Archive of SID

فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ٤، شمارهٔ ٣، پاییز ١٣٩٤، صفحه ١- ١٥

اثر مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) در یخ بر خواص کیفی پودر سوریمی تولیدی از آن

حدیث امیری[1]*، بهاره شعبان پور[2]، کاوه رحمانی فرح[3]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۲-استاد، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۳-استادیار، گروه پاتوبیولوژی و کنترل کیفی، پژوهشکده مطالعات دریاچه، دانشگاه ارومیه، ارومیه

تاریخ دریافت: ۹٤/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹٤/۰٦/۲۹

*نویسنده مسئول مقاله: hadis_amiri88@yahoo.com

چکیده:

اثر نگه داری کپور نقره‌ای در یخ در فواصل زمانی ۰، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵روز بر خواص کیفی پودر سوریمی تولیدی با آنالیز ترکیبات تقریبی، تغییرات رنگ، چگالی، ظرفیت جذب روغن، حلالیت پروتئین، ظرفیت امولسیونی و پایداری امولسیون، توانایی تشکیل ژل، و میزان تیوباربیتوریک اسید بررسی شد. افزایش زمان یخ گذاری ماهی سبب افزایش در میزان چگالی، شاخص تیوباربیتوریک اسید گردید.افزایش زمان یخ گذاری همچنین منجر به کاهش سایر خواص کیفی، همچون ترکیبات تقریبی، شاخص های رنگی، حلالیت پروتئین، ظرفیت جذب روغن و توانایی تشکیل ژل پودر سوریمی گردید ($p>0/05$). روند تغییرات ظرفیت و پایداری امولسیونی تیمارها در روزهای مختلف منظم نبود ولی با گذشت زمان کم شد ($p>0/05$). بر اساس نتایج به‌دست آمده، نگه‌داری طولانی مدت کپور نقره‌ای در یخ باعث کاهش خواص کیفی پودر سوریمی تولیدی گردید.

کلید واژگان: ماهی کپور نقره‌ای، پودر سوریمی، تغییرات کیفی، یخ‌گذاری

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پروتئین ماهی به‌عنوان یک منبع منحصر به‌فرد از کیفیت بالایی برخوردار است، به‌ویژه حاوی اسیدهای آمینه ضروری مثل لیزین و متیونین می‌باشد و با توجه به دارا بودن خواص کاربردی مانند حلالیت در آب[1]، ویسکوزیته[2]، همبندی[3]، امولسیفایری[4] و تشکیل ژل[5] در صنایع غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است Chen and (mujmdary, 2008). ماهی کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix* از مهم‌ترین گونه‌های آب شیرین است، که به علت هزینه پایین تولید آن، رشد سریع و مقاومت در برابر بیماری و استرس به میزان زیادی در سیستم پرورش توأم ماهیان، پرورش می‌یابد (Siddaiah et al., 2001; Luo et al., 2008). این ماهی در رقابت با ماهیان خوش خوراک‌تر، به‌دلیل وجود استخوان‌های زیاد در قسمت خوراکی (Barrera et al., 2002) ماهی کم مصرف محسوب می‌شود، بنابراین تولید فراورده‌های متنوع از این ماهی برای ترویج مصرف آن ضروری به‌نظر می‌رسد. یکی از محصولات با ارزش افزوده و محبوبیت بالا در جهان سوریمی است. سوریمی به گوشت چرخ شده ماهی اطلاق می‌گردد که به طریق مکانیکی یا دستی استخوان‌گیری شده و قسمت اعظم ترکیبات محلول در آب آن به‌وسیله فرایند شستشو خارج شده و پس از پالایش و آبگیری، پروتئین میوفیبریل باقیمانده پیش از انجماد با محافظت‌کننده‌های سرمایی(Cryoprotectants) مخلوط می‌شود (Lee, 1999). پودر سوریمی محصول پایدار تولید شده از ماهی است که میزان پروتئین آن بیشتر از پروتئین موجود در گوشت ماهی است (Shaviklo et al., 2010; Sathivel et al., 2004). روش‌های مختلفی برای خشک کردن و تهیه پودر سوریمی وجود دارد که به کمیت و کیفیت سوریمی مورد نیاز بستگی دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به خشک کردن در آون، خشک کردن تصعیدی، خشک کردن پاششی و روش شیمیایی اشاره کرد. به‌دلیل افت کیفیت ترکیبات اصلی سوریمی که مهم‌ترین آن دناتوره شدن پروتئین است بهتر است از روش خشک کردن تصعیدی استفاده شود. نکته مهم در تولید پودر سوریمی این است که بخش اعظم آب در دسترس میکروب‌ها و آنزیم‌ها خارج شود. از فواید پودر سوریمی می‌توان به راحتی دستکاری و قیمت پایین‌تر، توزیع و انبار کردن در دمای اتاق، فضای کمتر برای انبار کردن و راحتی در مخلوط شدن با سایر مواد اشاره کرد(Shaviklo et al., 2010). ماهیان سفید گوشت و کم چرب گونه‌های مناسب و قابل قبول برای تولید پودر پروتئین ماهی هستند. کیفیت پودر پروتئین ماهی به عواملی مانند محتوای چربی پودر به‌دلیل ایجاد بو و طعم ترشیدگی، محتوای پروتئین - که خود اغلب به کیفیت ماده خام اولیه، مقدار افزودنی‌ها و روش خشک کردن وابسته است- بستگی زیاد دارد (Shaviklo, 2013). بنابراین در فرایند تولید پودر پروتئین ماهی کیفیت مواد خام اولیه یکی از مسائل بسیار مهم است(Shaviklo, 2012). حمل و نقل مناسب ماهی‌ها پس از برداشت و روش نگهداری آنها باید از غیرطبیعی شدن، تخریب پروتئین‌های میوفیبریل جلوگیری کند (Arason et el., 2009; Shaviklo et al., 2010). رعایت نکردن این مسئله می‌تواند منجر به کاهش خواص کاربردی فراورده نهایی شود. درجه حرارت پایین نگهداری، به‌ویژه نگهداری در یخ، یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای سردسازی و حفظ کیفیت ماهی است (Benjakul et al, 2002). ولی این نگهداری نمی‌تواند به‌طور کامل سبب ممانعت از تغییرات

1. Solubility
2. Viscosity
3. Binder
4. Emulsifier
5. Gel forming

www.SID.ir

Archive of SID

فسادی شود. بنابراین در پژوهش حاضر اثر مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر خواص کاربردی و کیفی پودر سوریمی تولیدی بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

مواد و دستگاه‌های به‌کار گرفته شده

مواد مصرفی: ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)، روغن آفتاب‌گردان (خوراکی)، پلی فسفات، سوربیتول، نمک خوراکی، اسید سولفوریک، اسید بوریک، اسید کلریدریک، هیدروکسید سدیم، معرف متیل رد، پترولیوم اتر، کاغذ صافی، ۱- بوتانل، معرف تیوباربیوتیک اسید مواد آزمایشگاهی همگی دارای درجه آزمایشگاهی و خلوص بالا بودند و از شرکت مرک تهیه شدند.

