مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۱۳، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۱۴۶ تا ۱۵۸

ارزیابی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی، میکروبی و حسی ناگت ماهی فرموله شده با پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری

صدیقه بابایی[۱*]، فرزانه وردی‌زاده[۲]، سمانه رجب‌لو[۳]، حمیدرضا راشدی‌نیا[۴]

۱- بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
۳- بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۴- بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکـــیده

در مطالعه حاضر پروتئین ایزوله (IP) ضایعات سر و باله تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با مقادیر ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد جایگزین گوشت ماهی فیتوفاگ در تهیه ناگت ماهی شده است. در این مطالعه بعد از تهیه ناگت ماهی، شاخص‌هایی از قبیل آنالیز تقریبی، بازده محصول، کاهش وزن، وزن‌گیری در اثر کوتینگ، رشد میکروبی و آنالیز حسی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، میزان پروتئین در نمونه کنترل بالاترین میزان (۰/۰۴ ± ۱۸/۰۰) بوده و با افزایش درصد پروتئین ایزوله، روند نزولی را نشان می‌دهد ($P < 0.05$). بیشترین میزان کاهش وزن در طی سرخ شدن نهایی مربوط به تیمار کنترل و IP10 نشان داده شد و بیشترین بازده محصول نیز مربوط به تیمارهای IP20، IP30 و IP40 بود ($P < 0.05$). بررسی نتایج حاصل از رشد میکروبی، اختلاف معناداری بین تیمارها نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین نتایج آنالیز حسی نشان داد تیمار کنترل که تنها با گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ بوده، طعم، بو، بافت و ... خصوصیات کلی بهتری نسبت به تیمارهای حاوی پروتئین ایزوله داشت. نتایج این تحقیق نشان داد گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ و پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری قابلیت تولید ناگت ماهی را داشته و اگرچه در برخی خصوصیات فیزیکی ناگت حاوی مقادیر بالاتر پروتئین ایزوله نتایج بهتری نشان داده‌اند، اما با توجه به میزان پروتئین و خواص حسی، نمونه کنترل و نمونه حاوی ده درصد پروتئین ایزوله IP10 نتایج بهتری داشتند.

کـــلید واژه‌ها: ناگت ماهی، آنالیز میکروبی، Cooking loose، پروتئین ایزوله ماهی، فیتوفاگ، برگر ماهی.

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸
تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۳/۰۶/۳۰

*نویسنده مسئول:
s-babaei@shirazu.ac.ir
Babaei.Sedigheh@gmail.com

مقدمه

ماهی یک ماده غذایی بسیار مغذی و سرشار از منابع غنی همچون پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی است و همچنین بزرگترین منبع اسیدهای چرب چند غیراشباع ω-3 به ویژه EPA و DHA است که فواید متعددی را برای سلامتی انسان به همراه دارد [۱]. در سطح جهانی، گسترش تدریجی تغذیه سالم و تاثیر آن روی سلامت انسان، صنایع غذایی را بر آن داشته است تا مواد غذایی را در این راستا تولید یا تطبیق دهند. فرآوری صنعتی ماهی معمولاً مقادیر قابل توجهی از محصولات جانبی از جمله سر ۹-۱۲٪ ، امعاء و احشاء ۱۲-۱۸٪ ، پوست و باله ۱-۳٪ و استخوان ۱۵-۲۰٪، تولید می‌کند. بنابراین، عدم استفاده یا استفاده کم از محصولات جانبی ماهی نه تنها منجر به افزایش هزینه دفع این محصولات، بلکه منجر به از دست رفتن منابع درآمدی بالقوه نیز می‌شود. امروزه محققان سعی در گسترش فناوری‌های مختلف به منظور استفاده از این محصولات جانبی و کاهش هزینه‌های ناشی از دفع آن دارند [۲]. با این حال، واقعیت این است که مقادیر قابل توجهی از محصولات جانبی ماهی به سختی در اکثر کشورها، به‌ویژه در ایران، بازیافت می‌شود. محدودیت‌های قانونی و نگرانی مردم در مورد استفاده از زباله‌ها و باورهای

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

نادرست در مورد ناتوانی آن‌ها در استفاده از مواد غذایی غیرانسانی باعث تجمع آن‌ها در طبیعت و ایجاد مشکلات زیست محیطی شده است [۳]. اما حقیقت این است که این مواد دور ریز و به ظاهر کم اهمیت حاوی مقادیر زیادی پروتئین و لیپید است که در صورت بازیابی، منبعی با ارزش از مواد مغذی برای انسان ایجاد می‌کند [۴].

