فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ٤، شمارهٔ ٤، زمستان ١٣٩٤، صفحه ١٩- ٣٤

اثرنگهداری ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*)منجمد بر خواص کیفی پودر سوریمی تولیدی

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

دریافت: ۱۳۹٤/۰٤/۰۹ پذیرش : ۱۳۹٤/۱۱/۲۸

*نویسنده مسئول مقاله : hadis_amiri88@yahoo.com

چکیده:

اثر نگه‌داری ماهی کپور نقره‌ای منجمددر دمای ۲۰°C- در فواصل زمانی ۰، ۲، ٤، ٦ ماه بر خواص کیفی پودرسوریمی تولیدی بررسی شد. ویژگی‌های کیفی پودر سوریمی تهیه شده با سنجش ترکیب شیمیایی، تغییر رنگ، ارزشیابی حسی، چگالی، ظرفیت جذب روغن، ظرفیت نگه‌داری آب،درصد حلالیت پروتئین، ظرفیت امولسیونی و پایداری امولسیون، ظرفیت و پایداری کف، توانایی تشکیل ژل و میزان تیوباربیوتیک اسید آنالیز گردید. بررسی. نتایج بیانگرکاهش معنادار (p<۰/۰۵)اکثر شاخص‌ها در تیمارها نسبت به شاهد بود، به‌طوریکه ظرفیت نگه‌داری آب و درصد حلالیت پروتئین تیمارها طی دوره نگه‌داری تا ماه ششم به ترتیب از ۱۳/٤ به ۱۰/٤٦ میلی‌لیتر بر گرم و از ۷/٤۲ درصد به ٤/۸۲ درصدکاهش یافت.همچنین تیمارها به لحاظ ثبات کف پایدار نبودند. میزان چگالی و تیوباربیتوریک اسید(TBA)در تیمارها با گذشت زمان روند افزایشی معناداری داشتند(p<۰/۰۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده و از دیدگاه ارزیابان حسی، تولید پودر سوریمی با کیفیت مطلوب از ماهی کپور نقره‌ای منجمد، تا ماه چهارم نگهداری ماهی در دمای۲۰°C- درجه می‌باشد.

واژگان کلیدی:ماهی کپور نقره‌ای، منجمد، خواص کیفی، پودر سوریمی

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه:

نگـه‌داری در دمـای ۱۸°C- و زیـر آن، یکـی از بهتـرین روش‌های نگه‌داری ماهی و فرآورده‌های شـیلاتیبا حـداقل کـاهش کیفیـت مـی‌باشـد(Rao, 1983).نگـه‌داری مـاهی به‌صورت منجمـدعلیرغم حفـظ ارزش غـذایی و خـواص حسـی آن(Aubourge et al., 2005)،نمـی‌توانـدمانع از اکسیداسـیون چربـی‌هـا (Richard, 2002; Sarma et al., 2000)و دناتوره شدن پروتئین‌هـا شـود Benjakul et al., (2005)، ولیتا حدودی از سرعت آن‌ها می‌کاهد(Reynolds et al., 2010. پروتئین‌ها چه از نظر کاربردی و چـه از نظـر تغذیه‌ای جزء ترکیبات اصلی غذایی می‌باشندو برای رشـد وبقاء ضـروری هسـتند(Venugopal, 2009).پـروتئین‌هـای سارکوپلاسمی در بـین پـروتئین‌هـای موجـود در گوشـت ماهی حساسیت زیادی به فساد دارنـد، بنـابراین مـی‌تـوان پروتئین‌های سارکوپلاسمی را که در آب محلول می‌باشـند با شستشوی گوشت چرخ شده ماهی با آب به مـدت لازم، کاهش داد و یا به‌طور کامل از بین برد. پـس از شستشـوی گوشـت چـرخ شـده مـاهی، عصـاره‌ای از پـروتئین‌هـای میوفیبریلی به‌نامسوریمی یا خمیر ماهی به‌جا می‌ماند Lee, (1986).پودر سوریمی محصولی پایـدار ز پـروتئین مـاهی است که میزان پروتئین آن بیش از میزان موجود در گوشت مـی‌باشـد (Shaviklo et al.,2010;Sathivel et al., 2004). تقاضا برای پودر پروتئین مـاهی جهـت غنـی‌سـازی مـواد غذایی، ارزش افزوده محصول، به‌عنوان یک جزء کـاربردی در غذا و محصولات آماده مصرف به‌تـدریج در جهـان در حال رشد مـی‌باشـد(Thorkelsson et el., 2009).از جملـه مزایای پودر پروتئین ماهی می‌توان بـه قابلیـت مانـدگاری زیاد (بیش از ٦ ماه)، سهولت فرآوری و جابه جایی، هزینه کمتر توزیع و پخش، ترکیب آسان‌تر با سـایر مـواد اشـاره نمود. علاوه بر این به سبب حجم کم، فضای اندکی اشغال کرده و بنابراین انبارکردن آن راحـت‌تـر اسـت Niki et el., (1992).ویژگی‌های کاربردی پودر پروتئین به گونه مـاهی، روش اسـتخراج پـروتئین و روش خشـک کـردن بسـتگی دارد(Hall, 1996). هم‌چنین وجود یا فقدان محافظت‌کننده-ها تاثیر قابل ملاحظه‌ای بـر ویژگـی‌هـای کـاربردی پـودر پروتئین ماهی می‌نهـد(Shaviklo et al., 2010).امـا تـاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی ویژگی‌های کیفی و کاربردی پـودر سـوریمیاز مـاهی غیـر تـازه و منجمـد انجامنشـده است.انجماد می‌تواند گوشـت را بـه‌حالـت طبیعـی بـدون فسادقابل ملاحظه نگه دارد، ولی حتـی در ایـن روش نیـز هنوز مقداری کاهش کیفیت در طی مدت زمـان نگـه‌داری گوشت اتفاق می‌افتـد (Verma & Srikar, 1994).بنـابراین در این پژوهش تاثیر نگـه‌داری مـاهی بـه مـدت ٦ مـاه در دمای ۲۰°C- بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسـی و رئولوژیکی پـودر سـوریمی تولیـدی از گوشـت مـاهی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها:

مواد و دستگاه های به کار گرفته شده

مواد مصرفی: ماهی کپور نقره‌ای(*Hypophthalmichthys molitrix)*، روغـن آفتـاب‌گـردان خـوراکی، پلـی‌فسـفات، سـوربیتول،نمک خـوراکی، اسـید سـولفوریک، قـرص کاتـالیزور، **اسید** بوریـک، اسـید کلریـدریک، هیدروکسـید سدیم، معـرف متیـل رد، پترولیـوم اتـر، کاغـذ صـافی، ۱- بوتانل، معرف تیوباربیوتیکاسید.مواد آزمایشـگاهی همگـی دارای درجه آزمایشگاهی و خلوص بالا بودند.