دستگاه‌ها: دستگاه فریز درایر Christ, Alpha 1-2 LD (plus, Germany)، دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond GAM-system, England 500)، دستگاه هضم و تقطیر کلدال (Gerhardt vap 40, Germany)، دستگاه سوکسله 416) (SE, Gerhardt, Germany)، دستگاه اسپکتروفتومتر(Jenway 6100, England)، انکوباتور(IKA KS 4000 ic and Binder)، هموژنایزر(IKA T25 Digital, ultra, Turrax, Germmany)، چرخ گوشت (Bosch meat Grinder, MFW, 1550 Germmany))، آسیاب (Yellow Line basic, MSH, Germmany)، بن‌ماری(Memmert Gerbany)، هود آزمایشگاه (مارون کار، ایران).

روش کار

تهیه سوریمی

برای تولید پودر سوریمی، ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) با متوسط وزن ۱۰۰۰ گرم در پاییز ۱۳۹۳ از بازار ماهی‌فروشان گرگان به‌صورت زنده خریداری شد. پس از شستشوی ماهی‌ها با آب سرد، در جعبه‌های یونولیتی مناسب به‌طور کامل یخ پوشی و به آزمایشگاه فراوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. ماهی‌ها به مدت ۱۵ روز در یخ نگهداری و یخ‌های ذوب شده هر روز جایگزین شدند. عملیات تولید پودر سوریمی از ماهی‌ها هر ۳ روز یکبار به فاصله زمانی ۰، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵ صورت پذیرفت. برای این کار ابتدا ماهی‌ها مورد سرزنی و تخلیه امعا و احشا قرار گرفتند و سپس با آب سرد شستشو شدند. در ادامه پس از فرایند پوست‌کنی و جداسازی گوشت قرمز از گوشت سفید به‌صورت دستی و با استفاده از چاقو، ماهی‌ها فیله شده و به‌وسیله چرخ گوشت با دیسک حاوی سوراخ‌های به قطر ۳ میلی‌متر خرد شدند. سپس گوشت چرخ‌شده به‌دست آمده برای تولید سوریمی به‌کار گرفته شد. تولید سوریمی در این پژوهش با سه بار شستشوی ۱۰ دقیقه‌ای گوشت چرخ شده در آب سرد با دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد به روش شویک لو و همکاران (۲۰۱۰) با کمی تغییرات انجام شد. در مرحله سوم شستشو ۰/۳ درصد نمک به‌منظور آبگیری بهتر به مخلوط اضافه شد و پروتئین‌ها با تنظیف جمع‌آوری شدند (سوریمی). در گام بعدی به سوریمی تولیدی مقادیر ۰/۲ درصد پلی فسفات و ۲ درصد سوربیتول افزوده شد و مواد در دستگاه غذاساز با هم آمیخته شدند. سپس سوریمی حاوی مواد محافظت‌کننده دمایی در بسته‌های زیپ کیپ بسته‌بندی شده و در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به مدت حداکثر ۲٤ ساعت منجمد شدند (Shaviklo et al., 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

تولید پودر سوریمی

برای تولید پودر سوریمی، از روش خشک کردن تصعیدی استفاده شد. به همین منظور سوریمی منجمد حاوی محافظت‌کننده‌های دمایی به دستگاه فریز درایر منتقل شده و پس از ٧٢ ساعت که نمونه‌ها به وزن ثابت رسیدند، از دستگاه خارج شدند. پس از خشک کردن، نمونه‌های به‌دست آمده با آسیاب دستی خرد شدند و از الک با سوراخ ٥٠٠ میکرومتر رد شدند. سپس برای ثابت ماندن ویژگی‌های پودر سوریمی تولیدی تا زمان تکمیل آزمایش‌ها در کیسه‌های زیپ کیپ قرار داده شد و در فریزر با دمای ٢٠- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Shaviklo et al., 2010).

روش‌های آزمایشی برای ارزیابی پودر سوریمی

ترکیبات تقریبی: مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر پودر سوریمی تولید شده با فرایندهای مختلف با AOAC (١٩٩٠) اندازه‌گیری شد. محتوای پروتئین با استفاده از روش کلدال، محتوای چربی به روش سوکسله، محتوای رطوبت با خشک‌کردن نمونه‌ها به مدت ٤ ساعت در دمای ١٠٥ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، محتوای خاکستر توسط کوره در دمای ٥٥٠ درجه سانتی‌گراد تعیین شد.

رنگ سنجی: با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج انجام شد (Lovibond CAM-System, England 500) پس از عکس‌برداری اولیه مقادیر L^*, a^*, b^* که به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ روشنایی، زردی، قرمزی است با دستگاه مجهز به رایانه تعیین، فاکتور سفیدی از معادله زیر محاسبه گردید.

$$W=100-[(100-L)^2+a^2+b^2]^{1/2} \quad \text{(سفیدی)}$$

چگالی: نمونه در یک استوانه مدرج ١٠ میلی‌لیتری که از قبل توزین شده بود، قرار گرفت تا به حجم ١٠ میلی‌لیتر برسد. سپس با تکان دادن ملایم، لوله مجدد وزن شده، چگالی بر حسب گرم پودر در میلی‌لیتر بیان شد Shaviklo (et al., 2010).

ظرفیت جذب روغن: در ابتدا ٠/٥ گرم از پودر سوریمی به داخل لوله‌های ٥٠ میلی‌لیتری سانتریفیوژ ریخته شد و به هر لوله ١٠ میلی‌لیتر روغن آفتاب‌گردان اضافه گردید(Sathivel et al., 2005). نمونه‌ها برای مدت ٣٠ دقیقه در دمای اتاق (٢٥ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت و هر ١٠دقیقه با قاشقک استیل به مدت ٣٠ ثانیه هم زده شد (Shahidi et el., 1995). سپس به مدت ٢٥ دقیقه با دور g × ٢٥٦٠ سانتریفیوژ شدند. در انتها مقدار روغن باقیمانده سرریز و توزین گردید. ظرفیت جذب روغن با محاسبه عدد به‌دست آمده به‌صورت میلی‌لیتر روغن آزاد شده در هر ١ گرم پروتئین بیان گردید(Sathivel et al., 2008).

حلالیت پروتئین در آب: سوپرناتانت به‌دست آمده از آزمایش ظرفیت نگهداری آب را می‌توان برای آزمایش حلالیت پروتئین استفاده کرد. برای این کار پروتئین سوپرناتانت و پودر سوریمی با روش کلدال سنجیده شد و حلالیت پروتئین از رابطه زیر به‌دست آمد (Thorkelsson et al., 2008; Shaviklo et al., 2010).