فرآورده‌های جانبی ماهی سرشار از پروتئین‌های با کیفیت بالا هستند که می‌توانند با روش‌های مختلف بازیابی و خالص سازی شوند. پروتئین استخراج شده به این روش‌ها fish Protein Isolate (FPI) نامیده می‌شود. محصولات پروتئین ایزوله شده، نسخه پالایش‌یافته‌ی پروتئین بوده که حاوی پروتئین با قابلیت هضم بالا هستند. پروتئین ماهی شامل بسیاری از پپتیدهای زیست فعال است که به راحتی جذب می‌شوند و می‌توانند برای فعالیت‌های متابولیک مختلف استفاده شوند. همچنین به عنوان یک ماده تغذیه‌ای کاربردی در بسیاری از مواد غذایی استفاده شوند زیرا ویژگی‌هایی نظیر ظرفیت نگهداری آب، جذب روغن، فعالیت ژل‌سازی و ویژگی امولسیفیکاسیون دارند. همچنین گزارش شده است که پروتئین‌های ماهی می‌توانند به عنوان منبع نیتروژن برای رشد میکروارگانیسم‌ها و تولید لیپازهای خارج سلولی استفاده شود [۵]. امروزه، این محصولات منبع اصلی پروتئین‌های ارزان، به ویژه برای ورزشکاران، بدن‌سازان و گیاه‌خواران بوده و همچنین کاربردهای گسترده‌ای در صنایع مختلف نوشیدنی و لبنیات و مواد غذایی نوزاد، به دلیل ویژگی‌های کاربردی مختلف خود، به دست آورده‌اند. این محصولات به طور گسترده از گیاهانی مانند بادام زمینی، لوبیا سبز، سویا و منابع حیوانی مانند ماهی و شیر به وسیله ترکیب روش‌های رسوب ایزوالکتریک و قلیایی با استفاده از H_2SO_4 و NaOH نیز تولید می‌شوند [۶]. پروتئین ایزوله ماهی را می‌توان به عنوان افزودنی و مواد تشکیل دهنده در فرمولاسیون مواد غذایی به منظور افزایش ارزش غذایی یا بهبود خواص عملکردی استفاده کرد. این یک روش مناسب برای ایجاد محصولات با ارزش افزوده و افزایش بهره‌وری و افزایش مصرف سرانه‌ی ماهی است و می‌توان از آن برای تولید غذاهای کاربردی با ویژگی‌های حسی و کیفیت تغذیه‌ای قابل قبول استفاده کرد [۷].

پروتئین‌های ایزوله شده قابلیت تشکیل ژل و استحکام دهنده امولسیونی دارند و با قابلیت جذب آب و چربی در محصولات گوشتی فرآوری شده مانند کتلت، ناگت، نان و سوسیس به طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند [۶]. دلایل مختلفی مانند، وقت‌گیر بودن آماده‌سازی، ماندگاری محدود، عدم پذیرش ذائقه و عدم دسترسی آسان به ماهی، ممکن است برخی از مصرف‌کنندگان را از خرید ماهی منصرف کند [۸]. تولید ناگت ماهی یکی از تکنیک‌های فرآوری ماهی است که می‌تواند باعث افزایش ارزش و کاهش تلفات پس از برداشت در صنعت ماهیگیری شود، به دلیل تغییرات جهانی در سبک زندگی، ناگت و سایر غذاهای آماده به مصرف به عنوان جایگزینی برای افزایش مصرف ماهی و محصولات غذایی مبتنی بر ماهی در نظر گرفته می‌شود. ناگت ماهی یک غذای مدرن است که از فیله ماهی یا گوشت چرخ کرده ماهی، با ادویه‌ها و آردهای مختلف تهیه و سپس با لعاب پوشانده می‌شود [۸].

با توجه به موارد اشاره شده در بالا، ذائقه‌ی مردم کشور، وجود مناطق وسیع دور از دریا و عدم وجود امکانات لازم جهت در دسترس قرار گرفتن ماهی تازه جهت مصرف عموم، در این مطالعه سعی شد ناگت ماهی از فیتوفاگ *Hypophthalmichthys molitrix* که ارزان قیمت و در دسترس است تهیه شود و در فرمولاسیون آن از مقادیر مختلف پروتئین ایزوله ضایعات تاسماهی سیبری استفاده شود، سپس ویژگی‌های حسی، میکروبی، فیزیکی و شیمیایی آن مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه

در این مطالعه از پروتئین ایزوله استخراج شده از ضایعات تاسماهی سیبری در مطالعه قبلی [۹] که مشخصات فیزیکوشیمیایی آن اثبات شده بود استفاده گردید. ماهی فیتوفاگ تازه (با میانگین وزنی ۶۵۰ گرم) از مزرعه پرورش ماهیان گرمابی بذرافکن (شیراز، فارس) صید شده و پس از پوست‌کنی، استخوان‌گیری و فیله کردن، درون یونولیت به صورت یخ‌پوشی به آزمایشگاه شیلات دانشگاه شیراز، منتقل شد. ماهی‌ها بعد از شستشو مجدد تا مرحله تهیه ناگت، به مدت ۲۴ ساعت درون زیپ‌کیپ در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد فریز شدند.

آماده‌سازی ناگت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

تهیه ناگت ماهی در مرکز تحقیق و توسعه مجموعه پروتئینی شام شام (سپیدان، فارس) زیر نظر کارشناسان کارخانه انجام شد. در این تحقیق ۵ تیمار بصورت زیر در نظر گرفته شد:

- Control: ناگت تهیه شده با ۸۸٪ فیله چرخ شده ماهی فیتوفاگ
- IP10: ناگت تهیه شده از ماهی فیتوفاگ + ۱۰ درصد جایگزینی با پروتئین ایزوله
- IP20: ناگت تهیه شده از ماهی فیتوفاگ + ۲۰ درصد جایگزینی با پروتئین ایزوله
- IP30: ناگت تهیه شده از ماهی فیتوفاگ + ۳۰ درصد جایگزینی با پروتئین ایزوله
- IP40: ناگت تهیه شده از ماهی فیتوفاگ + ۴۰ درصد جایگزینی با پروتئین ایزوله

به منظور تهیه تیمارهای فوق، فیله‌ها و پروتئین‌های ایزوله به‌صورت نیمه منجمد با دستگاه چرخ‌گوشت (MG-1400R، پارس‌خزر، ایران) به طور کامل چرخ شدند و سیب زمینی پخته شده و سایر ادویه‌ها (پودر سیر، پودر پیاز، فلفل، نمک و...) طبق جدول ۱ به آن اضافه گردید و بخوبی ورز داده شدند [۸].