دسـتگاه‌هـا: دسـتگاه فریزدرایـر Alpha 1-2 LD plus, (Christ, Germany)، بـــن مـــاری(Memmert (Gerbany)،دستگاه رنـگ‌سـنج (Lovibond GAM-system, 500England)،دسـتگاه هضـم و تقطیـر کلـدال(vap

Archive of SID

www.SID.ir

(40,Gerhardt, Germany)، دستگاه سوکسله (416 SE, Gerhardt, Germany)، دستگاه اسپکتروفتومتر(6100, Jenway, England)،هموژنایزر (IKA T25 Digital, ultra, Turrax, Germany)،چرخ گوشت (MFW, 1550, Bosch meat Grinder, Germany،آسیاب تیغه‌ای IKA-WERKE, A10 Germany)،آون (WT-binder 7200, Germany)، هود آزمایشگاه (مارون کار، ایران).

روش کار:

تهیه سوریمی: به‌منظور تولید پودر سوریمی، ماهیبا متوسط وزن ۱۰۰۰ گرم در پاییز ۱۳۹۳ به‌صورت زنده خریداری و پس از شستشو با آب سرد، در جعبه‌های یونولیتی با نسبت ۲ به ۱ یخ به ماهی، به‌طور کامل یخ‌پوشی و به آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. سپس در کیسه‌های مخصوص فریزر به‌طور کامل بسته بندی شده و در دمای ۲۰°C-به مدت ٦ ماه نگه‌داری شدند. عملیات تولید پودر سوریمی هر۲ ماه یکبار به فاصله زمانی ۰، ۲، ٤، ٦ ماهانجامشد. ابتدا ماهی در دمای محیط انجمادزدایی، سرزنی و تخلیه امعا و احشا،و سپس با آب سرد شستشو گردید. در ادامه پس از فرایند پوست کنی و جداسازی گوشت قرمز از گوشت سفید، ماهی فیله شده و به‌وسیله چرخ گوشت با دیسک حاوی سوراخ های به قطر ۳ میلی متر، خرد شد. سپس گوشت چرخ شده برای تولید سوریمیبه‌کارگرفته شد. تولید سوریمی در این پژوهشبا سه بار شستشوی ۱۰ دقیقه‌ای در آب سرد با دمای کمتر از ۱۰°Cبا نسبت ۳ به ۱ آب به گوشت چرخ شده ماهی به روش Shaviklo و همکاران (۲۰۱۰) با کمی تغییراتصورت گرفت. در مرحله سوم شستشو، ۰/۳ درصد نمک به‌منظور آب‌گیری بهتر به مخلوط اضافه و سوریمی با تنظیف جمع‌آوری شد. در گام بعدی به سوریمی تولیدیمقادیر ۰/۲ درصد پلی فسفات و ۲ درصد سوربیتول افزوده و مواد در دستگاه غذاساز با هم آمیخته شدند. سپس پروتئین‌های حاوی مواد محافظت کننده دمایی در بسته‌های زیپ کیپ بسته‌بندی شده و در فریزر در دمای ۲۰°C- به مدت حداکثر ۲٤ ساعت منجمد شدند.

تولید پودر سوریمی:از روش خشک کردن تصعیدی جهت تولید پودر سوریمی استفاده شد. بدین منظور سوریمی منجمد حاوی محافظت‌کننده‌های دمایی به دستگاه فریز درایر منتقل شده و پس از ۷۲ ساعت که نمونه‌ها به وزن ثابت رسیدند، از دستگاه خارج و پس از خشک کردن با آسیاب خرد شدند و از الک با سوراخ ۵۰۰ میکرومتر رد شدند. سپس برای ثابت ماندن اختصاصات پودر سوریمی تولیدی تا زمان تکمیل آزمایشات در کیسه-های زیپ کیپ قرار داده شد و در فریزر با دمای ۲۰°C- نگه‌داری شدند(Shaviklo et al., 2010).

روش‌های آزمایشی برای ارزیابی پودر سوریمی

ترکیب شیمیایی: محتوی پروتئین از روش کلدال، محتوی چربی به روش سوکسله، محتوی رطوبت با خشک کردن نمونه‌ها در آون به مدت ٤ ساعت در دمای ۱۰۵°C تا رسیدن به وزن ثابت، و خاکستر در کوره با دمای ۵۵۰°C انجام شد(AOAC, 1990).

رنگ‌سنجی: با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج صورت پذیرفت، پس از عکس‌برداری اولیه مقادیر L^*, b^*, a^*که به‌ترتیب نشان دهنده روشنایی، زردی، قرمزی است با دستگاه مجهز به رایانه تعیین، فاکتور سفیدی از معادله زیر محاسبه گردید(Sathivel et al., 2008). W=100-[(100-L)^2+a^2+b^2]$^{1/2}$ (سفیدی)

چگالی: نمونه را در یک استوانه مدرج ۱۰ میلی‌لیتری از قبل توزین شده قرار داده، سپس با تکان دادن ملایم،

Archive of SID

www.SID.ir

مجددا وزن شده و چگالی بر حسب گرم پودر در میلی‌لیتر محاسبه‌گردید(Shaviklo et al., 2010).

ظرفیت جذب روغن: در ابتدا ۰/۵ گرم از پودر سوریمی به داخل لوله‌های ۵۰ میلی‌لیتری سانتریفیوژ ریخته شده و به هر لوله ۱۰ میلی‌لیتر روغن آفتاب‌گردان اضافه شد (Sathivel et al., 2005)و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۵°C) قرار گرفتند و هر ۱۰دقیقه با قاشقک استیل به مدت ۳۰ ثانیه هم زده شدند(Shahidi et el., 1995). سپس به مدت ۲۵ دقیقه با دور g × ۲۵۶۰ سانتریفیوژ شدند. در انتها مقدار روغن باقی مانده سرریز و توزین گردید. ظرفیت جذب روغن با محاسبه عدد به‌دست آمده، به‌صورتمیلی‌لیتر روغن آزاد شده در هر ۱ گرم پروتئین بیان گردید(Sathivel et al., 2008).

ظرفیت نگهداری آب:۱ گرم پودر سوریمی به تیوب سانتریفوژ ۵۰ میلی‌لیتری، حاوی ٤۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه با حرکات حلقوی دست، مخلوط گردیدند. سپس به‌مدت ۵ دقیقه درg×۷۵۰۰ در دمای اتاق (۲۵°C) سانتریفوژ شدند. پس از اتمام فرایند، سوپرناتانت حاصله به داخل لوله آزمایش ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شده و وزن آب خارج شده به عنوان ظرفیت نگه‌داری آب به صورت میلی‌لیتر ظرفیت نگهداری آب با ۱گرم پروتئین بیان گردید(Huda et al., 2001).

