خصوصیات کیفی پودر پروتئینی تهیه شده به روش انجماد خشک از سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*)

مهرنوش باقری مفیدی[۱]، سید علی جعفرپور[۱] *، علی معتمدزادگان[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- عضو هیئت علمی گروه شیلات دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۳)

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات کیفی پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی کپور معمولی پرورشی تهیه شده به روش انجماد خشک بود. به منظور بررسی ویژگی های کیفی پودر پروتئینی تهیه شده، پارامترهایی همچون ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت امولسیونی، پایداری امولسیونی و ظرفیت جذب روغن بررسی گردید. پایداری امولسیونی در زمانهای ۶, ۱۲, ۲۴, ۴۸, ۷۲ ساعت در هر دو تیمار بررسی شد و بین دو تیمار اختلاف آماری مشاهده نگردید (P >۰/۰۵) ولی در مقایسه دو تیمار بررسی شده با آب مقطر تفاوت معنی داری دارا بودند (P<۰/۰۵). همچنین در خصوص شاخص ظرفیت نگهداری آب تفاوت معنی داری بین دو تیمار مورد بررسی در دو محلول آبی و نمکی مشاهده نگردید (P >۰/۰۵). اما بین تیمارهای آب مقطر و محلول نمک طعام تفاوت معنی داری وجود داشت (P<۰/۰۵). روند تغییرات پایداری امولسیونی در ساعتهای مختلف منظم نبود. در مورد ظرفیت جذب روغن بین دو تیمار اختلاف معنی داری مشاهده شد (P<۰/۰۵)، بطوریکه تیمار پودر سوریمی دارای ظرفیت جذب روغن بیشتری از پودر گوشت چرخ شده ماهی بود. تمامی شاخص های رنگ به جز زردی (b*) در هر دوتیمار دارای اختلاف معنی داری بودند (P<۰/۰۵). به عبارتی میزان سفیدی رنگ در پودر سوریمی در مقایسه با پودر گوشت ماهی افزایش معنی داری داشته و بالعکس از قرمزی آن کاسته شد (P<۰/۰۵). نتیجه کلی اینکه با توجه به عدم وجود تفاوت معنی دار در ویژگی های عملکردی دو نوع پودر پروتئینی، در مواردی که انتظار رنگ روشن تری از ماده غذایی غنی شده با پودر پروتئینی داشته باشیم می توان پودر سوریمی را پیشنهاد داد که البته تایید این امر نیاز به انجام ارزیابی حسی فرآورده حاوی پودر پروتئینی ماهی نیز دارد.

کلید واژگان: انجماد خشک، پودر پروتئینی سوریمی، پودر پروتئینی گوشت چرخ شده، کپور معمولی.

* مسئول مکاتبات: a.jafarpour@sanur.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

۱- مقدمه

تغذیه مناسب از مقوله‌هایی است که انسان معاصر پی به اهمیت آن برده و بر این اساس سعی می‌کند با استفاده از روش‌های مناسب وضع تغذیه خود را بهبود ببخشد. یکی از منابع پروتئین‌های حیوانی گوشت آبزیان و ماهی می‌باشد. در ایران رشد آبزی پروری در سالهای ۲۰۰۲-۲۰۰۴ تقریبا برابر با ۱۶/۵٪ بوده که در جایگاه ششم جهان قرار داشته است [۱]. کپور معمولی همراه با کپورهای چینی در حدود ۷۷۴۶۳ میلیون تن در سال ۲۰۰۶ به صورت چند گونه‌ای[1] تولید شده است و سهم کپور معمولی از این میزان در حدود ۲۰ میلیون تن در سال ۲۰۰۶ می‌باشد. علی‌رغم راندمان تولیدی بالای این ماهی دو دلیل اصلی برای عدم مقبولیت ماهی کپور از نظر مصرف کنندگان وجود دارد که شامل وجود استخوانهای زیاد و بوی لجنی گوشت آن می‌باشد [۲]. سازمان خوار و بار جهانی[2] در سال ۲۰۰۸ تولید ۱۵ نوع محصول مختلف از ماهی کپور را گزارش نمود [۱]. در نتیجه فرآوری ماهی کپور یکی از راهکارهای افزایش بازار پسندی این ماهی بوده و روشهای مختلفی برای این منظور وجود دارد.

یکی از فرآورده های ماهی با ارزش افزوده و محبوبیت بالا در جهان سوریمی می‌باشد. سوریمی یک واژه ژاپنی است و به گوشت چرخ شده ماهی اطلاق می گردد که به طریق مکانیکی یا دستی استخوان‌گیری شده و قسمت اعظم ترکیبات محلول در آب آن توسط فرایند شستشو خارج شده و پس از طی فرایند پالایش و آبگیریِ پروتئین میوفیبریل باقیمانده قبل از انجماد با مواد محافظت کننده در برابر سرما (کرایوپروتکتانت ها) مخلوط می گردد [۳]. هرچقدر گوشت ماهی تیره تر باشد شستشوی گوشت چرخ شده ماهی بیشتر تکرار می‌شود تا گوشت چرخ شده ماهی بیرنگ و بی بو شده و پروتئینهای سارکوپلاسمیک بیشتری حذف شود که این کار باعث تسهیل در فرآیند تشکیل ژل توسط پروتئین‌های میوفیبریل گوشت ماهی می‌شود. بعد از تهیه سوریمی تجهیزات فریز کردن و فریزر گذاری آن برای نگهداری و حفظ کیفیت سوریمی ضروری می‌باشد. از اینرو برای کاهش تجهیزات فریز کردن و نگهداری در فریزر سوریمی را خشک می‌کنند [۴]. روشهای مختلفی برای خشک کردن و بدست آوردن پودر سوریمی وجود دارد که بستگی به کمیت و کیفیت سوریمی مورد نیاز دارد. این روشها عبارتند از خشک کردن به روش انجماد خشک، خشک کردن پاششی، آون، نور خورشید و غیره دارد. بدلیل کاهش افت ترکیبات اصلی سوریمی که مهمترین آن دناتوره شدن پروتئین‌ها می‌باشد بهتر است آنرا به روش انجماد خشک، خشک کنند. از فواید پودرهای پروتئینی ماهی 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 را می‌توان نام برد [۷-۵].