میزان پروتئین پودر سوریمی/ ١٠٠ × میزان پروتئین محلول = درصد حلالیت پروتئین

ظرفیت امولسیون: ابتدا پودر سوریمی با غلظت ٢ درصد (وزنی/ حجمی) با ٢٥ میلی‌لیتر آب مقطر و ٢٥ میلی‌لیتر روغن سویا برای مدت ١ دقیقه مخلوط گردید. این مخلوط به تیوب سانتریفیوژ ٥٠ میلی‌لیتری مخصوص

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال داده شد و برای مدت ۵ دقیقه در G × ۷۵۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس ظرفیت امولسیون با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید(Shaviklo et al., 2010).

۱۰۰ × حجم امولسیون قبل سانتریفیوژ / حجم امولسیون پس از سانتریفیوژ = ظرفیت امولسیون (درصد)

پایداری امولسیون: برای سنجش پایداری امولسیونی از روش اندازه‌گیری ظرفیت امولسیونی مذکور استفاده گردید، با این تفاوت که پیش از انجام سانتریفیوژ امولسیون به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده و بلافاصله در زیر شیر آب سرد به مدت ۱۰ دقیقه سرد شد(Shaviklo et al., 2010).

توانایی تشکیل: توانایی تشکیل ژل برای پودر سوریمی تولید شده با روش Huda و همکاران (۲۰۰۱) با برخی تغییرات اندازه‌گیری شد. برای این منظور محلول پروتئینی با غلظت‌های مختلف ۱ تا ۱۰ گرم پروتئین در کیلوگرم آب تهیه و به تیوب ۱۰ میلی‌لیتری منتقل گردید و برای یک دقیقه هموژن شد. این تیوب‌ها در ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب قرار گرفتند و بلافاصله در حمام آب سرد (۲- ۰ درجه سانتی‌گراد) خنک شدند. غلظت ژل به‌عنوان کمترین غلظتی که از تیوب جاری نمی‌شود، تعیین گردید.

اندازه‌گیری تیوباربیوتیک اسید: ۰/۳ گرم نمونه از هر تیمار به بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت و با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. سپس بالن‌ها به مدت یک دقیقه هم زده شدند. ۵ میلی‌لیتر از محلول فوق به لوله‌های خشک درب‌دار منتقل شده و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف تیوباربیوتیک اسید (معرف از حل کردن ۰/۲ گرم پودر تیوباربیوتیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱- بوتانل تهیه می‌شود) اضافه گردید. لوله‌های درب‌دار به همراه لوله شاهد در بن‌ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گرادبه مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. پس از سرد شدن نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه جذب آنها با اسپکتوفتومتر در برابر محلول شاهد در طول موج ۵۳۰ نانومتر خوانده شد. مقدار تیوباربیوتیک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون آلدهید در ۱۰۰۰ گرم نمونه براساس رابطه زیر محاسبه گردید (Egan et al., 1997).

۲۰۰ / [۵۰ × (جذب نمونه – جذب شاهد)] = مقدار تیوباربیو تیک اسید (میلی‌گرم مالون آلدهید/ ۱۰۰۰گرم نمونه).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار (SPSS 16) انجام شد. در این پژوهش از طرح کاملاً تصادفی و آنالیز واریانس یک طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای بررسی تفاوت‌ها استفاده شد. تعداد تکرارها در هر تیمار ۳ است. به‌منظور مقایسه شاخص‌های کیفی عصاره‌های پروتئینی تولید شده با روش‌های مختلف، از آزمون دانکن استفاده شد. تفاوت‌های معنادار در تصاویر و جداول به‌وسیله حروف مختلف مشخص شد. مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار (SD) بیان شدند.

نتایج

جدول ۱ ترکیب شیمیایی پودرهای سوریمی تولیدی را نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشخص است مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر میزان ترکیبات شیمیایی پودر سوریمی تولیدی اثر معنادار داشته است ($p<۰/۰۵$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ١ مقادیر ترکیبات شیمیایی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ١٥روز

روز	پروتئین	چربی	رطوبت	خاکستر
٠	٨٦/٩٨ ±٠/٥٠^{ab}	٣/٢٥ ±٠/١٤^{b}	٢/٨٧ ±٠/٢٢^{b}	٢/٩٥ ±٠/٠٣^{abc}
٣	٨٦/٣٦ ±٠/٦٦^{b}	٢/٧٥ ±٠/١٤^{c}	٣/٦٧ ±٠/١٥^{a}	٢/٧٣ ±٠/٠٩^{bc}
٦	٨٧/٩٤ ±٠/٢٥^{a}	٢/٧٥ ±٠/١٤^{c}	٢/٦٤ ±٠/٠٩^{b}	٣/٣٧ ±٠/٠٩^{a}
٩	٨٥/٤٩ ±٠/٥٥^{bc}	٤/٤٢ ±٠/٠٨^{a}	٢/٥٤ ±٠/٠٦^{b}	٣/١٧ ±٠/٢٨^{ab}
١٢	٨٤/٢٦ ±٠/٥٥^{c}	٤/٤٢ ±٠/٠٨^{a}	٢/٦٣ ±٠/٠٠^{b}	٢/١٧ ±٠/٠٩^{d}
١٥	٨٤/٥٣ ±٠/١^{c}	٢/٧٥ ±٠/٢٥^{c}	٢/٥٤ ±٠/٠١^{b}	٢/٦٣ ±٠/١٨^{c}

داده‌ها به‌صورت میانگین‌ها تکرار± انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت از (a-c) نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار در سطح (٠/٠٥) است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ٢ شاخص‌های رنگی پودرهای سوریمی تولید شده در این پژوهش تفاوت معناداری داشتند ($p<٠/٠٥$). با توجه به نتایج میزان سفیدی و روشنایی پودرهای سوریمی تولیدی با گذشت مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ کاهش یافته است.

جدول ٢ شاخص‌های رنگ پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ١٥ روز

روز	L(روشنایی)	a(قرمزی)	b(زردی)	w (سفیدی)
٠	٩٤/٥ ±٠/٢٣^{a}	٢/٤ ±٠/٠٠١^{a}	٠/٨ ±٠/٠١^{d}	٩٣/٩٥ ±٠/٢١^{a}
٣	٩٤/٣٧ ±٠/١٣^{a}	٢/٢٧ ±٠/١٣^{a}	٢ ±٠/٠١^{b}	٩٣/٦ ± ٠/١٤^{ab}
٦	٩٤/١٣ ±٠/٠٣^{a}	٢/٤ ±٠/٠٠١^{a}	١/٨٧ ±٠/٢٧^{bc}	٩٣/٣٥ ± ٠/٠٨^{bc}
٩	٩٢/٧٧ ±٠/١٣^{c}	١/٥ ±٠/٠٧^{b}	٢/٤ ±٠/٠١^{a}	٩٢/٣ ± ٠/١٨^{e}
١٢	٩٣/٥ ±٠/٢^{b}	٢/٤ ±٠/٠٠١^{a}	١/٦ ±٠/٠١^{c}	٩٢/٨٩ ± ٠/١٨^{cd}
١٥	٩٣/٢٣ ±٠/٠٧^{b}	٢/٤ ±٠/٠٠١^{a}	١/٦ ±٠/٠١^{c}	٩٢/٦٧ ± ٠/٠٦^{de}

داده‌ها به صورت میانگین‌ها تکرار± انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی هستند.