درصد حلالیت پروتئین در آب: سوپرناتانت و پودر سوریمی با روش کلدال سنجیده شده (Bragadottirm et al., 2007; Shaviklo et al., 2010)و درصد حلالیت پروتئین از رابطه زیر بدستآمد(Vojdani, 1996):

۱۰۰× میزان پروتئین پودر سوریمی/ میزان پروتئین محلول = در صد حلالیت پروتئین در آب

درصد**ظرفیت امولسیون**:ابتدا پودر سوریمی با غلظت ۲٪ (وزنی/ حجمی) با ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲۵ میلی‌لیتر روغن سویا برای مدت ۱ دقیقه مخلوط گردید و به تیوب سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری مخصوص منتقل و به مدت ۵ دقیقه در G × ۷۵۰۰ سانتریفیوژ شد. در انتها، درصدظرفیت امولسیون با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید: (Shaviklo et al., 2010)

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

درصد**پایداری امولسیون**: برای سنجش پایداری امولسیونی از روش اندازه‌گیری ظرفیت امولسیونی مذکور استفاده گردید، با این تفاوت که قبل از انجام سانتریفیوژ، امولسیون به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰°C در بن ماری گرم شده و بلافاصله با استفاده از آب سرد، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه خنک گردیدند(Shaviklo et al., 2010).

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

ظرفیت کف: مقداری پودر سوریمی به آب مقطر افزوده شده تا محلول پروتئینی با غلظت ۱۰ گرم پروتئین در کیلوگرم آب به‌دست آید. سپس در دور بالا به مدت ۱ دقیقه همگن شده و با دقت به یک استوانه مدرج ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل گردید. ظرفیت تولید کف از تقسیم میزان حجم محلول بعد مخلوط کردن بر حجم ابتدایی محلول به‌دست آمد و به‌صورت درصد عنوان گردید (Shaviklo et al., 2010).

Archive of SID

www.SID.ir

پایداری کف: نسبت ظرفیت کف مشاهده شده بعد از ۸ ساعت به ظرفیت کف ابتدایی بیانگر پایداری کفمی‌باشد(Shaviklo et al., 2010).

ارزیابی حسی: جهت ارزیابی حسی پودر سوریمی،از ۳۷ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده (۱۳ نفر مرد و ۲٤ زن) با ترتیب سنی ٤۰-۱۸ سال استفاده شد. بدین‌منظور از آزمون هدونیک و مقیاس ۹ نقطه‌ای استفاده شده(Meilgard et al., 2007).شاخص نخست بوی پودر سوریمی بود که امتیاز ۹ بوی نامطلوب و امتیاز ۱ بوی مطلوب ماهی بود. شاخص دوم رنگ پودر سوریمی بود به‌طوریکه رنگ تیره امتیاز ۹ و رنگ روشن امتیاز ۱ را دارا بود. شاخص سوم بوی ترشیدگی پودر سوریمی، که در صورت فقدان بوی ترشیدگی امتیاز ۱ ودر صورت زیاد بودن بوی ترشیدگی امتیاز ۹-۱ برای تیمارها لحاظ شد.

اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید(TBA): 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(TBA؛ از حل کردن ۰/۲ گرم پودر تیوباربیوتیک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر حلال ۱- بوتانل) اضافه گردید. لوله‌های دربدار به همراه لوله شاهد در بن‌ماری با دمای $95^{\circ}C$به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. بعد از سرد شدن نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه، جذب آن‌ها توسط اسپکتوفتومتر، در مقابل محلول شاهد در طول موج ۵۳۰ نانومتر خوانده شد. مقدار تیوباربیوتیک اسیدبر حسب میلی‌گرم مالون‌آلدهید در ۱۰۰۰ گرم نمونه بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید(Egan et al., 1997) :

۲۰۰ / [۵۰ × (جذب نمونه – جذب شاهد)=] مقدار تیوباربیوتیک اسید(TBA) (میلی‌گرم مالون‌آلدهید/ ۱۰۰۰گرم نمونه)

تجزیه تحلیل آماری:تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار (SPSS 16) انجام شد. وجود اختلافات بین تیمارهای مختلف با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه اندازه‌گیری شد. تعداد تکرارها در هر تیمار ۳ می‌باشد.به‌منظور مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی عصاره‌های پروتئینی تولید شده با روش‌های مختلف، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد. تفاوت‌های معنادار در تصاویر و جداول به وسیله حروف مختلف مشخص شد. مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار (SD)بیان گردیدند.

نتایج:

میزان ترکیب شیمیایی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد در دمای $-20^{\circ}C$ طی ٦ ماه نگه‌داری با گذشت زمان تفاوت معناداری ($p<0/05$) را نشان داد (جدول ۱)، به‌طوریکه میزان پروتئین پودر سوریمی تولیدی از ماهی منجمدطی دوره نگه‌داری تا ماه ششم از ۸٤/۸۸ به ۷٤/۳۸ درصد رسید. همچنین تغییرات رطوبت، چربی و خاکستر در پودر سوریمی تولیدی از ماهی ٦ ماه منجمد،اختلاف معناداری را نشان می‌دهد($p<0/05$)، اما این اختلاف روند افزایشی یا کاهشی مشخصی نداشت.شاخص چگالی و تیوباربیتوریک اسید پودرسوریمی تولیدی از ماهیکپور ٦ ماهمنجمد، افزایش معناداری یافت ($p<0/05$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ١مقادیر ترکیب شیمیایی، تیوباربیتوریک اسید و چگالیپودر سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره ای منجمد طی ٦ ماه نگهداری در دمای٢٠-

زمان(ماه)	پروتئین %	چربی %	رطوبت %	خاکستر %	TBA میلی‌گرم مالون آلدهید/١٠٠٠گرم	چگالی گرم/ میلی‌لیتر
٠	٨٤/٨٨ ± ٠/٥١^{a}	٣/٧٥ ± ٠/١٤^{b}	٣/٣٦ ± ٠/٠٧^{b}	٢/٢٧ ± ٠/١٢^{b}	٠/١٨ ± ٠/٠٠^{c}	٢/٦٧ ± ٠/٠٢^{c}
٢	٧٩/٩٢ ± ١/٥٤^{b}	٥/٦٧ ± ٠/٣٣^{a}	٢/٤٢ ± ٠/٠٨^{c}	٣/١٣ ± ٠/١٢^{a}	٠/١٩ ± ٠/٠١^{bc}	٣/٢٥ ± ٠/٠٢^{b}
٤	٧٥/٨٣ ± ٠/١٥^{c}	٥/٥ ±٠/٢٨^{a}	٤/١± ٠/٣٣^{a}	٣/٠٣ ± ٠/٢٤^{a}	٠/٢ ± ٠/٠١^{ab}	٣/٦ ± ٠/٠٣^{a}
٦	٧٤/٣٨ ± ٠/٥١^{c}	٥/٣٣ ± ٠/١٦^{a}	٣/٢٤ ± ٠/٠٤^{b}	٣/١٧ ± ٠/١٨^{a}	٠/٢١ ± ٠/٠١^{a}	٣/٦١ ± ٠/١٢^{a}

داده‌ها به صورت میانگین (± انحراف معیار) بیان شده‌اند. حروف متفاوت (a-c) نشان‌دهنده تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

شاخص ظرفیت جذب روغن، درصد حلالیت پروتئین‌های میوفیبریل در آب، میزان ظرفیت و پایداری امولسیونی، و همچنین شاخص ظرفیت تولید کف پودرهای سوریمی با افزایش زمان ماندگاری ماهی در انجماد و شاخص ظرفیت نگه‌داری آب با گذشت ٦ ماه از انجماد ماهی، کاهشی معناداری ($p<٠/٠٥$) نشان داد (جدول ٢).