پروتئین‌های میوفیبریل مهمترین و اصلی ترین پروتئین‌های مسئول نگهداری آب و خواص امولسیون کنندگی می‌باشند [۸]. در صورت استفاده از ماهی در صنایع غذایی، فاکتورهایی همچون قابلیت حل شدن، ظرفیت نگهداری آب[3]، امولسیون و رنگ در برآورد خصوصیات کیفی فرآورده اهمیت زیادی دارد[۹].

با توجه به دانش نویسندگان تاکنون مطالعه‌ای بر خصوصیات عملکردی پودر سوریمی و پودر گوشت چرخ شده ماهی کپور صورت نپذیرفته است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر مقایسه شاخص‌های ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت امولسیونی، پایداری امولسیونی و ظرفیت جذب روغن در پودر پروتئینی سوریمی و پودر پروتئینی گوشت چرخ شده ماهی کپور معمولی بود.

۲- مواد و روشها

۲-۱- تهیه سوریمی و گوشت چرخ شده

جهت انجام این تحقیق ماهیان کپور معمولیِ تازه از بازار ماهی شهرستان ساری خریداری و سپس به آزمایشگاه فرآوری گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. ماهی‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با آب سرد شستشو داده شده و مورد سرزنی و تخلیه امعاء و احشاء قرار گرفتند و مجدداً ماهی ها با آب سرد مورد شستشو قرار گرفتند. در ادامه ماهی‌ها فیله شده و بعد از فرایند پوست‌کَنی، فیله ها بوسیله‌ی چرخ گوشت با دیسک حاوی سوراخ های به قطر ۳ میلی متر،

1. Poly culture
2. FAO (Food & Agriculture Organization)
3. Water binding capacity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

خرد شدند و درنتیجه گوشت چرخ شده ماهی بدست آمد. سپس به‌منظور تهیه سوریمی، مانند روش صنعتی مقادیری از گوشت ماهی با آب‌یخ به نسبت ۱ به ۵ مخلوط شده و فرآیند شستشو در ۳ دوره ۵ دقیقه‌ای انجام شد. در تمام مدت شستشو دمای آب زیر ۱۰ درجه سانتیگراد حفظ گردید. در دوره شستشوی آخر گوشت‌های چرخ شده، برای آبگیری بهترِ سوریمی، ۰/۲ درصد نمک طعام به مخلوط مورد شستشو اضافه شد. عمل آبگیری در این مطالعه با استفاده از پارچه تنظیف و به روش دستی انجام گرفت [۱۰].

۲-۲- تهیه پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده با استفاده از دستگاه انجماد خشک

قطعات سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی (طول، عرض و ضخامت آنها به‌ترتیب ۱۰، ۵ و ۰/۵ سانتیمتر) دردمای ۲۵- درجه سانتیگراد حداکثر به مدت ۲۴ ساعت منجمد شدند و در سیستم انجماد خشک در فشار ۰/۵ میلی‌متر جیوه قرار گرفتند (Korea, FDU-8624, Operon). نمونه‌های سوریمی جهت خشک شدن با انجماد، به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵۰- درجه سانتیگراد تا تبخیر شدن تقریبی کلیه رطوبت نمونه‌ها قرار داده شدند [۱۱].

۳- روش‌های اندازه‌گیری

۳-۱- ترکیبات شیمیایی

ترکیبات شیمیایی پودرها با استفاده از روش AOAC (۲۰۰۵) [۱۲] انجام گرفت. مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال و مقدار چربی بر اساس روش سوکسله صورت پذیرفت. مقدار خاکستر با خاکستر کردن نمونه ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت یک شب اندازه‌گیری شد و مقدار رطوبت با خشک کردن نمونه ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت تعیین گردید [۱۲].

۳-۲- ظرفیت نگهداری آب:

برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب نمونه های پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده به علاوه آب مقطر به نسبت ۱ به ۴ به تیوب ۵۰ میلی لیتری سانتریفوژ منتقل شد. همچنین این فرآیند با محلول کلرید سدیم ۰/۵ مولار نیز بررسی گردید. ترکیب موجود در تیوب‌های سانتریفوژ در ابتدا به مدت ۵ دقیقه با ورتکس، مخلوط شدند و متعاقباً برای مدت ۵ دقیقه در ۷۵۰۰×g در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتیگراد) سانتریفیوژ شدند. پس از اتمام فرایند سانتریفوژ سوپرناتانت حاصله به لوله آزمایش ۵۰ میلی لیتری منتقل شد و وزن آب خارج شده اندازه‌گیری گردید. ظرفیت نگهداری آب از تقسیم میزان آب متصل به پروتئین بر وزن ابتدایی پودر پروتئینی به صورت میلی لیتر ظرفیت نگهداری آب در ۱ گرم پروتئین بدست آمد [۱۳].

۳-۳- ظرفیت امولسیونی[1]

مقدار ۰/۵ گرم از پودر پروتئینی سوریمی یا گوشت چرخ شده به‌اضافه‌ی ۵۰ میلی لیتر از محلول کلرید سدیم ۰/۵ نرمال و ۵۰ میلی لیتر روغن آفتابگردان به داخل بشر ۲۵۰ میلی لیتری اضافه و مخلوط شدند. همچنین این فرآیند با آب مقطر نیز بررسی گردید (آب مقطر جایگزین محلول کلرید سدیم ۰/۵ نرمال شد). مخلوط به مدت ۲ دقیقه با دستگاه ورتکس تا همگن شدن هم زده شد و به لوله های سانتریفیوژ منتقل گردید. لوله‌ی سانتریفیوژ برای مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد و متعاقباً برای مدت ۲۰ دقیقه با دور ۲۸۰۰G سانتریفیوژ شد [۱۴]. مقدار ظرفیت امولسیونی از معادله ۱ محاسبه گردید [۷].

$$\text{درصد ظرفیت امولسیونی} = \frac{\text{حجم روغن بعد از سانتریفیوژ}}{\text{حجم روغن قبل از سانتریفیوژ}} \times ۱۰۰$$

۳-۴- پایداری امولسیونی[2]

به‌منظور سنجش پایداری امولسیونی از روش ظرفیت امولسیونی مذکور استفاده گردید، با این تفاوت که بعد از گرم کردن امولسیون به مدت ۱۰ دقیقه در بن ماری با ۸۵ درجه سانتیگراد [۱۴]، امولسیون به لوله‌های آزمایشی مختلف منتقل شد و بعد از طی زمانهای مختلف (۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت) قرار گرفتن آنها در دمای محیط، نمونه ها سانتریفیوژ شده و سپس مقدار روغن جذب شده در نمونه ها محاسبه گردید.