جدول (۱) تیمارها و درصد ترکیبات بکار رفته در هر تیمار ناگت ماهی

ترکیبات ناگت (درصد)	تیمارها				
	Control	IP10	IP20	IP30	IP40
گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ	۸۸	۷۹/۲	۷۰/۴	۶۱/۶	۵۲/۸
پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری	۰	۸/۸	۱۷/۶	۲۶/۴	۳۵/۲
سیب زمینی پخته و چرخ شده	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
پودر سیر	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸
پودر پیاز	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
نمک	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
فلفل سیاه	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
فلفل قرمز	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
پاپریکا	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
دارچین	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶
زردچوبه	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

بعد از تهیه خمیر همگن ناگت، قالب زنی انجام شد و ناگت‌های تهیه شده به مدت ۱ ساعت درون فریزر قرار داده شدند. سپس ناگت‌ها از فریزر خارج شده و درون لعاب تهیه شده از، ۶۰ درصد آرد گندم، ۲۰ درصد آرد برنج، ۱۵ درصد نشاسته، ۲/۵ درصد بیکینگ پودر و ۲/۵ درصد نمک (همگن شده در آب به نسبت ۱ : ۱/۵) غوطه‌ور شدند. پس از پوشاندن سطح ناگت‌ها با پودر سوخاری دانه ریز، مجددا به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. مرحله پیش پخت در دمای ۱۸۰درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ — ۱۸۰ ثانیه انجام شد و سپس ناگت‌ها، درون ظروف درب‌دار برچسب گذاری شده قرار داده شدند و به فریزر ۱۸- درجه‌ی سانتی‌گراد منتقل شدند.

ارزیابی شیمیایی

رطوبت

اندازه‌گیری رطوبت، پروتئین و خاکستر با استفاده از روش AOAC [۱۰] انجام شد. جهت سنجش رطوبت از دمای ۱۰۵درجه‌ی سانتی‌گراد دستگاه آون (KM23S، Fara Azma، ایران) استفاده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت نمونه‌ها در دستگاه دسیکاتور خنک شده، و رطوبت طبق رابطه زیر محاسبه شد:

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

$$\%\text{رطوبت} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$$

W_2: وزن ثانویه ناگت، W_1: وزن اولیه ناگت

پروتئین

برای انجام این آزمون ۱ گرم از ناگت مربوط به هر تیمار به صورت جداگانه درون بالن قرار داده شد، سپس هضم با استفاده از اسید سولفوریک و دستگاه کلدال (V50، بخشی، ساخت ایران) انجام گرفت. عدد گزارش شده از این دستگاه مقدار ازت فرار است، جهت تبدیل به پروتئین نیاز است در یک ضریب پروتئین مخصوص هر ماده‌ی غذایی ضرب شود که این ضریب برای گوشت ۶/۲۵ است [۱۱].

خاکستر

نمونه توسط کوره الکتریکی (Nabertherm LT3، آلمان) در دمای ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت سوزانده شده و تبدیل به خاکستر می‌گردد. درصد خاکستر با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$(\%\text{خاکستر}) = \frac{\text{وزن خاکستر نمونه}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

ارزیابی خصوصیات فیزیکی

بازده محصول

به طور تصادفی ناگت‌ها (سه تکرار) از هر تیمار انتخاب شده و قبل و بعد از سرخ شدن نهایی (۳ دقیقه در ۱۹۵ درجه سانتیگراد) وزن شدند [۱۲] و از طریق رابطه زیر بازده محاسبه گردید:

وزن ناگت سرخ شده مقدماتی / وزن ناگت سرخ شده نهایی =بازده محصول (درصد)

کاهش وزن در طی سرخ شدن (Cooking loss)

برای اندازه‌گیری میزان کاهش وزن در طی سرخ شدن، ابتدا وزن ناگت خام را اندازه‌گیری کرده و پس از سرخ شدن نیز آن را توزین کرده و به کمک رابطه زیر مقدار کاهش وزن در طی سرخ شدن اندازه‌گیری می‌شود [۱۳].

Cooking loose = (وزن اولیه ناگت – وزن ثانویه ناگت/ وزن اولیه ناگت) ×۱۰۰

وزن‌گیری در اثر کوتینگ (Pick- up)

برای اندازه‌گیری میزان افزایش وزن ناگت در اثر کوتینگ که مجموع وزن batter (لعاب: مایع خمیری که ناگت قبل از کوتینگ با پودر سوخاری در آن قرار می‌گیرد) و وزن پودر سوخاری است، ابتدا وزن ناگت بدون پوشش را اندازه گرفته و پس از کوتینگ با لعاب و پودر سوخاری مجددا توزین شده و سپس به کمک رابطه زیر میزان pick- up محاسبه می‌شود [۱۴].