جدول ٢ تغییرات خواص کاربردی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد طی ٦ ماه نگهداری در دمای٢٠-

زمان(ماه)	ظرفیت جذب روغن میلی‌لیتر/ گرم	ظرفیت نگهداری آب میلی‌لیتر/ گرم	حلالیت %	ظرفیت امولسیون %	پایداری امولسیون %	ظرفیت تولید کف %
٠	٥/٨٥ ± ٠/١٣^{a}	١٣/٤ ± ٠/١٩^{a}	٧/٤٢ ± ٠/١٤^{a}	٥٥/٤٦ ± ٠/٥٣^{a}	٦٢/٨٣ ± ٠/٩١^{a}	١/٠٨ ± ٠/٠١^{a}
٢	٥/٣١ ± ٠/٢٥^{ab}	١١/٤٧ ± ٠/١٣^{b}	٥/٣٣ ± ٠/١٣^{b}	٥١/٦٧ ± ٠/٨٨^{b}	٥٩/٦٨ ± ٠/٦٣^{b}	١/٠٧ ± ٠/٠١^{a}
٤	٤/٩٤ ± ٠/١٤^{bc}	١٠/٥١ ± ٠/١^{c}	٥/١٥ ± ٠/٠٤^{bc}	٤٥/٥٨ ± ٠/٦٤^{c}	٥٦/٧٨ ± ٠/٩٧^{c}	١/٠٤ ± ٠/٠١^{b}
٦	٤/٥٩ ± ٠/١١^{c}	١٠/٤٦ ± ٠/١٢^{c}	٤/٨٢ ± ٠/٠١^{c}	٤٤/٥٦ ± ١/٢٦^{c}	٥٥/٠٩ ± ٠/٩٣^{c}	١/٠٤ ± ٠/٠١^{b}

داده‌ها به صورت میانگین (± انحراف‌معیار) بیان شده‌اند. حروف متفاوت (a-c) نشان‌دهنده تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

شاخص توانایی تشکیل ژل پودر سوریمی تولیدی از ماهی طی دوره نگه‌داری کاهش یافت (جدول ٣).

جدول٣ توانایی تشکیل ژل در پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد طی ٦ ماه نگهداری در دمای٢٠- ،در غلظت‌های مختلف ١ تا ١٠گرم پروتئین در کیلوگرم آب

زمان(ماه)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٠	–	–	±	±	+	+	+	+	+	+
٢	–	–	–	±	+	+	+	+	+	+
٤	–	–	±	±	±	+	+	+	+	+
٦	–	–	–	±	±	±	+	+	+	+

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

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌های رنگی پودرهای سوریمی تولید شده تفاوت معناداری($p<0/05$) داشتند (جدول ٤).میزان سفیدی و روشنایی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی با گذشت زمان انجماد کاهش یافت، ولی میزان قرمزی با گذشت زمان تفاوت معناداری نداشت. هم‌چنین میزان زردی پودر-های سوریمی تولیدی از ماهی منجمد طی ٦ ماه معنادار بود، اما روند افزایشی یا کاهشی مشخصی نداشت($p<0/05$).

جدول ٤ شاخص‌های رنگ پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد طی ٦ ماه نگهداری در دمای ٢٠-

زمان(ماه)	l(روشنایی)	a(قرمزی)	b(زردی)	w(سفیدی)
٠	٩٤/٥ ± ٠/٢٣^{a}	٢/٣٧ ± ٠/٤٣^{a}	١/٨٧ ± ٠/٢٧^{b}	٩٣/٦٩ ± ٠/٢٩^{a}
٢	٩٣/٩٦ ± ٠/١٣^{b}	٢/١٣ ± ٠/٢٧^{a}	٣/٩٠ ± ٠/٨٠^{a}	٩٢/٤٤ ± ٠/٤٨^{bc}
٤	٩٣/٤٣ ± ٠/١٣^{c}	٢/٤٠ ± ٠/٠٠^{a}	٢/٦٣ ± ٠/٢٣^{ab}	٩٢/٥٢ ± ٠/٠٣^{b}
٦	٩٢/٦٣ ± ٠/١٣^{d}	٢/٠٠ ±٠/٢٣^{a}	٣/٦٧ ±٠/٦٧^{ab}	٩١/٤٨ ± ٠/٢٤^{c}

داده‌ها به صورت میانگین (± انحراف معیار) بیان شده‌اند. حروف متفاوت (a-c) نشان‌دهنده تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

نتایج حسی شامل بوی ترشیدگی، رنگ و بوی پودرهای سوریمی تولیدی در جدول٥ به نمایش درآمده است. با توجه به امتیازهای حسی، رنگ پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی منجمد در دمای٢٠- با گذشت زمان طی ٦ ماه تیره‌تر شد. همچنین با توجه به امتیازهای حسی، بوی پودرهای سوریمی تولیدی، با افزایش زمان نگهداری در انجماد نامطلوب شد. همچنین بوی ترشیدگی در با گذشت زمان انجماد طی ٦ ماه افزایش یافت.

جدول٥نتایج ارزشیابی‌حسی شامل بوی ترشیدگی، رنگ و بوی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد طی ٦ ماه نگهداری در دمای٢٠-

زمان(ماه)	بو	بوی ترشیدگی	رنگ
٠	٢/٤ ± ٠/١٦^{d}	٠/٤٧ ± ٠/١٣^{d}	١/٤٧ ± ٠/١٣^{c}
٢	٣ ± ٠/١٣^{c}	١/٤ ± ٠/١٣^{c}	١/٨ ± ٠/١^{c}
٤	٣/٧ ± ٠/٢٣^{b}	٢/٢٧ ± ٠/١٢^{b}	٢/٤٧ ± ٠/١٣^{b}
٦	٥/٧ ± ٠/٢٢^{a}	٣/٥٣ ± ٠/١٧^{a}	٣/١± ٠/١٥^{a}

داده‌ها به صورت میانگین(± انحراف معیار) بیان شده‌اند. حروف متفاوت (a-d) نشان‌دهنده تفاوت معنادار میان تیمارهای مورد بررسی می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

پودر پروتئین ماهی با برخورداری بیش از ٦٥ درصد پروتئین، در دسته کنسانتره پروتئین قرار می‌گیرد (Barzana et al., 1994).در مطالعه‌ی Asgharzadeh و همکاران (٢٠١٠)، میزان پروتئین گوشت چرخ شده شسته شده ماهی کپور نقره‌ای طی ٦ ماه نگهداری در فریزر$-٢٠^{o}C$ کاهش معناداری داشته، ولی میزان خاکستر آن افزایش یافت، اما روند تغییرات چربی آن منظم نبود.در پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