1. Emolsion capacity
2. Emulsion stability

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

۳-۵- ظرفیت جذب روغن[1]

در ابتدا ۰/۵ گرم از پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی به داخل لوله های ۵۰ میلی لیتری سانتریفیوژ ریخته شد. به هر لوله ۱۰ میلی لیتر روغن آفتابگردان اضافه گردید [۱۵]. نمونه ها برای مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سانتیگراد) قرار گرفت و هر ۱۰ دقیقه با قاشقک استیل به مدت ۳۰ ثانیه هم زده شدند [۱۶]. سپس به مدت ۲۵ دقیقه با دور G ۲۵۶۰ سانتریفیوژ شدند. در انتها مقدار روغن باقی مانده سرریز شد و ظرفیت جذب روغن به صورت میلی لیتر روغن آزاد شده در هر ۱ گرم پروتئین بیان گردید [۱۸-۱۷].

۳-۶- رنگ سنجی

اندازه گیری رنگ با استفاده از دستگاه رنگ سنج صورت پذیرفت (Lovibond CAM-system, England 500). پس از عکس برداری اولیه مقادیر L^*، b^* و a^* که به ترتیب شامل شاخص‌های روشنایی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) بود، توسط دستگاه مجهز به رایانه تعیین و رنگ پودر پروتئین سوریمی و پودر گوشت چرخ شده ماهی بررسی شد. فاکتورهای سفیدی[7]، ته رنگ[8] و فام[9] از معادلات زیر محاسبه گردیدند [۱۹].

معادله ۲ $\text{Whiteness} = L^* - 3b^*$

معادله ۳: $\text{Hue}^\circ_{ab} = \text{Arctan}(b^*/a^*)$

معادله ۴: $\text{Chroma}^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$

۳-۷- روش‌های آماری

تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد. در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل تمامی داده‌ها، از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها دو تیمار پودر گوشت چرخ شده و سوریمی باهم و تیمارهای محلول نمکی و آب مقطر باهم مقایسه شدند. تفاوت‌های معنی‌دار در تصاویر و جداول به‌وسیله‌ی حروف مختلف مشخص شد. مقادیر به صورت میانگین± انحراف معیار (SD) بیان گردید.

1. Oil absorption

۴- نتایج و بحث

۴-۱- ترکیب شیمیایی

نتایج این تحقیق نشان داد که فرایند شستشو در سوریمی تاثیر معنی‌داری بر ترکیبات شیمیایی پودرهای پروتئینی حاصل می‌نهد (P<۰/۰۵) (جدول ۱). پودر پروتئینی گوشت چرخ شده پروتئین بیشتری از پودر پروتئینی سوریمی دارا بود (P<۰/۰۵). طی شستشوی گوشت در فرایند تولید سوریمی، ترکیباتی همچون خون، رنگدانه‌ها، مواد تشکیل دهنده‌ی بو، آنزیم‌ها، موکوس و در مجموع پروتئین‌های سارکوپلاسمیک از گوشت چرخ شده دفع می‌شوند و در نتیجه علاوه بر افزایش غلظت پروتئین های میوفیبریلار، مجموع پروتئین سوریمی نسبت به گوشت چرخ شده پایین‌تر می‌باشد [۳]. میزان رطوبت پودر سوریمی بیشتر از پودر گوشت چرخ شده بود (P<۰/۰۵) و این بیانگر جذب مقادیر بالایی از آب توسط پروتئین گوشت طی مراحل شستشو بوده که حتی با اضافه کردن نمک و اعمال فشار مکانیکی در مرحله ی آخر شستشو، بخشی از آب در بافت سوریمی و بصورت متصل با پروتئین های میوفیبریل باقی مانده است. در این تحقیق میزان خاکستر و چربی پودر پروتئینیِ سوریمی کمتر از پودر گوشت چرخ شده ماهی کپور بود (P<۰/۰۵). Suvanich و همکاران در سال ۲۰۰۰ مطالعه‌ای بر خصوصیات کیفی گوشت چرخ شده‌ی گربه ماهی روگاهی انجام دادند و میزان بیشتر خاکستر و چربی را در گوشت چرخ شده نسبت به گوشت چرخ شده‌ی شسته شده گزارش نمودند [۲۰]. کاهش خاکستر پس از فرایند شستشو به دلیل خروج املاح محلول در آب می‌باشد. همچنین فرایند شستشو با معلق کردن چربی‌ها و دفع آنها باعث کاهش چربی سوریمی نسبت به گوشت چرخ شده می‌گردد [۲۲-۲۱]. در خصوص لیپیدهای موجود در ماهی ذکر این نکته ضروری است که بخش اعظمی از ذخیره لیپیدی ماهی با حذف سر، امعاء و احشاء و پوست از ماهی حذف گردیده و تنها بخش جزیی مربوط به فسفولیپیدهای غشایی در بافت عضله باقی می ماند که بدلیل غیر اشباع بودن دارای قابلیت بالای اتصال با ملکول های هِم عضله و اکسیداسیون می باشند. لذا حذف آنها طی فرآیند شستشو باعث پایداری بیشتر سوریمی می گردد. بعلاوه مقدار پروتئین بالا در هر دو تیمار اهمیت غذایی آنها را دو

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

چندان کرده و باعث می‌شود که بتوان از آنها در صنعت تولید فرآورده های غذایی پروتئینی استفاده کرد[۷].