نتایج بررسی توانایی تشکیل ژل، پودرهای سوریمی تولیدی از تیمارها در جدول ٣ نشان داده شده است. بررسی شاخص توانایی تشکیل ژل پودرهای سوریمی تولیدی نشان از کاهش میزان این شاخص طی دوره نگهداری ماهی در یخ بوده است.

جدول٣ توانایی تشکیل ژل در پودر سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ١٥ روز است، توانایی تشکیل ژل پودر سوریمی تولیدی در غلظت‌های مختلف ١ تا ١٠ گرم پروتئین در کیلوگرم آب مورد آزمون قرار گرفته است.

غلظت	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٠	-	±	±	±	+	+	+	+	+	+
٣	-	±	±	±	+	+	+	+	+	+
٦	-	±	±	±	±	+	+	+	+	+

www.SID.ir

Archive of SID

۹	–	±	±	±	+	+	+	+	+	+
۱۲	–	–	±	±	±	±	+	+	+	+
۱۵	–	–	±	±	±	±	+	+	+	+

علامت – عدم تشکیل ژل، علامت + تشکیل ژل، علامت ± ژل تشکیل شده ولی جاری شده است.

همان‌طوری‌که در جدول ٤ مشخص است اثرات مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر چگالی پودرهای سوریمی تولیدی تأثیر معنادار داشته است، به‌طوری‌که ابتدا روند افزایشی و سپس مقدار آن تقریباً ثابت شده است. نتایج بررسی ظرفیت جذب روغن پودرهای سوریمی تولیدی در جدول ٤ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، شاخص ظرفیت جذب روغن پودرهای سوریمی تولیدی، با گذشت زمان روند کاهشی معناداری داشته و در روز ۱۵ نگهداری ماهی در یخ مقدار این شاخص اندکی افزایش یافته است ($p<۰/۰۵$). مطالعه حاضر در جدول ٤ نشان می‌دهد که میزان حلالیت پروتئین‌های میوفیبریل با افزایش زمان ماندگاری ماهی کپور نقره‌ای در یخ، کاهش معناداری ($p<۰/۰۵$) در طول دوره نگهداری داشته است. با توجه به نتایج جدول ٤ میزان ظرفیت و پایداری امولسیونی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای در یخ با گذشت زمان کاهش معناداری را نشان داده اما روند تغییرات منظم نبوده است ($p<۰/۰۵$).

جدول ٤ تغییرات خواص کاربردی در پودر سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ۱۵ روز

روز	چگالی g/ml	ظرفیت جذب روغن ml/g	حلالیت %	ظرفیت امولسیون %	پایداری امولسیون %
۰	۲/٦۲±۰/۰۰^{d}	۵/۱۳±۰/۱۲^{a}	۸/۰۵±۰/۰۵^{a}	۵۵/٤۷±۰/٦٦^{a}	٦٤/۱۹±۰/۵۹^{a}
۳	۲/۸۲±۰/۰۰^{c}	٤/۸٦±۰/۰٦^{a}	۷/۸±۰/۰٦^{b}	۵۵±۰/۵۸^{a}	٦٤/۵۵±۲/۱^{a}
٦	۲/۹٤±۰/۰۱^{a}	٤/۸٤±۰/۱^{a}	۷/٦٦±۰/۰۲^{c}	۵۲/۵۸±۰/۸۳^{ab}	٦۳/۳۳±۰/۸۳^{a}
۹	۲/۸۹±۰/۰۲^{b}	٤/٦٦±۰/۰۲^{ab}	۷/۲۳±۰/۰۸^{d}	۵۳/٦۱±۰/۹۹^{a}	٦۲/۲۹±۰/۵۷^{a}
۱۲	۲/۹±۰/۰۱^{b}	٤/۰٦±۰/۱۵^{b}	٦/۷۵±۰/۰٤^{e}	٤۸/۰٤±۱/۷٦^{c}	۵۷/٦۳±۱/٤۵^{b}
۱۵	۲/۹۱±۰/۰۲^{ab}	٤/۷±۰/۷^{ab}	٦/۵۱±۰/۰۰^{f}	۵۰±۰/٦٤^{bc}	٦۰/۱۳±۰/۱۹^{ab}

داده‌ها به‌صورت میانگین‌ها تکرار± انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت (a-f) نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی هستند.

با توجه به جدول ۵ میزان تیوباربیوتیک اسید پودرهای سوریمی تولیدی با گذشت مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ افزایش معناداری را نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$). البته در روز ۱۲ نگهداری ماهی در یخ مقدار تیوباربیوتیک اسید پودر سوریمی تولیدی، کمی کاهش یافته است.

جدول ۵ میزان تیوباربیوتیک اسید در پودر سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ۱۵ روز

روز	تیوباربیوتیک اسید(میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم نمونه)
۰	۰/۱٤ ± ۰/۰۰^{c}
۳	۰/۱۵ ± ۰/۰۱^{bc}

www.SID.ir

Archive of SID

٦	٠/١٦ ± ٠/٠١[b]
٩	٠/١٩ ± ٠/٠٠[a]
١٢	٠/١٨ ± ٠/٠٠[a]
١٥	٠/١٩ ± ٠/٠٠[a]

داده‌ها به‌صورت میانگین‌ها تکرار± انحراف معیار بیان شده است. حروف متفاوت (a-c) نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی هستند.