حاضر، مدت نگه‌داری ماهی کپور نقره‌ای منجمد در دمای ۲۰- بر میزان ترکیب شیمیایی پودرهای سوریمی تولیدی اثر معنادار داشته است (جدول ۱)، به‌طوریکه درصد پروتئین پودرهای سوریمی تولیدی طی دوره نگهداریروند کاهشی را نشان داد. کاهش مقدار پروتئین تیمارها ممکن است با اکسایش پروتئین و مدفون شدن گروه‌های سولفیدریل مرتبط باشد (Makri, 2009). عامل تعیین‌کننده ثبات در طی نگه‌داری به‌صورت منجمد مقدار چربی بافت ماهی است، اما این چربی‌ها در مقابل اکسیداسیون بسیار آسیب‌پذیر بوده حتی تحت شرایط مناسب نگه‌داری وارد زنجیره پراکسیداسیون شده و تشکیل رادیکال‌های آزاد پروکسی را می‌دهند و اکسیداسیون را تسریع می‌کنند. در نتیجه نگه‌داری ماهی حتی در حالت انجماد نیز به مدت طولانی سبب تغییر طعم و بافت گردیده و آنرا غیرقابل مصرف می‌سازد(Lee et al., 1996). درصد چربی و خاکستر پودرهای سوریمی تولیدی طی دوره نگه‌داری ماهی منجمد در دمای۲۰- افزایش یافت (جدول ۱).استفاده از شاخص رطوبت برای تعیین کیفیت و میزان فساد ماهی و فرآورده‌های حاصل از آن طی نگه‌داری، کاربرد زیادی دارد(Ben et al., 1999).افزایش میزان رطوبت پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمددر ماه چهارم نسبت به ماه صفر (جدول ۱) ممکن است به واسطه ساختار پرانشعاب و متخلخل پودرهای سوریمی تولیدی باشد که سبب شدهمقداری از رطوبت محیط را جذب نماید.ظرفیت نگه‌داری آب به حداکثر میزان آبی که مواد می‌توانند در فرمولاسیون غذایی جذب و نگه‌داری کنند گفته می‌شود(Quinn & Paton, 1979). ظرفیت نگه‌داری آب مستقیما با پروتئین‌های میوفیبریل ارتباط دارد و هر عاملی که باعث تغییر در پروتئین‌های میوفیبریل شود در قابلیت نگه‌داری آب پروتئین اثر می‌گذارد(Smith, 1987). در عین حال تغییر ماهیت پروتئین‌های عضلانی طی فرایند انجماد نیز باعث کاهش ظرفیت نگه‌داری آب در مراحل بعدی فرآوری می‌گردد(Hall, 1992).تغییرات در پروتئین-های میوفیبریلی را می‌توان به شکل کاهش قابلیت حل شدن و قابلیت استخراج در نمک و دیگر محلول‌های استخراج کننده و همچنین کاهش در فعالیت‌های ATP-ase میوزین و اکتین، گروه‌های سولفیدریل، ویسکوزیته، قابلیت تشکیل ژل و ... مشاهده نمود (Shenouda, 1980).طبق نتایج Huda و همکاران (۲۰۱۱)، کاهش جزئی در میزان ظرفیت اتصال آب سوریمی ماهی سیم باله نخی(*Nemipterus*)طی ١٦ هفته نگه‌داری در فریزر مشاهده شد. براساس نتایج به‌دست آمده (جدول٤)، شاخص ظرفیت نگه‌داری آب پودرهایسوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد در دمای ۲۰- طی ٦ ماه نگه‌داری روند کاهشی معناداری را نشان داده است($p<۰/۰۵$).چگالی رفتار ماده در غذا را تعریف می‌کند و شاخص مهمی برای بررسی میزان فضای مورد نیاز جهت بسته‌بندی مواد خوراکی است. چگالی بالا برای موادی که با هدف غنی-سازی در فرمولاسیون مواد خوراکی مورد استفاده قرار می گیرند مطلوب نمی‌باشد(Kamara et al., 2009).چگالی که یکی از ویژگی‌های فیزیکی پودر پروتئین ماهی می‌باشد، وابسته به اندازه ذرات، ترکیبات و دمای خشک کردن فرآورده می‌باشد (Huda et al., 2012; Shaviklo et al., 2012). تغییرات میزان چگالی پودرهایسوریمیتولیدی از ماهی کپور نقره‌ایمنجمد در دمای ۲۰- با گذشت زمان روند افزایشی معناداری را نشان داده است(جدول ٤). قابلیت جذب روغن خاصیت عملکردی مهمی است که از آنبه عنوانمحبوس کردن فیزیکی روغن بیان شده است

Archive of SID

www.SID.ir

(Kinsella, 1982)و بیشتر یک پدیده فیزیکی است. بنابراین مهم‌ترین شاخص تاثیرگذار بر ظرفیت جذب روغن چگالی پودر پروتئین ماهی می‌باشد (Sathivel et al., 2004).با مقایسه چگالی با ظرفیت جذب روغن (جدول ٤)، می‌توان به نسبت معکوس آن‌ها پی برد. به‌طور کلی با افزایش چگالی، خلل و فرج پودر سوریمی کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت جذب روغن آن کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، شاخص ظرفیت جذب روغن پودرهایسوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد در دمای ۲۰- با گذشت زمان، روند کاهشی را نشان داده است.در بین ویژگی‌های عملکردی مختلف، درصد حلالیت پروتئین به دلیل تاثیرگذاری آن بر سایر خواص عملکردی (نظیر خواص امولسیونی، کف‌زایی و تولید ژل) از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد. از طریق این اثرگذاری، پروتئین می‌تواند ویژگی‌های قابل توجه دیگری همانند ایجاد طعم، عطر و بافت مطلوب و ارزش غذایی را به همراه داشته باشد(Kinsella, 1982).Boonsumrejو همکاران (۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که در طی فرآیندهای انجماد و انجمادزدایی، دناتوره شدن پروتئین‌ها اتفاق می‌افتد و کاهش در مقدار پروتئین‌های محلول در نمک به علت دناتوه شدن پروتئین‌ها در نتیجه واکنش اسیدهای چرب آزاد با پروتئین های محلول در نمک ایجاد می شود که در نهایت منجر به کاهش حلالیت پروتئین ها می‌گردد.درصدحلالیت پروتئین‌های میوفیبریل با افزایش مدت نگه‌داری ماهی کپور نقره‌ای در دمای ۲۰-، کاهش معناداری را نشان داد(جدول ٤).توانایی پروتئین برای تشکیل حالت پایدار امولسیونی جهت بر هم کنش میان چربی و پروتئین در سیستم‌های خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ظرفیت امولسیونی بالا در پودر سوریمیتولیدی به روش انجماد خشک به آن پتانسیل استفاده در محصولات غذایی مختلف را می‌دهد. پروتئین‌ها دارای دو انتهای آب‌دوست و غیر آب‌دوست می‌باشند، بدین‌ترتیب می‌توانند به‌عنوان امولسیون‌کننده مطرح شوند. هنگامی‌که پروتئین‌ها تعادل بین این دو انتهای خود را برقرار کنند، ظرفیت امولسیون کنندگی در بالاترین سطح خود خواهد بود(Huda et al., 2000).نتایج آنالیز واریانس یک طرفه، تفاوت معناداری را برای ظرفیت امولسیون میان تیمارها نشان داد (جدول ٤). الگوی کلی ظرفیت و پایداری امولسیونی تا حدی نزدیک به یکدیگر می‌باشد و با گذشت زمان مقدار این دو فاکتور در پودرهایسوریمی تولیدی روند کاهشی را نشان داده است. میزان بیشتر پایداری امولسیونی نسبت به ظرفیت امولسیونی تیمارها از نکات قابل توجه در این بخش می‌باشد. با توجه به این که جهت بررسی پایداری امولسیونی پس از همگن شدن پودر سوریمی در آب و روغن، مواد مورد حرارت‌دهی قرار گرفتند، پودرهای تهیه شده از تیمارها در اثر حرارت شبه ژل تشکیل دادند و ساختار امولسیونی پایدارترشد. در گزارش برخی پژوهشگران، حلالیت پروتئین در فاز آبی پیش‌نیازی برای ظرفیت امولسیونی در نظر گرفته شدهاست (Chen et al., 2011)، اما ارتباطی میان حلالیت پروتئین و ویژگی‌های امولسیونی پروتئین سویا و پروتئین سفیده تخم‌مرغ و پروتئین ماهی شوریده هیدرولیز شده مشاهده نشده بود (Choi et al., 2009). با توجه به نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر، الگوی ظرفیت امولسیونی نزدیک به تغییرات حلالیت پروتئین می‌باشد.خصوصیات بافتی و کاربردی پروتئین‌ها عمدتا به پروتئین‌های میوفیبریل آن‌ها بستگی دارد. اکتومیوزین، پروتئین اصلی موجود در میوفیبریل بوده و غالبا در ایجادخصوصیات