۴-۲- ظرفیت جذب روغن

ظرفیت جذب روغن برای پودر پروتئین و پروتئین هیدرولیز شده ماهی از خصوصیات عملکردی مهم است که بر طعم محصولات استفاده شده در صنعت گوشت و شیرینی پزی اثر می‌گذارد. همانطور که در جدول ۱ نمایش داده شد، ظرفیت جذب روغن در دو تیمار اختلاف معنی داری را دارا می‌باشند (P<۰/۰۵). میزان جذب روغن در پودر پروتئینی سوریمی (۶/۹) بیشتر از پودر گوشت چرخ شده ماهی (۴/۵) بود. این نتایج را می‌توان با ظرفیت جذب بیشتر روغن توسط سوریمی به علت خروج چربی در شستشوی اولیه آن هنگام تهیه سوریمی توجیه کرد که با شستشوی ۳ بار، درصدی از چربی خارج شده و محصولی با چربی کمتر بدست می‌آید که هنگام اضافه کردن روغن به پودر سوریمی این کمبود چربی با جذب بیشتر روغن جبران می‌شود. این نتایج با مطالعات Sathivel و همکاران (۲۰۰۴) که بر روی پودر پروتئین ماهی هرینگ و کفشک تیز دندان انجام داده بودند تقریبا مشابه می‌باشد [۱۵]، اما مقدار آن از نتایج پژوهش انجام شده توسط Foh و همکاران (۲۰۱۱) که بر روی پروتئین هیدرولیز شده تیلاپیا انجام شده بود بیشتر است [۲۳].

جدول ۱ ترکیبات شیمیایی و ظرفیت جذب روغن پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده

نمونه پودر پروتئینی	پروتئین	رطوبت	چربی	خاکستر	ظرفیت جذب روغن
سوریمی	۹۱/۴۰±۰/۶۸ [b]	۵/۵±۰/۱۲ [a]	۱/۷±۰/۰۷ [b]	۱/۶±۰/۰۳ [b]	۶/۹ ± ۱/۰۴ [a]
گوشت چرخ شده	۹۳/۳۸±۰/۷۳ [a]	۳/۲±۰/۰۸ [b]	۲/۱±۰/۰۵ [a]	۱/۹±۰/۰۵ [a]	۴/۵ ±۰/۰۵ [b]

(a-b) حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین شاخص‌های مورد سنجش می‌باشد (P<۰/۰۵).

۴-۳- ظرفیت نگهداری آب

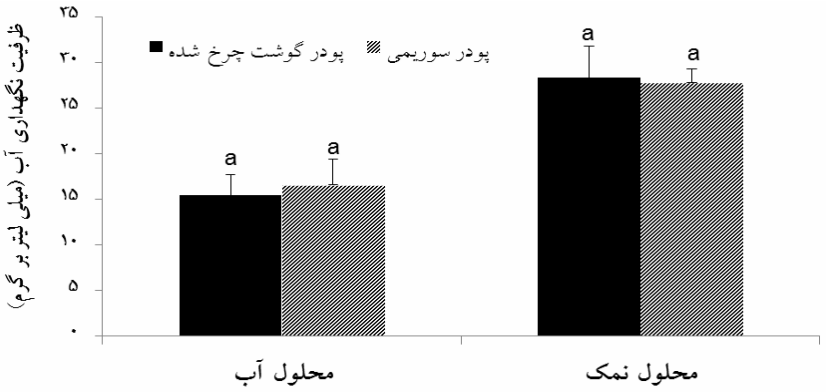
نتایج ظرفیت نگهداری آب در پودر پروتئینی سوریمی و پودر پروتئینی گوشت چرخ شده ماهی کپور معمولی در شکل ۱ نشان داده شده است. ظرفیت نگهداری آب در دو تیمار مورد مطالعه قرار گرفته اختلاف معنی داری را نشان ندادند (P >۰/۰۵) اگرچه مقدار عددی آن در تیمار پودر پروتئینی سوریمی (۱۶/۵۸) بیشتر از پودر گوشت چرخ شده (۱۵/۴۸) محلول آب مقطر بود. اما در بین تیمارهای اندازه گیری شده با آب مقطر و محلول نمک طعام ۰/۵ مولار تفاوت معنی داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). به طوریکه ظرفیت نگهداری آب گوشت چرخ شده با آب مقطر ۱۵/۴۸ و با محلول نمک طعام ۲۸/۴ بود و در پودر پروتئینی سوریمی مورد سنجش با آب مقطر ۱۶/۵۸ و با محلول نمک طعام ۲۷/۸ میلی گرم آب در ۱ گرم نمونه مورد محاسبه قرار گرفت.

ظرفیت نگهداری آب یکی از خصوصیات مهم در کیفیت گوشت و محصولات گوشتی می‌باشد. در مطالعه Musa و همکاران (۲۰۰۵) که بر روی خواص عملکردی پودر سوریمی وابسته به روشهای خشک کردن انجام دادند، ظرفیت نگهداری آب در پودر سوریمی تهیه شده به روش انجماد خشک بیشتر از روش خشک کردن با آون بود [۴]. پروسه خشک کردن می‌تواند ظرفیت نگهداری آب را کاهش دهد و هرچه در دماهای بالاتری خشک شدن انجام گیرد، ظرفیت نگهداری آب بیشتر کاهش پیدا می‌کند [۲۴]که این حالت را میتوان با دناتوره شدن پروتئین‌ها در دماهای بالاتر توجیه کرد [۴]. Ramirez و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که رطوبت قابل بیان در سیستمهای غذایی به طور معکوس با ظرفیت نگهداری آب مربوط است [۲۵].

نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج Asgharzadeh و همکاران (۲۰۱۰) که بر روی ماهی فیتوفاگ انجام شد مطابقت دارد [۲۶]. آنها بیان کردند ظرفیت نگهداری آب در گوشت چرخ شده شسته شده بالاتر از گوشت چرخ شده نشسته می‌باشد. این امر بعلت متراکم شدن و افزایش غلظت پروتئینهای میوفیبریل موجود و عدم تغییرماهیت آنها در گوشت چرخ شده شسته است. همچنین ظرفیت نگهداری آب با خواص فیزیکو شیمیایی پروتئین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

مثل خاصیت آبگریزی، حلالیت و ظرفیت پخش شدگی ارتباط دارد [۲۸-۲۷]. Chaijan و همکاران (۲۰۰۴) رطوبت قابل استخراج را در گوشت چرخ شده شسته و نشسته شده ساردین و ماکرل اندازه گیری کردند [۲۹]. نتایج آنها رطوبت قابل استخراج را در گوشت چرخ شده شسته کمتر از گوشت چرخ شده نشسته نشان داد که این امر بیانگر ظرفیت نگهداری آب بیشتر در گوشت چرخ شده شسته نسبت به نشسته می‌باشد. همچنین اظهار کردند تیمار شسته شده با نمک طعام دارای کمترین رطوبت قابل استخراج می‌باشد، در نتیجه دارای بیشترین ظرفیت نگهداری آب است. اختلافات مشاهده شده در ظرفیت نگهداری آب بین گونه های مورد مطالعه قرار گرفته در پژوهش‌های مختلف احتمالا ناشی از روش‌های مختلف خشک کردن [۳۲-۳۰] مقدار مواد نگهدارنده مصرفی در هنگام تهیه سوریمی [۶ و ۲۴]، گونه‌های متفاوت ماهی‌ها [۲۴] و همچنین زمان نگهداری سوریمی در فریزر [۳۳] یا برهمکنش این فاکتورها می‌باشد.



شکل ۱ ظرفیت نگهداری آب در پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده .

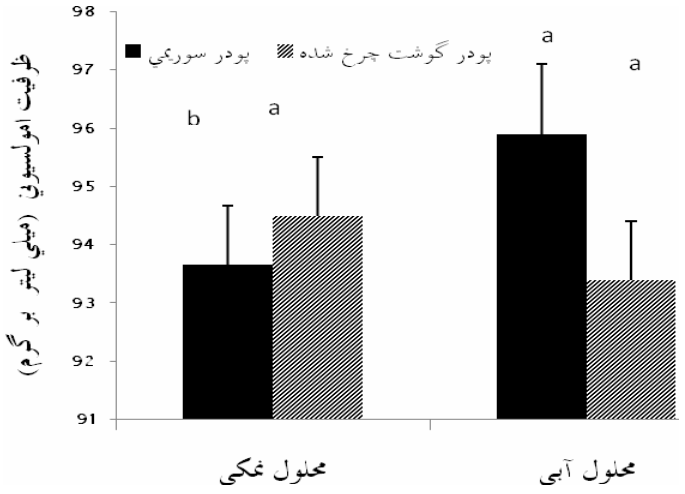
۴-۴- ظرفیت امولسیونی

شکل ۲ ظرفیت امولسیونی در پودر گوشت چرخ شده و پودر پروتئینی سوریمی ماهی با استفاده از آب مقطر و محلول نمک طعام ۰/۵ مولار را نشان می‌دهد. در مقایسه ظرفیت امولسیونی پودر سوریمی و پودر گوشت چرخ شده و شسته شده با آب مقطر تفاوت معنی داری مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$) اما با محلول نمکی اختلاف آماری بین تیمارها ملاحظه نشد ($P>۰/۰۵$). Sathivel و همکاران (۲۰۰۴) ظرفیت نگهداری آب در هرینگ و کفشک تیز دندان محاسبه کردند که کمتر از مقدار آن در پژوهش حاضر است [۱۵]. در پژوهش حاضر مقدار ظرفیت امولسیونی پودر پروتئینی سوریمی با آب مقطر ۹۵/۹٪ و پودر گوشت چرخ شده ۹۳/۴٪ گزارش شد که با مطالعه انجام شده توسط Musa و همکاران (۲۰۰۵) که بر روی پودر سوریمی ماهی سیم باله نخی انجام گرفته بود مطابقت دارد [۴]. مقدار ظرفیت امولسیونی برای پودر سوریمی ماهی Saithe که در تهیه آن مواد نگهدارنده استفاده نشده (حدود ۵۰٪) کمتر از مقدار بدست آمده در این تحقیق بود. مقدار ظرفیت امولسیونی پودر سوریمی تهیه شده به روش انجماد خشک در این مطالعه، با نتایج Shaviklo و همکاران (۲۰۱۰)که از مواد نگهدارنده در تهیه ی پودر سوریمی استفاده کردند کمتر بود [۷] که احتمالا به علت کاربرد مواد نگهدارنده در تهیه سوریمی و تفاوت در گونه های مورد استفاده می‌باشد.

ظرفیت امولسیونی بالا در پودر پروتئینی سوریمی ماهی کپور معمولی تهیه شده به روش انجماد خشک به آن پتانسیل استفاده در محصولات غذایی مختلف را می‌دهد. پروتئین‌ها دارای دوانتهای آبدوست و غیر آبدوست می‌باشند بدین ترتیب می‌توانند به عنوان امولسیون کننده مطرح شوند. هنگامی که پروتئین‌ها تعادل بین این دو انتهای خود را برقرار کنند ظرفیت امولسیون کنندگی در بالاترین سطح خود خواهد بود. از آنجایی که بعضی از پروتئین‌ها دارای سطح کمتری در انتهای آبدوست خود

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

می‌باشند، بعد از پروسه خشک شدن (در نتیجه دناتوره شدن پروتئینها) مواد نگهدارنده مثل شکر می‌تواند انتهای آبدوست را بعد از خشک کردن به صورت دست نخورده باقی نگه دارد که این امر باعث بهبود خاصیت امولسیون کنندگی می‌شود [۳۴]. نکته قابل توجه در مطالعه حاضر افزایش ظرفیت امولسیون کنندگی پودر سوریمی در محلول آبی نسبت به محلول نمکی می باشد، در حالیکه می بایست عکس این پدیده اتفاق می افتاد. به عبارتی بار الکتریکی خالص خمیر سوریمی در حالت عادی منفی می باشد و اضافه شدن محلول نمکی که حاوی بارهای جزئی مثبت و منفی سدیم و کلر می باشد با اتصال به بارهای مخالف سطح پروتئین باعث از هم گسستن شبکه پلی پپتیدی شده و سایتهای فعال پروتئین را آشکار ساخته و در نتیجه می بایست ظرفت امولسیونی همانند ظرفیت نگهداری آب آن افزایش می یافت.