بحث

از آنجا که پودر پروتئین ماهی دارای بیش از ٦٥ درصد (وزن خشک) پروتئین است، در دسته کنسانتره پروتئین ماهی قرار می‌گیرد (Barzana et al., 1994). همان‌طوری‌که در جدول ١ مشاهده می‌شود، اثر مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر میزان پروتئین، پودر سوریمی تولیدی کاهش معناداری را در سطح ($p<٠/٠٥$) نشان می‌دهد، به‌طوری‌که میزان پروتئین تیمارها در روز صفر از ٨٦/٩٨ درصد به میزان ٨٤/٥٣ درصد در روز ١٥ نگهداری ماهی در یخ رسید. احتمالاً خروج پروتئین به‌همراه خون‌آبه می‌تواند دلیل این کاهش باشد. با توجه به نتایج جدول ١ تغییرات میزان چربی و خاکستر در پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ١٥ روز اختلاف معناداری را در سطح (٠/٠٥) نشان می‌دهد، اما این اختلاف روند افزایشی یا کاهشی مشخصی نداشت. بررسی میزان رطوبت در پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای نگهداری شده در یخ به مدت ١٥ روز تغییرات قابل توجهی نداشت. رنگ پودر سوریمی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بازار پسندی آن است. نتایج آنالیز واریانس بیانگر تأثیر معنادار مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر شاخص‌های رنگی پودر سوریمی تولیدی است. سفیدی یکی از مهم‌ترین عوامل در تهیه سوریمی است، همچنین میوگلوبین موجود در سوریمی، بر میزان سفیدی آن اثرگذار است(Chen, 2002). به‌طوری‌که هر چه مقدار میوگلوبین در گوشت شسته شده کمتر باشد، روشنایی و سفیدی بیشتری در گوشت حاصل می‌شود(Ramadhan et al., 2010). هموگلوبین نسبت به میوگلوبین در روند دستکاری و انبارکردن راحت‌تر از دست می‌رود درحالی‌که میوگلوبین در ساختار سلولی ماهیچه‌ها باقی می‌ماند (Livingston et al., 1981). بنابراین بیشترین تغییرات رنگی در گوشت در نتیجه واکنش میوگلوبین با دیگر اجزای ماهیچه به‌ویژه پروتئین‌های میوفیبریل است (Hanan et al., 1995). در مطالعه حاضر تغییرات میزان قرمزی در پودرهای سوریمی تولیدی زیاد محسوس نبوده اما میزان روشنایی و سفیدی پودرهای سوریمی تولیدی با گذشت مدت زمان نگهداری ماهی در یخ کاهش یافت. همچنین تغییرات میزان زردی در پودرهای سوریمی روند مشخصی نداشت. هنگام یخ‌گذاری، رنگ‌دانه‌ها به‌ویژه میوگلوبین و هموگلوبین اکسیده می‌شوند و با پروتئین‌ها پیوند برقرار می‌کنند و هنگام شستشو به‌آسانی خارج نمی‌شوند. بنابراین سوریمی تهیه شده از ماهی که مدت زمان بیشتری در یخ مانده است، دارای سفیدی کمتری است. از سوی دیگر، در ماهی کامل با گذشت زمان نگهداری خون و مایعات اندام‌های داخلی، به‌طور کامل در ماهیچه نفوذ می‌کنند به‌ویژه زمانی‌که در اثر اتولیز ساختار ماهیچه‌ها از بین رفته باشد. بنابراین با افزایش زمان نگهداری میزان سفیدی کاهش می‌یابد Haard et al., (1994). Benjakul و همکاران (٢٠٠٢) در مطالعه‌ای بر

www.SID.ir

Archive of SID

ماهیان *Priacanthus macracanthus, priacanthus tayenus* نگهداری شده در یخ مشاهده نمودند که با گذشت زمان نگهداری، میزان سفیدی سوریمی کاهش یافته است. چگالی، رفتار ماده در غذا را تعریف می‌کند و شاخص مهمی برای بررسی میزان فضای مورد نیاز برای بسته‌بندی مواد خوراکی است. چگالی بالا برای موادی که با هدف غنی‌سازی در فرمولاسیون مواد خوراکی استفاده می‌شوند مطلوب نمی‌باشد (Kamara et al., 2009). چگالی که یکی از ویژگی‌های فیزیکی پودر سوریمی است، به اندازه ذرات، ترکیبات و دمای خشک کردن فراورده وابسته است (Huda et al., 2012; Shaviklo et al., 2012). با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ٤ اثرات مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر چگالی پودرهای سوریمی تولیدی تأثیر معنادار داشته است به‌طوری‌که ابتدا روند افزایشی داشت سپس مقدار آن تقریباً ثابت شده است. ظرفیت جذب روغن پودر سوریمی از ویژگی‌های عملکردی مهم است که بر طعم محصولات استفاده شده در آن مؤثر است. مکانیسم جذب روغن بر پایه به دام افتادن فیزیکی روغن در ساختار رشته‌های پروتئینی است (Kinsella, 1976). بنابراین مهم‌ترین شاخص تأثیرگذار بر ظرفیت جذب روغن چگالی پودر سوریمی است (Sathivel et al., 2004). با توجه به جدول ٤ و مقایسه چگالی با ظرفیت جذب روغن می‌توان به نسبت معکوس آنها پی برد. به‌طورکلی با افزایش چگالی خلل و فرج پودر سوریمی کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت جذب روغن آن کاهش می‌یابد. در بین ویژگی‌های عملکردی مختلف، حلالیت پروتئین در شرایط گوناگون از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دلیل این اهمیت، تأثیرگذاری حلالیت بر سایر خواص عملکردی، نظیر خواص امولسیونی، کف‌زایی و تولید ژل است. از طریق این اثرگذاری، پروتئین می‌تواند ویژگی‌های قابل توجه دیگری همانند ایجاد طعم، عطر و بافت مطلوب و ارزش غذایی را به‌همراه داشته باشد (Kinsella, 1982). سنجش میزان حلالیت پروتئین‌های محلول در نمک شاخص مناسبی برای اندازه‌گیری میزان دناتوره شدن پروتئین‌ها در طی مدت نگهداری می‌باشد. دناتوره شدن یا تغییر ماهیت پروتئینی سبب کاهش و از بین رفتن این ویژگی کاربردی پروتئین‌ها می‌شود (Benjakol et al., 2002; Suvanich et al., 2000). در تحقیق Suvanich و همکاران (۲۰۰۰) بر روی سوریمی گربه ماهی کانالی نگهداری شده در یخچال، نتایج نشان داد که میزان حلالیت پروتئین در طول دوره نگهداری کاهش یافته است. Siddaiah و همکاران(۲۰۰۱) نیز در مطالعه بر روی گوشت چرخ شده ماهی کپور نقره‌ای روند کاهش حلالیت پروتئین را در طی دوره نگهداری گزارش کردند. در مطالعه حاضر نیز میزان حلالیت پروتئین، پودرهای سوریمی تولیدی با افزایش زمان یخ‌گذاری ماهی روند کاهشی معناداری را نشان داده است. توانایی پروتئین برای تشکیل حالت پایدار امولسیونی برای برهم‌کنش میان چربی و پروتئین در سیستم‌های خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ظرفیت امولسیونی بالا در پودر سوریمی ماهی کپور نقره‌ای تهیه شده به روش انجماد خشک به آن پتانسیل استفاده در محصولات غذایی مختلف را می‌دهد. پروتئین‌ها دارای دو انتهای آبدوست و غیرآبدوست هستند، بدین ترتیب می‌توانند به‌عنوان امولسیون‌کننده مطرح شوند. هنگامی‌که پروتئین‌ها بین دو انتهای خود تعادل برقرار کنند، ظرفیت امولسیون‌کنندگی در بالاترین سطح خود خواهد بود (Huda et al., 2000). با توجه به جدول ٤ نتایج آنالیز یک طرفه واریانس تفاوت معناداری