Pick- up= (وزن ناگت با کوتینگ – وزن ناگت بدون کوتینگ / وزن ناگت با کوتینگ) × ۱۰۰

ارزیابی میکروبی

برای تعیین رشد میکروبی ناگت‌های تهیه شده، ۱۰ گرم ناگت را به طور تصادفی تحت شرایط آسپتیک جمع‌آوری و با استفاده از مخلوط کن (HB-5503AP، ایران) به مدت ۲ دقیقه در ۹۰ میلی‌لیتر سالین استریل (NaCl ٪۰/۸۵) همگن شدند تا رقت‌های سریال ۱:۱۰ با سالین استریل برای کشت به روش پور پلیت تهیه شود. سپس نمونه‌ها در محیط کشت آگار (PCA، QUELAB، ایران) برای تعیین تعداد کل باکتری‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انکوبه شدند [۹]. برای تعیین تعداد کل باکتری‌های سایکروفیل از محیط کشت Cetrimide آگار (QUELAB، ایران) در دمای۷ درجه استفاده شد. تمام آنالیزها در ۳ تکرار انجام شد و شمارش میکروبی به صورت log CFU/g بیان شد.

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی به صورت ذهنی براساس رنگ، بو، طعم، بافت، شکل ظاهری و... توسط اعضای پنل (۱۵ نفر) کارخانه شام شام و دیگر افراد آموزش دیده طبق مقیاس ۵ درجه‌ای (بسیار خوب = ۵، خوب = ۴، متوسط = ۳، بد = ۲ و ۱= بسیار بد) در نظر گرفته شد. جهت ارزیابی حسی، نمونه‌ها بعد از سرخ شدن نهایی (۳ دقیقه در ۱۹۵ درجه سانتیگراد با دستگاه سرخ کن)، با استفاده از حروف انگلیسی کدگذاری و در ظروف شفاف سرو شدند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل نتایج از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک، برای مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵ درصد از آنالیز آماری One-way ANOVA استفاده شد. تمام آزمایشات با سه تکرار انجام شد و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

آنالیز شیمیایی

آنالیز تقریبی ناگت ماهی فیتوفاگ در ترکیب با پروتئین ایزوله‌ی تاسماهی سیبری در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار IP30 بود که با تیمارهای کنترل، IP10 و IP20 اختلاف معناداری نداشت ($P > 0.05$). تیمار IP40 با اختلاف معناداری با سایر تیمارها کمترین میزان رطوبت را نشان داد. میزان پروتئین در نمونه کنترل بالاترین میزان (۰/۰۴ ± ۱۸/۰۰) و در تیمار IP40 کمترین میزان (۰/۱۲ ± ۱۱/۵۶) بود و با افزایش درصد پروتئین ایزوله در ناگت، روند نزولی را نشان داد ($P < 0.05$). محتوای خاکستر نیز بالاترین میزان در تیمار IP30 و کمترین آن در تیمارIP40 مشاهده شد ($P < 0.05$) درحالیکه با سایر تیمارها اختلاف معناداری مشاهده نشد.

جدول (۲) آنالیز تقریبی (رطوبت، ماده خشک، پروتئین و خاکستر) تیمارهای مختلف ناگت ماهی حاوی پروتئین ایزوله

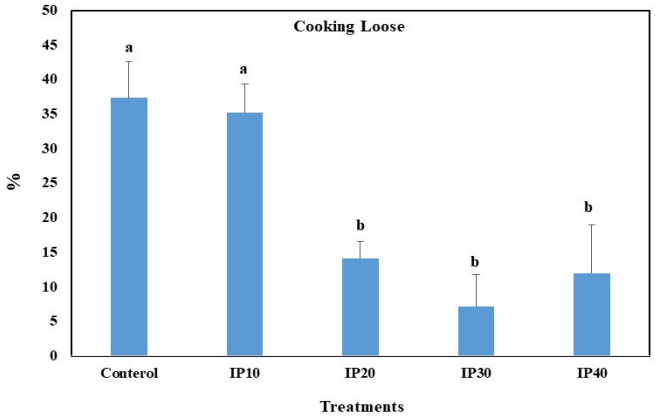
تیمارها	رطوبت (٪)	ماده خشک (٪)	پروتئین (٪)	خاکستر (٪)
Control	۶۰/۴ ± ۰/۸^{a}	۳۹/۶ ± ۰/۸^{b}	۱۸/۰ ± ۰/۰^{a}	۴/۰ ± ۰/۳^{ab}
IP10	۶۰/۸ ± ۴/۰^{a}	۳۹/۲ ± ۴/۰^{b}	۱۵/۴ ± ۰/۰^{b}	۳/۷ ± ۰/۱^{ab}
IP20	۶۱/۹ ± ۱/۵^{a}	۳۸/۱ ± ۱/۵^{b}	۱۲/۸ ± ۰/۱^{c}	۳/۷ ± ۰/۲^{ab}
IP30	۶۳/۵ ± ۰/۸^{a}	۳۶/۵ ± ۰/۸^{b}	۱۱/۸ ± ۰/۱^{d}	۴/۲ ± ۰/۶^{a}
IP40	۵۵/۵ ± ۲/۴^{b}	۴۴/۵ ± ۲/۴^{a}	۱۱/۶ ± ۰/۱^{e}	۳/۵ ± ۰/۰^{b}

خصوصیات فیزیکی

کاهش وزن در طی سرخ شدن

نتایج مربوط کاهش وزن در طی سرخ شدن در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین میزان کاهش وزن در طی سرخ شدن نهایی مربوط به تیمار کنترل و IP10 بود. اما تیمارهای IP20، IP30 و IP40 به طور معناداری کمتر از دو تیمار دیگر بوده و با یکدیگر اختلاف معناداری نداشتند ($P > 0.05$).