Archive of SID

www.SID.ir

تشکیل ژل پروتئین ماهی نقش ایفا می‌کند. از آنجا که تغییر در ترکیب اکتومیوزین با ظهور گروه‌های سولفیدریل، گروه‌های هیدروفوبیک و خصوصیات فیزیکوشیمیایی همانند فعالیتATPase همراه می‌باشد، می‌توان به تشکیل پیوندهای دی سولفید که نشان‌دهنده همپوشانی بین پروتئین‌ها و تاثیر بر خصوصیات کاربردی آن‌هاست پی برد(Montecchia et al., 1997). پیوندهای نمک، باندهای هیدروژنی، باندهای دی‌سولفید و واکنش‌های هیدروفوبیک مهم‌ترین پیوندهای شرکت کننده در تشکیل ساختار شبکه سه بعدی ژل هستند (Benjakul et al., 2003; Pan et al ., Sriket.2010) و همکاران (۲۰۰۷) کاهش در مقدار گروه سولفیدریل در طی روند انجماد را به‌علت دناتوره شدن مولکول‌های میوزین، به‌خصوص تغییرات شیمیایی که در آن گروه‌های فعال سولفیدریل در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرد و پیوندهای دی‌سولفید تشکیل می‌شوند گزارش کردند.طبق گزارش Ohkuma (۲۰۰۸) خواص کاربردی پروتئین‌های میوفیبریل در سوریمی(مانند توانایی تشکیل ژل، ظرفیت نگه‌داری آب) به علت قرار گرفتن پروتئین‌ها تحت بازشدگی ساختار و انبوهش در طی انبارمانی کاهش می‌یابد(Visessanguan et al., 2005).بررسی خواص شیمیایی و ژل سوریمی ماهیان بومی تایلند در طی زمان نگه‌داری آن‌ها به شکل منجمد نشان داد که پروتئین‌های محلول در نمک (میوفیبریل) در طی مدت نگه‌داری با تغییر ماهیت، میل ترکیبی کمتری با آب نشان داده که باعث می‌شود بافت زمینه ژل تولیدی از این پروتئین ظرفیت کمتری را برای نگهداشتن آب داشته باشند(Kinsell).1976, در پژوهش حاضر، با گذشت زمان نگه‌داری ماهی در دمای۲۰- شاخص توانایی تشکیل ژل پودرهای سوریمی تولیدی از آن کاهش یافت. توانایی پروتئین برای تشکیل فیلم میان دو فاز مایع و هوا را ظرفیت کف‌زایی آن می‌نامند و از جمله ویژگی‌های کاربردی پروتئین به‌شمار می‌رود(Foageding & Davis, 2011). فرآیند تشکیل کف بر پایه پروتئین شامل پراکندگی پروتئین‌های محلول به سمت مرز آب و هوا و تغییرات تطابقی سریع و باز آرایی در سطح می‌باشد(Foh et al., 2011).بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، شاخص ظرفیت کف‌زایی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد طی ٦ ماه، روند کاهشی را نشان دادند. پایداری سیستم توسط کاهش بین سطح گاز- مایع و تشکیل لایه پروتئینی مقاوم در برابر پاره شدن با کشش‌پذیری(الاستیسیته) بالا در اطراف حباب‌ها و تغییر ویسکوزیته فاز مایع ایجاد می‌شود(Aremo et al., 2007).در این مطالعه پایداری کف‌های تشکیل شده به‌مدت ۸ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. هیچ‌یک از کف‌های تشکیل شده پایدار نبودند. پایداری کف نیازمند تشکیل یک لایه فیلم ضخیم، چسبناک و ویسکوالاستیک دور هر حباب گاز می‌باشد. بنابراین توانایی کف‌زایی عملکردی از آرایش فضایی مولکول‌های پروتئین می‌باشد(Klompong et al., 2007). تغییرات چربی نقش مهمی را به‌عنوان شاخص افت کیفیت بر عهده دارند و چربی کل یکی از شاخص‌های مهم فساد ماهیان منجمد می‌باشد(Ben et al., 1999).تیوباربیتوریک اسید (TBA) از شاخص‌های مهم فساد چربی می‌باشد که افزایش آن‌ها طی مدتزمان نگه‌داری ماهی یا گوشت چرخ شده آن به شکل منجمد در مطالعات متعددی گزارش شده است و مقدار بالاتر از ۳-٤ میلی‌گرم مالون‌آلدهید در کیلوگرم گوشت ماهی، افت کیفیت آن را نشان می‌دهد(Wood et al., 1969). میزان اکسیداسیون و هیدرولیز چربی به‌طور قطع در کاهش حلالیت پروتئین‌های میوفیبریل موثر است و می-

Archive of SID

www.SID.ir

تواند باعث کاهش قابلیت استخراج این پروتئین در طی فرایند انجماد شود(Srikal et al., 1989).