www.SID.ir

Archive of SID

را در سطح($p<0/05$) میان تیمارها نشان داده است. الگوی کلی ظرفیت و پایداری امولسیونی تا حدی نزدیک به یکدیگر است و با گذشت زمان مقدار این دو فاکتور در پودر سوریمی تولیدی روند کاهشی را نشان داده است. همچنین از نکات قابل توجه در این بخش میزان بیشتر پایداری امولسیونی نسبت به ظرفیت امولسیونی تیمارها است. با توجه به اینکه برای بررسی پایداری امولسیونی پس از همگن شدن پودر سوریمی در آب و روغن، مواد حرارت‌دهی شدند، پودرهای تهیه شده از تیمارها در اثر حرارت شبه ژل تشکیل دادند و ساختار امولسیونی پایدارتر شد. در گزارش برخی پژوهشگران، حلالیت پروتئین در مرحلهٔ آبی پیش‌نیازی برای ظرفیت امولسیونی در نظر گرفته شده است Chen et al., 2011 (). اما در گزارش دیگری ارتباطی میان حلالیت پروتئین و ویژگی‌های امولسیونی پروتئین سویا و پروتئین سفیده تخم‌مرغ و پروتئین ماهی شوریده هیدرولیز شده مشاهده نشده است (Choi et al., 2009). با توجه به نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر الگوی ظرفیت امولسیونی نزدیک به تغییرات حلالیت پروتئین است. نگهداری در یخ به‌طور مستقیم بر تغییرات در ترکیب مولکول‌های پروتئینی مؤثر بوده و سبب کاهش خواص عملکردی آن می‌گردد که به‌وسیله کاهش در توانایی تشکیل ژل قابل مشاهده است. علاوه بر این اکسیداسیون لیپیدها در زمان نگهداری در یخ اثرهای زیان‌آوری بر ساختمان پروتئین‌ها و خواص عملکردی آنها دارد (Saeed and Howell, 2002). Benjakul و همکاران در سال (٢٠٠٢) تأثیر مدت یخ‌گذاری دو گونه ماهی *Priacanthus tayenus*, *Priacanthus macracanthus* را بر قابلیت تشکیل ژل سوریمی تهیه شده از آنها بررسی کردند. فعالیت Ca^{+2}-ATPase با افزایش دوره نگهداری کاهش یافت، که نشان از دناتوره شدن میوزین داشت. نیروی برش و تغییر شکل ژل‌های سوریمی حاصل از هر دو گونه کاهش یافت. Paiboon و همکاران (١٩٨٨) دریافتند که ماهی *Sardinella fimbriata* تا ١٠روز و ماهی *Sardinella gibbosa* تا ٥- ٤ روز نگهداری در یخ دارای کیفیت مناسبی برای تولید محصولات ژلی هستند. Lin و همکاران (١٩٩٦) با مطالعه‌ای که بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میکروبی و حسی ماهی اسکو(*Ptychochehus oregonensis*) طی ٢٤ روز نگهداری در یخ انجام دادند، پی بردند که مدت زمان نگهداری این ماهی در یخ ١٥ روز بوده و قابلیت تا شدن ژل سوریمی تهیه شده از این ماهی پس از ٢٤ روز نگهداری در یخ تنها ١٠ درصد کاهش یافته بود. Yathavamoorthi و همکاران(٢٠١٠) با بررسی اثر طول دوره یخ‌گذاری بر خواص بافتی سوریمی ماهی *Labea calbasu*) دریافتند که طی دوره نگهداری این ماهی در یخ، استحکام ژل سوریمی این ماهی کاهش می‌یابد. در قابلیت تا شدن ژل سوریمی ماهی (*Labea calbasu*) با افزایش مدت نگهداری تغییری ایجاد نشد. Balang و همکاران(٢٠٠٩) اثر عصاره چوب را بر خواص تولید ژل سوریمی ماهی ماکرل(*Ratrelliger Kanagurta*) نگهداری شده در یخ بررسی کردند. در این تحقیق، قابلیت تشکیل ژل از سوریمی شاهد و سوریمی تیمار شده با عصاره چوب، طی دوره نگهداری دارای روند نزولی بود. میزان سفیدی ژل با افزایش زمان نگهداری، کاهش یافت و رطوبت تحت فشار آن افزایش پیدا کرد. در مطالعه حاضر توانایی تشکیل ژل از پودرهای سوریمی تولیدی بررسی شد و نتایج آن در جدول ٣ نشان داده شده است. بررسی اثرهای مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ بر شاخص توانایی تشکیل ژل پودرهای سوریمی تولیدی از