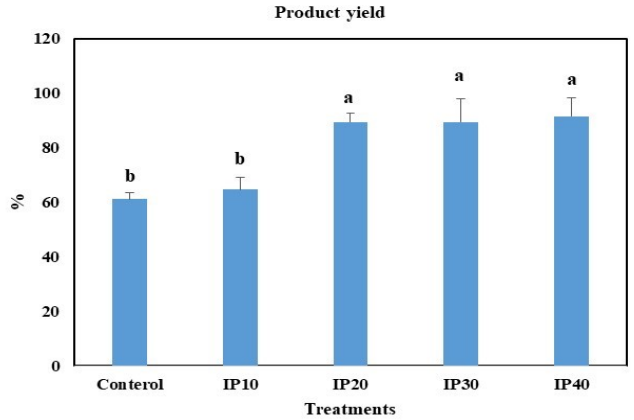
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]



شکل (۱) کاهش وزن در طی سرخ شدن تیمارهای مختلف ناگت ماهی حاوی پروتئین ایزوله

بازده محصول

نتایج مربوط بازده محصول تیمارهای مختلف ناگت در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین مقادیر بازده محصول در تیمارهای IP20، IP30 و IP40 مشاهد شد و کمترین مقدار بازده محصول در نمونه شاهد و IP10 گزارش شد ($P < 0.05$).

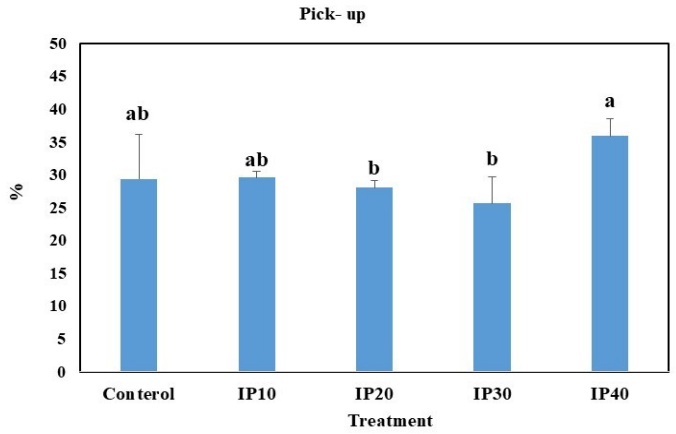


شکل (۲) بازده محصول تیمارهای مختلف ناگت ماهی حاوی پروتئین ایزوله

وزن‌گیری در اثر کوتینگ

نتایج مربوط به میزان وزن‌گیری در اثر کوتینگ در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل پیداست کمترین میزان Pick-up مربوط به دو تیمار IP20 و IP30 می‌باشد که با یکدیگر و با تیمار کنترل و IP10 اختلاف معناداری ندارند همچنین بیشترین میزان Pick-up نیز مربوط به تیمار IP40 می‌باشد که با تیمار کنترل و IP10 اختلاف معناداری ندارند ($P > 0.05$).

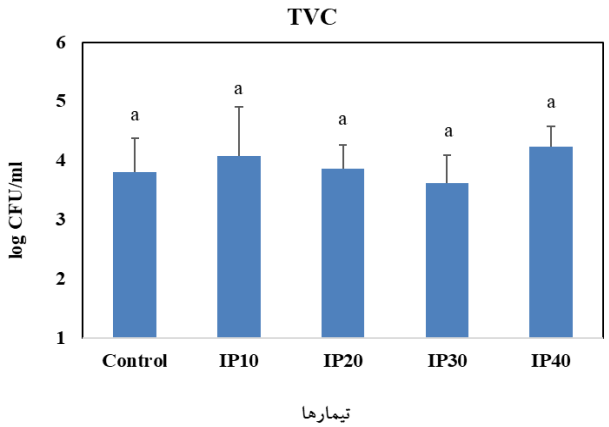
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]



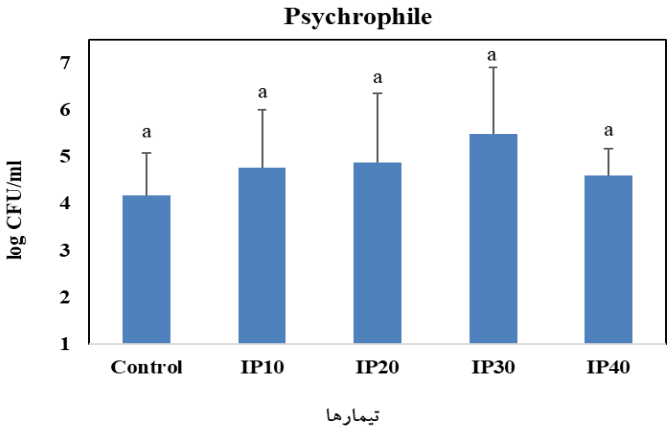
شکل (۳) وزن گیری در اثر کوتینگ تیمارهای مختلف ناگت ماهی حاوی پروتئین ایزوله

میکروبی

نتایج مربوط به آزمون میکروبی در شکل‌های (۴) و (۵) نشان داده شده است. همانطور که در هر دو نمودار نشان داده شده است محتوای باکتری کل (شکل ۴) و باکتری‌های سرمادوست (شکل ۵) در حدود ۴-۴/۵ log CFU/ml گزارش شد که در تمامی تیمارها اختلاف معناداری با یکدیگر نداشته اند ($P < 0.05$).