چربی‌های اکسید شده می‌توانند به وسیله متصل شدن به گروهای کاری و مخصوص پروتئین با آن بر هم کنش داشته باشند. گروهای کربونیل چربی‌های اکسید شده امکان دارد با شرکت در پیوندهای کوالان منجر به تشکیل تجمع های پایدار پروتئین-لیپید شوند Saeed & Howell., (2002).میزان تیوباربیتوریک اسید پودرسوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد با گذشت مدت نگه‌داری ماهی در دمای ۲۰-افزایش معناداری نشان داد (جدول ۱). Benjakul و همکاران ۲۰۰۵ در بررسی تاثیر نگه‌داری در دمای ۱۸- بر خواص شیمیایی ماهیان مورد استفاده جهت تولید سوریمی در تایلند دریافتند که با افزایش دوره نگه‌داری (٦ماه)، مقدار TBA در تمام ماهیان به تدریج افزایش می‌یابد. رنگ یکی از پارامترهای مهمی که در روش‌های مختلف فرآوری برای فرآورده حاصل یا ژل تولید شده از آن در نظر گرفته می‌شود. رنگ پودر سوریمی یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر بازارپسندی آن می‌باشد. رنگ پودرهای سوریمی تولیدی در این پژوهش با یکدیگر اختلاف آماری معناداری داشتند($p<0/05$)، به‌طوری‌که میزان سفیدی و روشنایی پودرسوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد دردمای ۲۰- طی دوره نگهداریروند کاهشی را نشان داد.میزان زردی در پودرهای سوریمی تولیدی معنادار بود ولی روند کاهشی یا افزایشی مشخصی نداشت($p<0/05$)،اما میزان قرمزی در پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد در دمای ۲۰- درجه طی ٦ ماه اختلاف معنادارنداشت. Jafarpour & Gorczyca(۲۰۰۸) سفیدی بیشتر سوریمی حاصل از روش سنتی را به دلیل خروج موثرتر میوگلوبین به هنگام شستشو می‌دانند، در صورتی‌که میوگلوبین در ساختار درونی عضله قرار و به آسانی در روش سنتی خارج نمی‌شود اما هموگلوبین به آسانی طی دستکاری و نگه‌داری از دست می‌رود(Karayannkidis et al., 2007).همچنین اکسید شدن میوگلوبین عضله منجر به خروج کمتر میوگلوبین به هنگام شستشو می‌گردد Chen, 2003; Rawdkun et al., (2009).طبق نتایج Huda و همکاران(۲۰۱۱)، سفیدی ژل تولیدی از سوریمی ماهی سیم باله نخی(*Nemipterus*)با افزایش زمان نگه‌داری سوریمی، طی ١٦ هفته کاهش یافت. ارزیابی حسی به‌عنوان روشی مناسب برای برآورد عمر ماندگاری ماهی طی دوره نگه‌داری است Aubourg et) al., 2002). کیفیت حسی پودر پروتئین ماهی که جهت مصارف انسانی تولید می‌شود، مهم‌ترین ویژگی آن به شمار می‌رود زیرا اگر پودر تولید شده ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کاربردی و تغذیه‌ای مناسبی داشته باشد اما کیفیت حسی آن مناسب نباشد، قابلیت مصرف ندارد(Shaviklo, 2013).بر اساس نتایج به‌دست آمده از ارزیابی حسی پودر سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره-ای منجمد طی ٦ ماه نگهداری در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد مشخص گردید که با افزایش زمان نگهداری، امتیاز کیفی شاخص‌های حسی مورد بررسی شامل بوی ترشیدگی، رنگ و بوی پودرهای سوریمی تولیدی کاهش یافت.از نظر ارزیابان حسی پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد تا ماه چهارم نگه‌داری ماهی در دمای ۲۰- دارای شاخص‌های حسی قابل پذیرش می‌باشد. به‌طور کلی بوی نامطلوب ماهیان بر اثر فساد چربی و تشکیل ترکیب‌های با وزن مولکولی پایین، تغییر در ترکیب تری متیل آمین اکساید (Ben-Gigirey et al.,

Archive of SID

www.SID.ir

(1999 و تخریب پروتئین‌ها(Vidya et al., 1996) می‌باشد.

نتیجه گیری کلی:

ویژگی‌های کیفی پودرهایسوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره‌ای منجمد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد با گذشت زمان طی ٦ ماه کاهش یافت.با توجه به نتایج به‌دست آمده و هم‌چنین از دیدگاه ارزیابان حسی، پودرهای سوریمی تولیدی از ماهی کپور نقره ای منجمد تا ماه چهارم نگهداری ماهی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد دارای شاخص‌های حسی قابل پذیرش می‌باشد.

منابع

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

Aremo, M. O. & Olaofe, O. 2007. Functional properties of some Nigerian varieties of AOAC International (13 tr ed). Washington, DC.

Asgharzadeh, A. Shabanpour, B, Santiago P. Aubourg and Hedayat Hosseini. 2010. Chemical changes in silver carp*(Hypophthal michthy molitrix)* minced muscle during frozen storage: Effect of a previous washing process. Pp: 95-101.

Aubourg, S. P., Lehmann, I., Gallardo, M. J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel*(Trachurus trachurus).Journal of science of food and Agriculture*. 82: 176-177.

Aubourge, S. P., and Gallardo, J. M. 2005. Effects Of brine freezing on the rancidity development during the frozen storage of small pelagic fish species.*Europeanjournal of lipid science Technology*, 220:107-112.

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.

Ben-gigirey, B., Desousa, J. M., Villa, T. G., and Barros-Velazqez., J. 1999. Chemical changes and visual Appearance of Albacore Tuna as Related to frozen storage. *Journal of food science*, 64: 20-24.

Benjakul, S., Visessanuan, W., Chantarasuwan, C. 2003.Effect of medium temperature setting on gelling characteristic of surimi from some tropical fishes.*Food chemistry*. 82: 567-574.

Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C., and Tanaka, M. 2005. Effect of Frozen storage on Chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand.*Food Hydrocolloids,*19: 197-207.

Bragadottirm, M., Reynisson, E., Thorarinsdottir, KA., Arason, S. 2007. Stability of fish powder made from saithe*(Pollachinus virens)* as measured by lipid oxidation and functional properties. *Journal of Aquatic Food Product Thechnology,* 16(1):115-136.

Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, S., Tantratian, S., Suzuki, T., and Takai, R. 2007. Effect of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp*(Penaeus monodon)* frozen by air-blast and cryogenic freezing. *Journal of food Engineering*. 80:292-299.

Chen, H. H. 2003. Effect of cold storage on the stability of chub and horse mackerer myoglobins.*Journal of food science*, 67(8): 2962-2967..

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.

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

Foageding, E. A. and Davis, J. P. 2011. Food protein functionality: A comprehensive approach. *Food Hydrocolloids*. 25: 1853-1864.

Foh, M. B. K., Kamara, M. T., Amadou, I., Foh, B. M. and Wenshui, X. 2011. Chemical and physiochemical properties of Tilapia*(Oreochromis*

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D. and 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: 1317-1327.

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

Lee, S. Y., Morr, C. V. and Ha, E. Y. W. 1992.Structural and functional properties of caseinate and whey protein usolate as affected by temperature and pH.*Tournal of food science*. 57: 1210-1214.

Makri, M. 2009. Biochemichal and textural properties of frozen stored (-22) gilthead seabream*(Sparus aurata)*filets. *African Journal of Biotechnology*. 7: 1287-1299.