www.SID.ir

Archive of SID

آن نشان داد که برای ماهی تازه در زمان صفر در غلظت ۲ درصد به‌طور نسبی و در غلظت ۵ درصد به‌طور کامل ژل تشکیل شده است. ولی شاخص توانایی تشکیل ژل در پودر سوریمی تولیدی از ماهی نگهداری شده در یخ به مدت ۱۵ روز نشان داد که در غلظت ۲ درصد ژل تشکیل نشده و در غلظت ۵ درصد به‌طور نسبی ژل تشکیل شده است، که نشان از کاهش توانایی تشکیل ژل پودر سوریمی تولیدی از ماهی طی دوره نگهداری در یخ بوده است. بنابراین با گذشت زمان نگهداری، پروتئین ماهی دناتوره شده و شاخص توانایی تشکیل ژل پودر سوریمی تولیدی از آن کاهش می‌یابد. برخی پژوهشگران بر این باورند حلالیت پروتئین، که یکی از ویژگی‌های کاربردی پودر پروتئین ماهی است، بر توانایی تشکیل ژل مؤثر است (Kinsell, 1976). اما برخی معتقدند که حلالیت پروتئین را نمی‌توان همیشه به‌عنوان شاخصی برای توانایی تشکیل ژل پودر پروتئین ماهی برشمرد (Matsuda, 1979). اما در پژوهش حاضر با افزایش زمان یخ‌گذاری ماهی کپور نقره‌ای، حلالیت پروتئین و هم شاخص توانایی تشکیل ژل پودرهای سوریمی تولیدی از آن کاهش یافتند. گوشت ماهی به‌دلیل داشتن مقادیر فراوان اسیدهای چرب غیراشباع، مستعد واکنش‌های اکسیداسیون است (Stamman et al., 1990). مواد اولیه اکسیداسیون(هیدروپروکسیدها) ناپایدار و مستعد تجزیه می‌باشند و به محصولات ثانویه‌ای نظیر آلدهیدها شکسته می‌شود (Shahidi et al., 2005). اکسایش چربی در این پژوهش با مطالعه مقدار تیوباربیوتیک اسید صورت پذیرفت. عدد تیوباربیوتیک اسید با مطالعه مقدار مالون آلدهید بررسی شد. با توجه به جدول ۵ میزان تیوباربیوتیک اسید پودر سوریمی با گذشت مدت نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخ افزایش معناداری را نشان داده است ($p<0/05$). البته در روز ۱۲ نگهداری ماهی در یخ مقدار تیوباربیوتیک اسید اندکی کاهش را نشان داده است که شکست و تجزیه مالون آلدهید به سایر مواد (آلدهیدها و کتون ها) می‌تواند دلیل آن باشد. نتایج مطالعه Balang و همکاران (۲۰۰۹) بر روی سوریمی ماهی ماکرل *(Ratrellige Kanagurta)* نگهداری شده در یخ نشان داده است که میزان تیوباربیوتیک اسید تا روز نهم نگهداری افزایش معنادار داشته اما پس از آن کاهش یافته است که محققان دلیل آن را شکست و تجزیه مالون آلدهید و ترکیب با سایر مواد همچون آمین‌ها می‌دانند. در پژوهش Dhanapal و همکاران (۲۰۱۲) که به بررسی کیفیت عضله ماهی روهو(*Labeo rohita*) طی زمان نگهداری در یخ پرداختند، مقدار تیوباربیوتیک اسید عضله ماهی با گذشت زمان نگهداری روند افزایشی داشته، ولی در روز ۱۲ نگهداری اندکی کاهش نشان داده است. پیشنهاد شده حداکثر میزان تیوباربیوتیک اسید برای کیفیت مطلوب ماهی ۵ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه است. درحالی‌که تا ۸ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه هم قابل مصرف است (Sallam, 2007). در مطالعه حاضر مشاهده شد که میزان مالون آلدهید تیمارها حتی در بیشترین مقدار خود در طول دوره نگهداری کمتر از حد مطلوب عضله ماهی است که دلیل این فرایند را می‌توان شستشوی گوشت و در نتیجه آن خارج شدن چربی و فراورده‌های اکسیداسیونی دانست. برخی پژوهشگران آغاز فرایند اکسایش چربی و اکسایش پروتئین را همزمان می‌دانند در حالی‌که با توجه به ماهیت شیمیایی و تفاوت‌های ساختاری اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه، فرایندهای اکسایش چربی و پروتئین از مسیرهای متفاوتی صورت می‌پذیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی: بر اساس نتایج این تحقیق، یخ با وجود همه مزایا و ویژگی‌هایی که دارد فقط برای نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در دوره‌های زمانی کوتاه مناسب است. نگهداری طولانی مدت ماهی کپور نقره‌ای در یخ باعث کاهش ویژگی‌های کیفی پودر سوریمی تولیدی از آن می‌شود.

منابع

AOAC. 1990. Offical Methods of Analysis, Association of official Analytical chemists, Washing, DC, USA.771.

Arason, A. and Karlsdottir, M., Valsdottir, T., Slizyte, R., Rustad, T., Falch, E., Eysturskard, J., Jakobsen, G. 2009. Maximum resource untilisation value added fish by-products. Nordic in novation centere, project nr.04275, Pp 35-46.

Balange, A. KH. and Benjakul, S. 2009. Effect of oxidised phenolic compounds on the gel property of mackerel *(Rastrelliger kanagurta)* surimi. *Journal of food Science*, 42: 1059-1064.

Balange, A. k., Benjakul, S. and Maqsood, S. 2009. Gel strengthening effect of wood extract on surimi produsedfrom mackerel stored in ice. *Journal of Food Science*, 8: 619-627.

Barrera, A. M. Ramirez, J. A., Gonzalez-Cabriiales, J. J. and Vazquez, M. 2002. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. *Journal of Food hydrocolloids,* 16: 441-447.

Barzana, E., and Garcia-Garibay, M. 1994. Production of fish protein concentrates. In: Martin AM (ed) Fisheries processing: biotechnology and application. Chapman and Hall, London, Pp: 206-222.

Benjakul, S., Visessanuan, W., Riebroy, S., ishizak., S. and tanaka, M. 2002. Gel-forming properties of surimi produced from bigeye snapper, Pricanthus tayenus and pmacracanthus, Stored in Ice. *Science of food and Agriculture,* 82; 1442-1451.

Chen, H. H. 2002. Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *Journal of food Science,* 67: 2970-2975.

Chen, X. D., and Mujmdar, A. S. 2008. Drying Technologies in Food processing. Blackwell publishing Ltd. 9600 Road, Oxford, OX4 2DQ, United Kingdom. 350 p.

Chen, L., Chen, J., Ren, J. and Zhao, M. 2011. Effects of Ultrasound Pretreatment on the Enzymatic hydrolysis of soy protein isolates and on the emulsifying properties of hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 59:2600-2609.

Choi, Y. J., Hur, S., Choi, B. D., Konno, K. and Park, J. W. 2009. Enzymatic hydrolysis of recovered protein from frozen small croaker and functional properties of its hydrolysates. *Journal of Food Science,* 74: C17-C24.

Dhanapal, K., Sravani, K., Balasubra, A. and Reddy, G. V. S. 2013. Quality determination of rohu (*Labeo rohita*) during ice storage. *Journal & animal sciences,* 9(2): 146-152.

Egan, H., Krik, R. S. and Sawyer, R. 1997. Pearsons Chemical Analysis of food. 9th Edn. Longman Scientific and Technical. Pp: 609-634.

Haard, N. F., Simpson, B. K. and sikorski, Z. E. 1994. Biotechnological applications of seafood proteins and other nitrogenous compounds. *Seafood proteins*, 13: 194-216.

Hanan, T., Shaklai, N. 1995. Peroxidative in teraction of myoglobin and myosin, *European Journal of Biochemistry,* 233: 930-936.

Huda, N., Abdullah, A., Babje, A. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of crackers (Kerupuk) Formulated with surimi powder. Paper presented at International seminar on the Role of chemistry in Indonesia, August 30-31.

Huda, N., Abdullah, A. and Baji, A. S. 2001a. Substitution of tapioca flour with surimi powder in traditional cracker. In: 16th scientific conference nutrition society of Malaysia, Kuala Lumpur, March 24-25. P:6.

Huda, N., Aminah, A., and Babji, A. S. 2001b. Functional properties of surimi powder from three Malaysian marine fish. *International Journal of Food Science and Technology,* 36: 401-406.

Huda, N., Abdullah, R., Santana, P. and Yang, T. A. 2012. Effect of different dryoprotectants on functional properties of threadfin bream surimi powder. *Journal of Fisheries and Aquatic Science,* 3: 215-223.

www.SID.ir

Archive of SID

platyrhinchos domesticus) meat. Indigenous Food research and development to global market, June 17-18, 2010, BITEC, Bangkok, Thailand.

Saeed, S. and Howell, N. K. 2002. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of atlantic mackerel*(Scomber Scomberus)*. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 82: 579-586.