شکل (۴) رشد تعداد باکتری کل تیمارهای مختلف ناگت ماهی حاوی پروتئین ایزوله



شکل (۵) رشد تعداد باکتری سرمادوست تیمارهای مختلف ناگت ماهی حاوی پروتئین ایزوله

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

حسی

نتایج آنالیز حسی (پارامترهای طعم، بافت، بو و ...) در جدول شماره (۳) نشان داده شده است. با توجه به جدول، بین پارامترهای حسی نمونه کنترل و سایر تیمارهای فرموله شده با IP تاسماهی سیبری تفاوت فاحشی مشاهده نشد (حد قابل قبول در این آزمایش ۳ در نظر گرفته شد). با وجود تفاوت اندک در مقادیر پارامترهای حسی، بهترین طعم و بوی مطلوب در تیمار کنترل و IP10 مشاهده شد. پارامتر قابلیت جویدن در تیمارهای فرموله شده با پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری (IP10، IP20، IP30 و IP40) با مقدار ۴/۸ و نمونه کنترل (۴/۹) مشابه یکدیگر عمل کرده است. بیشترین مقدار پارامتر بافت در نمونه کنترل ۴/۵ و کمترین آن در IP10 ۳/۹ مشاهده شد.

جدول (۳) شاخص‌های حسی ناگت

تیمارها	طعم	بافت	بو	قابلیت جویدن	شکل‌پذیری	رنگ	مقبولیت کلی
Control	۴/۳	۴/۵	۴/۵	۴/۹	۴/۵	۴/۵	۴/۶
IP10	۳/۹	۴/۲	۴/۴	۴/۸	۴/۲	۴/۴	۴/۱
IP20	۳/۹	۳/۹	۴/۴	۴/۸	۴/۱	۴/۵	۴/۰
IP30	۳/۸	۴/۲	۴/۴	۴/۸	۴/۱	۴/۴	۴/۳
IP40	۳/۶	۴/۱	۴/۳	۴/۸	۴/۲	۴/۴	۴/۳

مقیاس ۵ درجه‌ای (بسیار خوب = ۵، خوب = ۴، متوسط = ۳، بد = ۲ و ۱= بسیار بد)

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین ویژگی‌های هر ماده غذایی بررسی ترکیبات شیمیایی آن می‌باشد. نتایج نشان داد بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار IP30 بود که با تیمارهای کنترل، IP10 و IP20 اختلاف معناداری نداشت. تیمار IP40 با اختلاف معناداری با سایر تیمارها کمترین میزان رطوبت را نشان داد. سوراسانی و همکاران با افزودن پروتئین ایزوله ضایعات ماهی پنگاس (*Pangasius* sp.) با غلظت‌های مختلف به سوسیس ماهی، نشان داد عدم تفاوت در میزان رطوبت تیمارها می‌تواند به دلیل تشابه خصوصیات مواد اولیه اضافه شده به ناگت‌ها باشد [۱۵]. خاکستر یک ماده معدنی (فسفر، آهن، روی و...) است که از سوختن اجزای آلی موجود در مواد غذایی به دست می‌آید. هیچ اختلاف معناداری در میزان خاکستر در گروه کنترل، IP10، IP20 و IP30 وجود ندارد. بیشترین مقدار خاکستر مربوط به تیمار IP30 (۰/۶ ± ۴/۲) بود که تنها با تیمار IP40 اختلاف معناداری داشت. در مطالعه شاویلکو و همکاران با افزودن پروتئین ایزوله ماهی تن به محصول فیش برگر خاکستر افزایش یافت [۱۶]. در مطالعه‌ی پیشین نشان داده شد با افزایش میزان پروتئین استخراج شده از ضایعات ماهی Pangasius (*Pangasius* sp.) در ناگت ماهی، افزایش مقدار خاکستر و رطوبت گزارش شد [۱۷]. در مطالعه حاضر با افزایش درصد پروتئین ایزوله در ناگت، میزان پروتئین ناگت روند نزولی را نشان داد. کاهش پروتئین در ناگت با افزایش میزان درصد پروتئین ایزوله می‌تواند به دلیل حذف گوشت خام ماهی و جایگزینی پروتئین ایزوله استخراج شده باشد. همچنین گوشت خام ماهی، پروتئین بیشتری نسبت به محصولات فراوری شده دارد [۱۲]. مطالعه حاضر با گزارش شاویلکو که بیشترین پروتئین را برای گوشت ماهی فیتوفاگ گزارش کرد مطابقت دارد [۷]. اگرچه کانتی و همکاران با افزایش میزان پروتئین ایزوله گربه ماهی در سوریمی ماهی باس دریایی، افزایش مقدار پروتئین را در تیمار پنجم با ۲۰٪ پروتئین ایزوله گربه ماهی (۰/۱۱ ± ۲۳/۹۶) نسبت به نمونه شاهد (۰/۱۳ ± ۱۵/۵۱) گزارش کردند [۱۸] که خلاف مطالعه‌ی حاضر را نشان داد.