Meilgaard, M.C., Civille, G.V., and Caar, B.T. 2007. Sensory Evaluation Techniques, 4th Ed CRC Press, Taylor and Francis Group. Pp: 264-270.

Montecchia, CL. Roura, SI. Roldan, D. Perez-borla, O. and Crupkin, M. 1997.Biochemical and physicochemical properties of actomyosin from frozen pre-and post- spawned hake.*Journal of food science*.62:491-495.

Niki, H., Matsuda, Y. and Suzuki, T. 1992. Dried forms of surimi.Surimi Technology. New York: Macrel Dekker. Pp:209-244.

Ohkuma, C., Kawai, K., Viriyarattanasak, C., Mahawarich, T., Tantration, S., Takai, R. et al. 2008. Glass transition properties of frozen and freez-dried surimi product: Affect of suger and moisture on the glass transition temperature. *Food Hydrol*. 22: 255-262.

Pan, J., Shen, H., Luo, Y. 2010. Cryoprotective effect of trehalose on grass carp*(ctenopharyngodon idella)* surimi during frozen storage. *Journal of food propres*. 34(4): 715-725.

niloticus) fish protein hydrolysate and concentrate. *Internation Journal of Biological Chemistry*. 5: 21-36.

Hall, G. M. and Ahmad, N. H., 1992. Surimi and fish mince product In: (G. M. Halled.) *Fish processing technology*.VCH publishers Inc., New York, USA.

Hall, G. M. 1996. Methods of testing protein functionality.Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2-6 Boundray Row, London SEI 8HN. 265p..

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., 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., Lengo, O. H., Nopianti, R. 2011. Cryoprotective effect of different levels of polydextrose in Threadfin bream surimi during frozen storage.*Journal of fisheries and Aquatic science,* 6(4): 404-416.

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.

Jafarpour, A. & Gorczyca, E. M. 2008a.Characteristics of sarcoplasmic proteins and their Interaction with surimi and Kamaboko Gel. *Journal of food science*, oo(o): N1-N7.

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.

Karayannkidis, P. D., Zotos, A., Petridis, D. & Taylor, K. D. A. 2007. The effect of initial wash at acidic and alkaline PHs on the properties of protein concentrate kamaboko products from sardine *(Sardine*

*pilchardus)*Samples. *Journal of food Engineering*. 78: 775-7830.

Archive of SID

www.SID.ir

hydrolysates from capelin *(Mallontus villosus)*.*Journal of Food Chemistry,* 53: 285-293.

Shahidi, F. and zhong, Y. 2005. Lipid oxidation: Measuremnt methods (6thEd). 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 Agricultire*.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 review. *Journal of Food Science and Technology,* Dol:10.1007/s13197-013-1042-7.

Shenouda, S. Y. K., 1980. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh Advanced food Research, 26: 275-311.

Smith, D. M. 1987. Functional and biochemical changes in deboned turkey dueto frozen storage and lipid oxidation.*Food Science*, 52:22-27.

Srikal, L. N., Seshadari, H. S., and Fazel, A. A. 1989. Vhanges in lipids and proteins of marine catfish*(Tachysurus dussumieri)* during frozen storage. *International Journal of food science and Technology*, 24: 653-658.

Sriket, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., and Kijroongrojana, K. 2007. Comparative studies on the effect of the freezing-thawing process on the physicochemical properties and microstructures of black tiger shrimp *(Penaeus monodon)* and white shrimp*(Penaeus vannamei)* muscle*. Food chemistry*. 104: 113-121.

Thorkelson, G., Slizyte, R., Gildberg, A., Kristinsson, HG. 2009. Fish proteins and peptides processing methods, quality and function-ality. In: Luten IB (ed) Marine functional foods. Wageningen university press, Wageningen, Pp 115-133.,

Vidya sager Reddy, G. and srikar, L. N. 1996. Effect of preprocess Ice storage on the lipid change of Japanese thread fin Bream *(Nimerprterus japonicas)*mince during frozen storage. *Asian Fisheriesscience.* 9: 109-114.

Quinn, J. R. and Paton, D. 1979.A practical measurement of water hydration capacity of protein materials.*Journal of cereal chemistry*, 61: 53-59.

Rao, S. B. 1983. Denaturation of labeo rohita *(Rohu)* actomyosin on frozen storage preventive effect of carbohydrates*, Fishery Technology*, 20: 1.29.

Rawdkuen, S., Sai-ut, S., Khamsorn, S., chaijan, M. & Benjakul, S. 2009. Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using and acid-alkaline process. *Food chemistry*, 112: 112-119.

Reynolds, J., Park, J. W. and Choi, Y. J. 2002.Physicochemical properties of pacific whiting surimi as affected by various freezing and storage condition.*Journal of food science*, 67(6): 2072-2076.

Richard, M. P. 2002. Contribution of blood and blood components to lipid oxidation in fish muscle.Ph. D. Thesis, University of Massachusetts, Amherst, USA.

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

Sarma, J., Reddy, G. V. S., and Srikar, L. N. 2000. Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine *(Sardinella Longiceps)*. *Food Research International*, 33: 815-820.

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*, 16:5040-5046.

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

Archive of SID

www.SID.ir

Vojdani, F. 1996. Solubility. In: Hall, GM. editor. Methods of thesting protein functionality. London: Blackie Academic & Professional. Pp: 27-39.

Wood, G., Hintz, L., and salwin, H. 1969.Chemical alteration in fish tissue during storage at low temperatures.*Journal of Association official chemistry*, 52: 904-910.

Visessanguan, W., Chutima, T., and Munehiko, T. 2005. Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand.*Food Hydrocolloids*, 19: 197-207.

Verma, J. K., and Srikar, L. N. 1994. Protein and lipid changes in pink perch*(Nemiprerus japonicas)*Mince during frozen storage. *Journal of food science and Technology*, 31: 328-240.

Archive of SID

www.SID.ir

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 4, No. 4, Winter 2016

Effects of frozen storage of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) on qualitative properties of 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, Iran

2-Professor, Department of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

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

Received : 24.06.2015 Accepted : 13.02.2016

*Corresponding author: hadis_amiri88@yahoo.com

Abstract:

The effects of frozen storage (-20°C) of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) for periods of 0 (control), 2, 4 and 6 months on the qualitative properties of surimi powder was investigated. Qualitative characteristics were assessed through analysis of proximate composition, sensory evaluation, color changes, density, oil adsorption capacity, water holding capacity, protein solubility, emulsifying capacity, emulsion stability, foam capacity and stability, gel forming ability, and thiobarbituric acid value. Most of the qualitative indices decreased significantly ($p<0.05$) in the treatments, including the water holding capacity and the percentage of protein solubility that, respectively, decreased from 13.4ml/g and 7.42% in the control to 10.46 ml/g and 4.82% after 6 months of frozen storage. Besides, the treatments didn't show foam. The density and thiobarbituric acid increased significantly with time ($p<0.05$). Based on the analyses as well as sensory assessment, quality of silver carp surimi powder was maintained in -20°C frozen storage up to four months.

Keywords: Silver carp, Frozen, Qualitative properties, Surimi powder

Archive of SID

www.SID.ir