Sallam, K. I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, Sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Journal of Food control*, 18:566-575.

Sathivel, S., Bechtel, P. J., Babbitt, J., Prinyawiwatkul, W., Ioan, I., Negulescu, K. D. and Reppond, K.D. 2004. Properties of protein powders from Arrowtooth flounder (*Atherestes stomias)*and Herring *(Clupea harengus)* byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 5040-5046.

Sathivel, S., Bechtel P. J., Prinyawiwatkul, W. and Patterson, M. 2005. Functional, nutritional, and rheological properties of protein powder from arrowtooth flounder and their application in mayonnaise. *Journal of food Science*, 70: 57-63.

Sathivel, S. and Bechtel, P. J. 2008. A comparison of physical and rheological properties of arrowtooth flounder protein made using three different Extracting processes. *Journal of Food Biochemistry*, 32: 557-575.

Shahidi, F., HanXQ, Synowiecki, J. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin *(Mallontus villosus)*. *Journal of Food Chemistry,* 53: 285-293.

Shahidi, F. Zhong, Y. 2005. Lipid oxidation: Measuremnt methods (6^{th}Ed). Memorial university of newfound dland, Canada. Pp: 357-358.

Shaviklo, Gh. R., Thorkelsson, G., Arason, S., Kristinsson, H., and Sveinsdottirb, K. 2010. The influence of additives and drying on Quality attributes of fish protein powder made from saithe *(Pollachius virens)*. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 90: 2133- 2143.

Shaviklo, Gh, R., Thorkesson, G., Arason. S., and Sveinsdottir, K. 2012. Characterristics of freeze-dried fish protein isolated from Saithe *(pollachius virens)*. *Journal of Food Science and Technology,* 3: 309-318.

Shaviklo, Gh. R. 2013. Development of fish protein powder as an ingredient for food applications: a

Kamara, M. T., Zhu, K., Amadou, I., Tarawalie F. and Zhou, H. 2009. Functionality, in vitro digestibility and physicochemical properties of two varieties of defatted foxtail millet protein concentrate. *International Journal of Molecular Sciences,* 10: 5224-5238.

Kinsella, J. E. 1976. Functional properties of proteins in foods: a survey. Critical Reviews in *Food Science and Nutrition,* 7:219-280.

Kinsella, J. E. 1982. Relationship between structural and functional properties of food protein. In P. F. Fox & Condon, J. J. (Ed) Food proteins. *Applied Science publishers*, London. Pp. 51-60.

Lee, C. M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. *Food Technology Chicago,* 40(3): 115-124.

Lee, G. M., 1999. Surimi. Science and Technology. In: Wlley Encyclopedia of food science and technology. Ed., francis, F. J., John wiley and sons, Inc., New York. Pp: 2229-2239.

Lin, T. M. and park, J. W. 1996. Protein solubility in pacific whiting affected by proteolysis during storage. *Journal of Food science*, 61: 536-539.

Livingston, D. J. Brown, W. D. 1981. The chemistry of myoglobin and itsreactions. *Food Technology*, 25(3):244-255.

Luo, Y., Shen, H., Pan, D. and Bu, g. 2008. Gel properties of surimi from silver carp(Hypophthalmichthys molitrix) as affected by heat treatmentan soyporosolate. *Journal of Food hydrocolloids,* 22: 1513-1519.

Matsuda, Y. 1979. Influence of packing on the kamaboko forming ability of Lyophilized Alaska Pollack Surimi during storage. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 45: 517-521.

Musa, K. H., Aminah, A. and Wan-Aida, W. M. 2005. Functional properties of surimi related to drying methods. *Malasian Applied Biology Journal,* 34: 83-87.

Paiboon, T., Lee, H. K. and Loo, S. 1988. Apreliminary study on gel forming ability of two kinds of sardine meat during ice storage. *Science and Technology*, 339-347.

Ramadhan, K., Huda, N. 2010. Physio-chemical characteristics of surimi gels made from whashed mechanically deboned pekin duck *(Anas*

www.SID.ir

Archive of SID

chill and frozen storage. *Journal of Food Chemistry and Toxicology,* 65: 24-29.

Thorkelsson, G., Sigurgisladottir, S., Geirsdottir, M., Johansson, R., Guerad, F., and Chabeaud, A., and Bourseau, P., et al. 2008. Mild processing techniques and development of functional marine protein and peptide ingredients, in: Borresen T (ed) Improving seafood products for the Consomer. Woohead Publishing Ltd, Cambridge, Pp. 363-386.

Yathavamoorthi, R., Sankar, T. V. and Ravishankar, C. N. 2010. Microbiological, Chemical and sensory changes of whole and filleted Mediterranean aquacultured seabass(Dicen trarchus Labrax) stored in ice. *Indian Journal Fish*, 4: 85-910.

review. *Journal of Food Science and Technology,* Dol:10.1007/s13197-013-1042-7.

Siddaiah, D., Vidya sagar reddy, G., Raju, C. V. and chan drasekhar, I. C. 2001. Change in lipids proteins and kamabako forming ability of silver carp *(Hypophthalmichthys molitrix)* mince during frozen storage. *Journal of Food Research International,* 34: 47-53.

Stamman, K., Gerdes, D. and caporaso, F. 1990. Modified atmosphere packaging of seafood. *Journal of Food Science,* 29: 301-310.

Suvanich, V., Jahncke, M. L. and marshall, D. L. 2000. Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during

www.SID.ir

Archive of SID

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 4, No. 3, Autumn 2015

Effect of ice storage duration of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) on qualitative properties of its surimi powder

Hadith Amiri[1*], Bahareh Shabanpor[2], Kaveh Rahmany Farah[3]

1- M.Sc. Student, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

2- Professor, Faculty member of Seafood Processing, Department of Fisheries and Enviromental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

3- Assistant Professor, Department of Pathobiology and Quality Control, Urmia Lake Research Institute, Urmia University, Urmia

Received: 09.05.2015 Accepted: 20.09.2015

*Corresponding author: hadis_amiri88@yahoo.com

Abstract:

The effect of ice-storage duration (0, 3, 6, 9, 12, and 15 days) of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) on qualitative properties of its surimi powder was assessed by analyzing proximate composition, color changes, density, oil adsorption capacity, protein solubility, emulsifying capacity, emulsion stability, gel forming ability, and thiobarbituric acid. Increase in ice-storage duration increased the density and thiobarbituric acid of surimi powder ($p<0.05$); proximate composition, color indices, protein solubility, oil adsorption and gel forming decreased significantly ($p<0.05$); emulsifying capacity and emulsion stability decreased with storage duration, although no regular trends were detected ($p<0.05$). The present study indicated that long-term ice-storage of silver carp led to reduction of qualitative properties of the surimi powder.

Keyword: Silver carp, Surimi powder, Qualitative changes, Ice storage

www.SID.ir