بیشترین میزان کاهش وزن در طی سرخ شدن نهایی مربوط به تیمار کنترل و IP10 بود. اما تیمارهای IP20، IP30 و IP40 به طور معناداری کمتر از دو تیمار دیگر بوده و با یکدیگر اختلاف معناداری نداشتند. این امر نشان می‌دهد که افزایش میزان پروتئین ایزوله سبب اتصال آب و چربی موجود در ناگت شده است [۱۸]. کانتی و همکاران اعلام کردند که افزودن ایزوله پروتئین لوبیا، می‌تواند به عنوان یک عامل اتصال‌دهنده در ناگت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

مرغ مورد استفاده قرار گیرد [۱۸]. همچنین کانتی و همکاران گزارش کردند افزودن پروتئین ایزوله‌ی ماهی آنچوی به patty meat سبب کاهش افت وزن در طی پخت می‌شود [۱۹]. نتایج این قسمت نشان داد افزودن پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری می‌تواند از کاهش از دست رفتن وزن ناگت در پخت نهایی جلوگیری کند. اگر بازده محصول در محصولات گوشتی زیاد باشد، فرآیند اقتصادی بهتر خواهد بود [۱]. در واقع محصولات گوشتی که دارای عملکرد پخت بالا هستند، نسبت به محصولات با عملکرد پخت پایین، آبدارتر و نرم‌تر می‌باشند [۲۰]. نتایج مربوط بازده محصول نشان داد بیشترین میزان در تیمارهای IP20، IP30 و IP40 مشاهد شد و کمترین مقدار بازده محصول در نمونه شاهد و IP10 گزارش شد. نتایج حاصل از تحقیق آراسون و همکاران از یافته‌های تحقیق حاضر حمایت می‌کند. آراسون و همکاران، افزایش بازده محصول پس از افزودن پروتئین ایزوله ماهی به فیله گوشت ماهی نسبت به نمونه شاهد گزارش کردند [۲۱]. نتایج این تحقیق با نتایج بیس واس و همکاران در تحقیق افزودن پروتئین ایزوله سویا به قطعات خرد شده و کم ارزش ماهی (Boal)*'Wallago attu'* و تولید ناگت همسو است. در تحقیق بیس و همکاران افزایش بازده محصول تیمارها در روز صفر نگهداری در یخچال نسبت به نمونه شاهد (بدون پروتئین سویا) گزارش شد [۱].

نتایج مربوط به میزان وزن‌گیری در اثر کوتینگ نشان داد کمترین میزان Pick-up مربوط به دو تیمار IP20 و IP30 می‌باشد که با یکدیگر و با تیمار کنترل و IP10 اختلاف معناداری ندارند. مطالعات نشان می‌دهد که یک رابطه‌ی مثبت بین میزان Pick-up و ویسکوزیته‌ی محلول batter وجود دارد به‌طوری که با افزایش ویسکوزیته‌ی محلول batter میزان Pick-up نیز افزایش می‌یابد [۲۲]. در مطالعه حاضر از یک نوع لعاب با ویسکوزیته یکسان استفاده شد. مشاهدات عینی نیز نشان داد که دمای محلول batter و همچنین دما یخزدگی ناگت در مرحله پیش فریز کردن نیز بر روی Pick-up موثر است همچنین اندازه گرانول‌های آرد سوخاری نیز بر روی میزان Pick-up موثر است و هرچه گرانول‌ها کوچکتر باشد میزان Pick-up نیز بیشتر خواهد بود.

عواملی مانند وضعیت بهداشتی مراحل تهیه‌ی ناگت ماهی، وجود ادویه‌ها و دمای فرآوری و نگهداری ناگت می‌تواند روی بار میکروبی موثر باشد [۲۳]. نتایج مربوط به آزمون میکروبی نشان داد محتوای باکتری کل و باکتری‌های سرمادوست در تمامی تیمارها اختلاف معناداری با یکدیگر نداشته اند. نتایج تحقیق حاضر با مطالعه‌ای که روی ویژگی‌های سوسیس ماهی فرموله شده با پروتئین ایزوله ماهی *Pangasius Pangasius* انجام شده است مطابقت دارد در این مطالعه بیان شده است که افزودن پروتئین ایزوله تأثیر کمی بر کیفیت بیوشیمیایی و میکروبیولوژیکی داشت، در حالی که پوشش سوسیس تأثیر بسیار قوی‌تری بر کیفیت بیوشیمیایی و میکروبیولوژیکی سوسیس‌ها در طول دوره‌ی ذخیره‌سازی منجمد دارد [۲۴]. همچنین نتایج مشابه‌ای در مطالعه‌ی Biswas و همکاران (۲۰۱۶) که روی ناگت ماهی *Wallago attu* فرموله شده با پروتئین ایزوله‌ی سویا انجام گرفت، مشاهده شد [۱]. قابل ذکر است که حداکثر بار میکروبی قابل قبول برای مواد غذایی 10^7 cfu/g می‌باشد [۲۵].

