پیدا کرد. ظرفیت جذب روغن این پروتئین‌ها بالا بوده (تقریباً ۶ برابر وزن پروتئین در درجه هیدرولیز ۲/۲۵٪) که استفاده از آن را به عنوان یک اتصال‌دهنده در صنایع غذایی که به این خاصیت نیاز دارد مناسب می‌کند. لذا تولید پروتئین هیدرولیز شده کوسه چانه سفید علاوه بر این که موجب استفاده بهینه از این منبع دریایی شده و از نظر اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت است، می‌تواند به عنوان یک جزء غذایی که خواص عملکردی مناسبی داشته است در صنایع غذایی مورد استفاده قرار بگیرد.

قدردانی

از مرکز رشد واحدهای فناوری طبرستان جهت تأمین امکانات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. اویسی‌پور، م.ر. و قمی، م.ر. ۱۳۸۷. بیوتکنولوژی در تولید فراورده‌های دریایی. تنکابن دانشگاه آزاد اسلامی. چاپ اول، ص ۹۸.

۲. معتمدزادگان، ع.، شهیدی، ف.، مرتضوی، ع.، پور آذرنگ، ه.، حمزه، ش.، شهیدی یاساقی، ا.، قربانی حسن سرایی، ا. و خانی پور، ا. ۱۳۸۸. اثر آنزیم پاپائین بر درجه هیدرولیز و طول زنجیره پپتیدی پروتئین‌های میوفیبریلار ماهی کیلکا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶(۳):۱-۱۰.

3. Carvalho-Silva, L.B.D., Vissotto, F.Z., & Amaya-Farfan, J. 2013. Physico-Chemical properties of milk whey protein agglomerates for use in oral nutritional therapy. Food and Nutrition Sciences, 4:69-78.

4. Diniz, F.M., & Martin, A.M. 1997b. Optimization of nitrogen recovery in the enzymatic hydrolysis of dogfish *(squalus acanthias)* protein: Composition of the hydrolysates. International Journal of Food Science and Nutrition, 48:191–200.

5. Fonkwe, L.G., & Singh, R.K. 1996. Protein recovery from enzymatically deboned turkey residueby enzymic hydrolysis. Journal of Process Biochemistry, 31:605-616.

6. Gbogouri, G.A., Linder, M., Fanni, J., & Parmentier, M. 2004. Influence of hydrolysis degree on the functional properties of salmon byproduct hydrolysates. Journal of Food Science, 69:615–622.

7. Haque, Z.U., & Mozaffar, Z. 1992. Casein hydrolysate. II. Functional properties of peptides. Food Hydrocolloids, 5:559–571.

8. Kinsella, J.E. 1976. Functional properties of proteins in foods: A survey. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 8:219–280.

9. Kristinsson, H.G. 1998. Reaction kinetics, biochemical and functional properties of salmon *(salmo salar)* muscle proteins hydrolyzed by different alkaline proteases. Master thesis, University of Washington, USA.

10. Kristinsson, H.G., & Rasco, B.A. 2000a. Fish protein hydrolasates: production, biochemical and functional properties. Food Science and Nutritition, 40(1):43–81.

11. Kristinsson, H.G., & Rasco, B.A. 2000b. Biochemical and functional properties of atlanticsalmon *(salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. journal of agricultural and food chemistry, 48:657–666.

12. Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D., & Shahidi, F. 2007. Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally *(selaroides leptolepis)* as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. Food Chemistry,102(4):1317-1327.

13. Liaset, B., Nortvedt, R., Lied, E., & Espe, M. 2002. Studies on the nitrogen recovery in enzymic hydrolysis of Atlantic salmon *(salmo salar,* L.*)* frames by Protamex protease. Process Biochemistry, 37:1263–1269.

14. Liceaga-Gesualdo, A.M, & Li-Chan, E.C.Y. 1999. Functional properties of fish proteinhydrolysate from herring *(clupea harengus)*. Journal of food science, 64:1000-1004.

15. Lone, D.A., Wani, N.A., Wani, I.A., & Masoodi, F.A. 2015. Physico-chemical and functional properties of rainbow trout fish protein isolate. International Food Research Journal, 22(3):1112-1116.

16. Mahmoud, M.I. 1994. Physicochemical and functional properties of protein hydrolysates in nutritional products. Food Technology, 58(10):89-95.

17. Onadenalore, A., & Shahidi, F. 1996. Protein dispersions and hydrolysates from shark *(isurus oxyrinchus)*.Journal of Aquatic product Technology, 5(4):43-59.