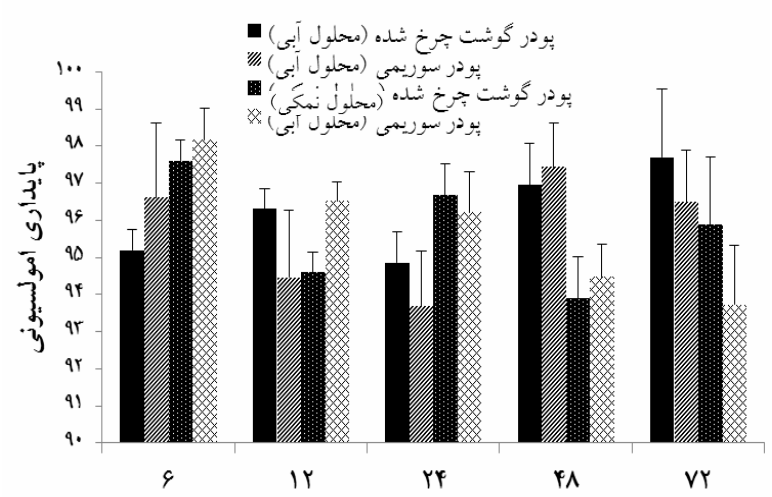


شکل ۲ ظرفیت امولسیونی پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده

۴-۵- پایداری امولسیونی

روند تغییرات پایداری امولسیونی در زمانهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. پایداری امولسیونی هر تیمار در زمانهای مختلف با دو محلول نمکی و آبی مورد مطالعه قرار گرفت. این پارامتر در تیمار پودر سوریمی تا ۲۴ ساعت روند رو به افزایش داشته اما از ۴۸ ساعت به بعد روند تغییرات کاهشی بود و این در حالی بود که نتایج تیمار پودر گوشت چرخ شده روند منظمی را نشان نداد. طبق نتایج بدست آمده، در خصوص پایداری امولسیونی بعد از ۶ ساعت (محلول آبی< محلول نمکی)، ۱۲و ۴۸ ساعت (محلول آبی > محلول نمکی) تفاوت معنی داری بین محلول نمکی و آبی گوشت چرخ شده ماهی مشاهده گردید. اما در ۲۴ و ۷۲ ساعت اختلاف معنی داری نبود. در مورد پورد سوریمی بعد از گذشت ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت (محلول آبی< محلول نمکی) و ۴۸ ساعت (محلول آبی> محلول نمکی) اختلاف معنی داری در بین محلول نمکی و آبی پودر سوریمی مشاهده گردید. اما در ۷۲ ساعت اختلاف معنی دار نیست.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]



شکل ۳ روند تغییرات پایداری امولسیونی در ۶، ۱۲،۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آزمایش

۴-۶- آنالیز رنگ

جدول ۲ نتایج رنگ سنجی دو تیمار مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تمامی خصوصیات رنگی به جز شاخص زردی (b*) دارای تفاوت معنی داری در مقایسه بین پودر پروتئینی سوریمی و پودر گوشت چرخ شده بود. در این پژوهش پودر پروتئینی سوریمی دارای روشنایی و سفیدی بیشتری در مقایسه با پودر گوشت چرخ شده است. سفیدی یکی از مهمترین فاکتورها در تهیه سوریمی می‌باشد. همچنین میوگلوبین موجود در سوریمی، نقش ضروری در سفیدی آن دارد [۳۵] به طوری که هرچه مقدار میوگلوبین در گوشت شسته شده کمتر باشد روشنایی و سفیدی بیشتری در گوشت حاصل می‌شود [۳۶]. هموگلوبین و میوگلوبین نقش مهمی را در سفیدی سوریمی ایفا می‌کنند [۳۵]. هموگلوبین نسبت به میوگلوبین در پروسه دستکاری و انبار کردن راحتتر از دست می‌رود در حالیکه میوگلوبین در ساختار بین سلولی ماهیچه‌ها باقی می‌ماند [۳۷] .بنابراین بیشترین تغییرات رنگی در گوشت در نتیجه واکنش میوگلوبین با دیگر اجزائ ماهیچه مخصوصاً پروتئین‌های میوفیبریل می‌باشد [۳۸]. بعلاوه ماهیچه‌های تیره نسبت به سفید دارای فعالیت پروتئولیتیک بیشتری می‌باشند [۳۹]. فرایند آبشویی در سوریمی با خارج کردن خونابه‌ها، میوگلوبین‌ها، رنگدانه‌های گوشت و مجموعاً پروتئین‌های سارکوپلاسمیک، سبب روشن‌تر شدن رنگ پودر پروتئینی سوریمی بعد از خشک شدن گردید. همچنین با فرایند آبشویی قرمزی کاهش یافت. مقادیر ته‌رنگ و فام که دو شاخص رنگ سنجی ثانویه وابسته به میزان قرمزی و زردی می‌باشند به ترتیب بیشتر و کمتر از پودر گوشت چرخ شده ماهی است. HassabAlla و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که همزمان با افزایش روشنایی در پودر پروتئینی سوریمی، از میزان قرمزی آن کاسته شد [۴۰]. پودر سوریمی تهیه شده از سه ماهی سیم باله نخی، سیم دریایی، ماهی چشم درشت خال بنفش توسط Huda و همکاران (۲۰۰۱) [۲۴] و همچنین پودر سوریمی تهیه شده از ماهی کیجا (مارمولک ماهی) توسط Musa و همکاران (۲۰۰۵) [۴] دارای روشنایی و زردی بالاتر اما قرمزی کمتری در مقایسه با مقادیر بدست آمده در این پژوهش بودند. در حالی که در تحقیق Shaviklo و همکاران که بر روی Saithe انجام دادند تمامی شاخص‌های رنگی پایین‌تر از مقدار بدست آمده در مطالعه حاضر بود [۷]. در مطالعه Sathivel و همکاران (۲۰۰۴) که بر روی پودر پروتئین ماهی هرینگ ار طریق انجماد خشک انجام گردید، شاخص روشنایی (۸/۸۲) و زردی (۱۲/۵) بیشتر ولی شاخص قرمزی (۳/۵) کمتر از مقدار این شاخص‌ها در پژوهش حاضر می‌باشد [۱۵]. اختلافات مشاهده شده در شاخصهای رنگی پژوهش‌های مختلف احتمالا ناشی از مقدار مواد نگهدارنده مصرفی در هنگام تهیه سوریمی، گونه‌های متفاوت ماهی‌ها و همچنین ناشی از روش‌های مختلف خشک کردن می‌باشد [۲۴].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

جدول ۲ شاخصهای رنگی پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده.

تیمار	روشنایی L*	قرمزی a*	زردی b*	طیف رنگ Hue*	اشباعیت Chroma*	سفیدی Whiteness*
سوریمی	۶۸/۶± ۰[a]	۴/۳۰±۰/۰۱[a]	۰/۴۰±۰/۰۱[b]	۵/۳۱±۱/۰۰[a]	۴/۳۲±۰/۰۱[a]	۶۸/۳۰±۲/۰۵[a]
گوشت چرخ شده	۶۴/۴۳±۱/۲۳[b]	۵/۹۰±۰/۰۱[b]	۰/۴۰±۰/۰۱[b]	۳/۸۸±۰/۰۱[b]	۵/۹۱±۰/۰۱[b]	۶۳/۹۴±۱/۲۲[b]

(a-b) حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین شاخص‌های مورد سنجش می‌باشد (P<۰/۰۵).

۵- نتیجه گیری

بطور کل مقایسه بین خواص عملکردی پودر پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی تفاوت معنی داری وجود نداشت و تنها از نظر ظرفیت جذب روغن و خصوصیات رنگ سنجی پودر پروتئینی سوریمی نسبت پودر گوشت چرخ شده ویژگی‌های بهتری را نشان داد. بنابراین اگر هدف غنی سازی یک ماده غذایی با پودر پروتئینی باشد و در این بین میزان روشنایی یا سفیدی رنگ نیز از اهمیت بالایی برخوردار باشد می توان استفاده از پودر پروتئینی سوریمی را پیشنهاد داد. از آنجا که تحقیقات زیادی بر روی پودرهای پروتئینی سوریمی و گوشت چرخ شده ماهی صورت نگرفته، مطالعات در این زمینه برای استفاده آن‌ها در سیستم‌های غذایی با تاکید بر مقبولیت برای مصرف کنندگان و بازار پسندی محصولات مورد نیاز است.

۶- منابع

[1] FAO. 2008. Fishries Global Information System. Fresh water fish processing. www.fao.org

[2] Varadi, L. 1995. Equipment for the production and processing of carp. Aquaculture. 129:443-446.

[3] Lee, C. M. 1999. Surimi. Science and Technology. In: *Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology*. Ed., Francis, F. J., john Wiley and Sons, Inc., New York. Pp.2229-2239.

[4] Musa, K.H, Abdullah, A., wen, A. 2005. Functional properties of surimi related to drying methods . Malaysia Application Biology. 34(2): 83-87.

[5] Green, D., Lanier, T.C.1992. Fish as the soyabean of the sea, in Engineered Seafood Including Surimi, ed. by Martin RE and Collete RL. Noves Data Corp., Park Ridge, NJ, pp. 42–52.

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

[7] Shaviklo, Gh.R. Thorkelsson, G. Arason, S. Kristinsson, H. Sveinsdottirb, K. 2010. The influence of additives and drying on quality attributes of fish protein powder made from saithe (*Pollachius virens*). Journal science Food Agriculture.

[8] Venugopal, V. Shahidi, F. 1996. Structure and composition of fish muscle. Food Review International. 12(2): 175-197.

[9] Barzana, E., Garcia-Garibay, M. 1994. Production of fish protein concentrates. Fisheries processing: Biotechnology and Application. 206-222.

[10] Jafarpour, A., Sherkat, F., Leonard, B., Gorczyca, E.M., 2008. Colour Improvement of Common carp (*Cyprinus carpio*) fillets by hydrogen peroxide for making surimi International Journal of Food Science and Technology 43, 1602-1609.

[11] Jafarpour A. Gorczyca E.M. 2009. Characteristics of Sarcoplasmic Proteins and Their Interaction with Surimi and Kamaboko Gel. Nanoscale Food Science. 74(1): 16-22.

[12] AOAC, 2005. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington DC.

[13] Miller, R., Groninger, H.S. 1976. Functional properties of enzyme modified acylated fish protein derivates. Journal of Food Science. 41: 268-272.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

[14] Rakesh, J., Metz, A. 1973. Acid precipitated Fish protein isolate exhibits good functional properties. Food Production Development. 7: 18-24.

[15] Sathivel S, J.Bechtel P, Babbitt J, Prinyawiwatkul W, and, Negulescu I, D. Reppond K. 2004. Properties of Protein Powders from Arrowtooth Flounder (*Atheresthes stomias*) and Herring (*Clupea harengus*)Byproducts. Journal of Agriculture Food Chemistry. 52: 5046-5040

[16] Shahidi, F. 1994. Seafood processing byproducts. In: Shahidi, F., Botta, J.R., editors. *Seafoods: chemistry, processing technology and quality.* London, Blackie Academic & Professional.

[17] Souissi, N., Bougatef, A., Triki-Ellouz, Y., Nasri, M. 2007. Biochemical and Functional Properties of Sardinella (*Sardinella aurita*) By-Product Hydrolysates. Food Technol. Biotechnol. 45 (2): 187–194.

[18] Wachirattanapongmetee, K., Thawornchinsombut, S., Pitirit, T., Yongsawatdigul, J., Park, J.W. 2009. Functional Properties of Protein Hydrolysates Prepared from Alkali-Aided Protein Extraction of Hybrid Catfish Frame. Trends Research in Science and Technology. 1 (1): 71-81.

[19] Park JW, Codex code for frozen surimi, in *Surimi and Surimi Seafood*. 2005. ed. by Park JW. Taylor & Francis, Boca Raton, FL, pp. 869–885.

[20] Suvanich, V., Jahncke, M. L., and Marshall, D. L. (2000). Changes in Selected Chemical Quality Charactristic of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage. Food Chemistry and Toxicology. 65, 24-29.