18. Ovissipour, M., Abedian, A., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Safari, R., & Shahiri, H. 2009. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysatesfromPersian sturgeon *(acipenser persicus)* viscera. Journal of Food Chemistry, 115:238-242.

19. Phillips, L.G., Whitehead, D.M., & Kinsella, J.E. 1994. Protein stabilized foams. In L. G. Phillips, D. M. Whitehead, and J. E. Kinsella (Eds.), Structure-function of food proteins (pp. 131–152). New York, USA: Academic Press.

20. Quaglia, G.B., & Orban, E. 1987. Enzymicsolubilisation of proteins of sardine (*sardina pilchardus*) by commercial proteases. Journal of the Science of Food and Agriculture, 38:263–269.

21. Rahali, V., Chobert, J.M., Haertle, T., & Gueguen, J. 2000. Emulsification of chemical and enzymatic hydrolysates of beta-lactoglobulin: characterization of the peptides adsorbed at the interface. Nahrung, 44:89–95.

22. Regenstein, J.M., & Regenstein, C.E. 1984. Diffusion and viscosity. In: food protein chemistry. an introduction for food scientists. Orlando, FL. Academic Press, Inc, 224-228.

23. Sathivel, S., Yin, H., Bechtel, P.J., & King, M.J. 2009. Physical and nutritional properties of catfish roe spray dried protein powder and its application in an emulsion system. Journal of Food Engineering, 95:76–81.

24. Shahidi, F., Han, X.Q., & Synowiecki, J. 1995. Production and characteristic of protein hydrolysates from capelin *(Mallotus villosus)*. Food chemistry, 53:285- 293.

25. Slizyte, R., Mozuraitytė, R., Martínez-Alvarez, O., Falch, E., Fouchereau-Peron, M., & Rustad, T. 2009. Functional, bioactive and antioxidative properties of hydrolysates obtained from cod (g*adus morhua)* Backbones. Process Biochemistry, 44:668-677.

26. Souissi, N., Bougatef, A., Triki-Ellouz, Y., & Nasri, M. 2007. Biochemical and functional properties of sardinella*(sardinella aurita)*by-product hydrolysates. Food Technology Biotechnology, 45(2):187–194.

27. Surowka, K., & Fik, M. 1992. Studies on the recovery of proteinaceous substances from chicken heads. i. An application of neutrase to the production of protein hydrolysate. International Journal of Food Science andTechnology, 27:9–20.

28. Surowka, K., & Fik, M. 1994. Studies on the recovery of proteinaceous substances from chicken heads: II-Application of pepsin to the production of protein hydrolysate. Journal of the Science of Food and Agriculture, 65:289–296.

29. Wang, J.C., & Kinsella, J.E. 1976. Functional properties of novel proteins: Alfalfa leaf protein. Journal of Food Science, 41:286–292 .

30. Wasswa, J., Tang, J., Gu, X., & Yuan., X. 2007. Influence of the extent of enzymatic hydrolysis on the functional properties of protein hydrolysate from grass carp (*ctenopharyngodon idella*) skin. Food Chemistry, 104:1698–1704.

Study of functional propertiesof protein hydrolysate from White cheek shark *(Carcharhinus dussumieri)* meat

Reihaneh Shokrpour Roodbari[1], Ali Motamedzadegan[*2], Seyed Hashem Hosseiniparvar[3], Mahmoodreza Ovissipour[4]

1- Master of science, Department of Food Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2- Associate professor, Department of Food Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*Corresponding author (amotgan@yahoo.com)
3- Assistant professor, Department of Food Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
4- Assistant professor, School of Food Science, Washington State University, P.O. Box 646376, Pullman, Washington. USA 99164-6376

Abstract

Protein hydrolysate has been produced from White Cheek Shark meat (*Carcharhinus dussumieri)* by Alcalase with an activity of 35 Anson Unit/ Kg protein at 55^{o}C. Hydrolysis carried out in four stages each at 10, 20 and 30 minutes. Functional properties such as oil absorption, foaming and emulsion properties, bulk density and viscosity of thehydrolysates examined at three different DHs of 1.91, 2.25 and 2.53%. There were nocorrelation between oil absorption capacity and foaming capacity with DH. Highest values for those properties observed at 2.25% DH (P> 0.05).Foam stability decreased during storage at room temperature and the foam expansion totally destroyed after 60 min.Emulsificationcapacity decreased with increasing in DH. Emulsion stability was decreased with increasing in DH and time of storage (P > 0.05). Bulk density increased with increasing in DH but the viscosity decreased.However, White Cheek Shark protein hydrolysates showed good functional properties.

Keywords: Alcalase, emulsificationcapacity, foaming capacity, oil absorption capacity, White cheek shark