[21] Lin, T.M. Park, J.W. 1996. Extraction of proteins from Pacific Whiting Mince at various washing conditions. Journal of Food Science. 61: 432–438.

[22] Elyasi, A., Zakipour, Rahim Abadi, E., Sahari, M. A., Zare, P. 2010. Chemical and microbial changes of fish fingers made from mince and surimi of common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). International Food Research Journal. 17: 915-920.

[23] Foh, M.B.K., Kamara, M.T., Amadou, I., Foh, B.M., Wenshui, X. 2011. Chemical and Physicochemical Properties of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish Protein Hydrolysate and Concentrate. International Journal of Biological Chemistry. 1800.

[24] Huda, N., Abdullah, A., Babji A. 24-25 March 2001.Substitution of Tapioca Flour with Surimi Powder in Traditional.16 th Scientific Conference Nutrition Society of Malaysia, Kuala Lumpur.

[25] Ramírez, J.A., Velazquez, G., Echevarría, G.L., Torres, J.A. 2007. Effect of adding insoluble solids from surimi wash water on the functional and mechanical properties of pacific whiting grade surimi. Bioresour. Technol., 98: 2148-2153.

[26] Asgharzadeh, A., Shabanpour, B., P. Aubourgb, S., Hosseini, H. 2010. Chemical changes in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) minced muscle during frozen storage: Effect of a previous washing process. GRASAS Y ACEITES. 61 (1): 95-101

[27] Matsumoto, J., Nogochi, S. 1992. Cryostabilization of protein in surimi in Lanier T, Lee C (Eds.) Surimi Technology.pp. 357-388. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.

[28] Sikorski, Z., Kolakowska, A. 1994. Changes in protein in frozen stored fish in Sikorski Z, Sun Pan B (Eds.) Seafood proteins, pp. 99-112. Chapman and Hall, New York, USA.

[29] Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., Faustman, C. 2004. Characteristics and gel properties of muscles from sardine (Sardinella gibbosa) and mackerel (Rastrelliger kanagurta) caught in Thailand. Food Research International. 37: 1021–1030.

[30] Matsuda, Y. 1983. The methods of preparation and preservation of fish meat powder having kamaboko-forming ability. Bulletin of Japanese Society for Science & Fish. 49(8): 1293-1295.

[31] Carpenter, J.F., Crowe, J.H. 1989. An infrared spectroscopic study of the interactions of carbohydrates with dried protein. *Biochemistry.* 28: 3916–3922.

[32] Eikevik, T.M., Stromment, I., Alves-Filho, O., Hemmingsen, A.K.T. 2005. Effect of operating conditions on atmospheric freeze-dried codfish, in *3rd Inter-American Drying*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

Conference (IADC), Montreal, paper no. XIII-3, pp. 21–23, August.

[33] Winarni.A, T., Darmanto, Y.S. Puspita.K.P,D. 2008. Evaluation on Utilization of Small Marine Fish to Produce Surimi Using Different Cryoprotective Agents to Increase the Quality of Surimi. Journal of Coastal Development. 11(3): 131-140.

[34] Huda, N., Abdullah, A., Babji, A. 2000. Physicochemical and Sensory Characteristics of Crackers (Kerupuk) Formulated with Surimi Powder. Paper Presented at International Seminar on The Role of Chemistry in Industry and Environment, Padang, West Sumatra, Indonesia, August 30 – 31.

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

[36] Ramadhan, K., Huda, N. 2010. Physio-chemical characteristics of surimi gels made from washed mechanically deboned Pekin duck (*Anas platyrhinchos domesticus*) meat. Indigenous Food Research and Development to Global Market, June 17-18 ,2010, BITEC, Bangkok, THAILAND.

[37] Livingston, D. J. Brown,W. D. 1981. The chemistry of myoglobin and its reactions. Food Technology. 25(3): 244–252

[38] Hanan, T., Shaklai, N. 1995. Peroxidative interaction of myoglobin and myosin. European Journal of Biochemistry. 233, 930–936.

[39] Shimizu, Y., Toyohara, H., Lanier, T. C. 1992. Surimi production from fatty and dark-fleshed fish species. In T. C. Lanier & C. M. Lee (Eds.), Surimi technology (pp. 181–207). New York: Marcel Dekker.

[40] HassabAlla, A.Z., Mohamed, G.F., Ibrahim, H.M., Abdelmageed. 2009. Frozen cooked Catfish burger: Effect of different cooking methods and storage on its quality. Global Veterinaria. 3: 216-223.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]

Functional properties of freeze-dried protein powder prepared from common carp (Cyprinus carpio)

Bagherimofidi, M. [1]*, Jafarpour, A . [2], Motamedzadegan, A. [3]

1. M.Sc student, Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2. Assistant Prof. at Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3. Assistant Prof. at Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural

(Received: 89/12/23 Accepted: 90/8/3)

This study aimed to investigate the quality characteristics of fish protein powder (FPP) from common carp raw surimi and its mince prepared by application of freeze-drying technique. To prepare test samples, either distilled water or 0.5M NaCl solution was used and parameters such as water holding capacity (WHC), emulsion capacity (EC), emulsion stability (ES) and oil absorption (OA) were determined. According to the results, WHC did not show any significant differences in samples prepared either by distilled water or 0.5M NaCl solution. In terms of EC, after 6, 12, 24, 48 and 72 h in samples prepared by use of 0.5M NaCl, no significant differences was observed between treatments. However, by use of distilled water, the differences became significantly ($P<0.05$) different. In this study, FFP from raw surimi showed higher and significant OA capacity compared to the one from fish mince. Finally, among color indices, L* and a* values showed significant difference between FFP from raw surimi and fish mince. It can be concluded that as there was no significant differences between FPP from common carp raw surimi and unwashed mince in terms of functional properties, therefore, if we expect lighter and whiter color in enriched product with protein powder, surimi FPP would be an appropriate choice, however, it needs to be confirmed by sensory evaluation test.

Key Words: Fish protein powder, Surimi, Fish mince, Common carp, Freeze-drying technique

* Corresponding Author E-Mail Address: a.jafarpour@sanur.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-03]