طعم و بو از ویژگی‌هایی هستند که به واسطه جوانه‌های چشایی و سلول‌های بویایی به صورت سیگنال‌های الکتریکی به مغز منتقل می‌شوند. دلیل تفاوت اندک در طعم و بوی تمام تیمارها، می‌تواند به دلیل استفاده از ترکیبات مشابه مانند ادویه‌ها (پودرسیر، پودر پیاز و ...) باشد. همچنین، ویژگی‌های طعم تحت تأثیر فرآیند سرخ کردن قرار می‌گیرند، در این فرآیند، واکنش میلارد به واسطه یک واکنش شیمیایی بین قندهای احیاکننده و گروه‌های آمینه آزاد موجود در زنجیره‌های پروتئینی اتفاق می‌افتد [۲۶]. بنابراین، سرخ کردن در دما و زمان یکسان، طعم و بو مشابه را در هر نمونه ناگت ماهی به وجود می‌آورد. نتایج آنالیز حسی (پارامترهای طعم، بافت، بو و ...) نشان داد بین پارامترهای حسی نمونه کنترل و سایر تیمارهای فرموله شده با IP تاسماهی سیبری تفاوت فاحشی مشاهده نشد. با وجود تفاوت اندک در مقادیر پارامترهای حسی، بهترین طعم و بوی مطلوب در تیمار کنترل و IP10 مشاهده شد. رنگ محصول فرآوری شده یکی از عوامل مهم در جلب نظر مصرف کننده در حین خرید می‌باشد همانطور که در جدول نتایج مشاهده می‌شود افزودن پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری اثر نامطلوبی در پارامتر رنگ ایجاد نکرده است. نتایج تحقیق حاضر مشابه مطالعه‌ی سوراسانی و همکاران در افزودن پروتئین ایزوله ماهی پانگاس (*Pangas*) در درصدهای ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد به سوسیس و کالباس است. سوراسانی و همکاران نیز تفاوت معناداری در تیمارهای فرموله شده با پروتئین ایزوله ماهی در سوسیس مشاهده نکردند [۱۵].همچنین بررسی ما به دلیل تفاوت اندک و عدم اثر منفی در قابلیت جویدن، بو و رنگ در پارامترهای حسی با مطالعه‌ی افزودن پروتئین

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

ایزوله ۲/۷ درصدی ماهی تن زرد باله به بیسکوییت همسو است [۲۷]. پارامتر قابلیت جویدن در تیمارهای فرموله شده با پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری (IP10، IP20، IP30 و IP40) با مقدار ۴/۸ و نمونه کنترل (۴/۹) مشابه یکدیگر عمل کرده است. بیشترین مقدار پارامتر بافت در نمونه کنترل ۴/۵ و کمترین آن در IP10 ۳/۹ مشاهده شد. تحقیقات نشان داده است که، شکل و اندازه پروتئین ایزوله ماهی و همچنین نحوه توزیع آن‌ها بر طعم، بافت و ظاهر محصول مورد نظر تأثیرگذار است [۷]. به طور کلی، بافت سخت‌تر می‌تواند ناشی از کاهش میزان درصد گوشت ماهی در محصول باشد [۱۷]. در مطالعه‌ی حاضر نتایج مقبولیت کلی در تیمارهای IP30 و IP40 نشان دهنده عدم اثر نامطلوب نسبت به نمونه کنترل با تفاوتی اندک است که این امر پذیرش این محصول را به عنوان یک ماده فرآوری شده حاوی پروتئین با فرمولاسیون بهتر ادویه‌ها آسان‌تر می‌کند.

نتیجه گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد پروتئین ایزوله استحصال شده از ضایعات تاسماهی سیبری و فیله ماهی کپور نقره ای قابلیت تولید ناگت ماهی با طعم و بافت و مقبولیت کلی نسبتا مطبوع را دارند و با توجه به ارزیابی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و حسی، افزودن ۱۰ الی ۲۰ درصد پروتئین ایزوله تاسماهی سیبری در تولید ناگت ماهی فراسودمند می تواند پیشنهاد گردد. ناگت ماهی می تواند گزینه بسیار مناسبی در ارتقا فرهنگ مصرف ماهی با توجه به ذائقه کودکان و جوانان باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان (طرح شهید احمدی روشن به شماره طرح ۷۷۱۰۰۲) و بنیاد نخبگان استان فارس سپاسگزاری می گردد.

تأییدیه اخلاقی:

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع:

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی:

این پژوهش با حمایت مالی بنیاد ملی نخبگان تحت عنوان طرح شهید احمدی روشن به شماره طرح ۷۷۱۰۰۲ اجرا شده است.

سهم نویسندگان:

صدیقه بابایی: مجری طرح، انجام کارهای آزمایشگاهی، فراهم کردن امکانات آزمایشگاهی، تجزیه و تحلیل داده‌ها، تحصیح و ویرایش نسخه نهایی مقاله

فرزانه وردی‌زاده: همکار طرح، نمونه‌برداری، انجام کارهای آزمایشگاهی، فراهم آوردن داده‌ها، نوشتن نسخه اولیه مقاله

سمانه رجب‌لو: همکار طرح، نمونه‌برداری، انجام کارهای آزمایشگاهی، فراهم آوردن داده‌ها، نوشتن نسخه اولیه مقاله

حمیدرضا راشدی‌نیا: نمونه‌برداری، انجام کارهای آزمایشگاهی، فراهم آوردن داده‌ها، نوشتن نسخه اولیه مقاله

منابع

[1] Biswas O, Das SK, Biswas S. Restructured fish nuggets from Wallago Attu extended with soy protein isolate. Journal of Meat Science. 2016 Dec 15; 11(2): 31-39.
[2] Meeker DL. North American rendering - Processamento de proteínas e gorduras de alta qualidade para alimentos para animais. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009 Jan 15; 38(1): 432-440.
[3] Tamsen M, Shekarchizadeh H, Soltanizadeh N. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. LWT. 2018 Jan 15; 91: 580-587.
[4] Tahergorabi R, Matak KE, Jaczynski J. Fish protein isolate: Development of functional foods with nutraceutical ingredients. Journal of Functional Foods. 2015 Dec 15; 18: 746-756.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[5] Ae G, Ramakrishnan VV, Brooks MS, Budge SM, Dave D. Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids, and oils: A critical review. Journal of Microbial & Biochemical Technology. 2013 Dec 15; 5(4): 107-129.
[6] Garba U, Kaur S. Protein isolates: Production, functional properties and application. International Journal of Current Research and Review. 2014 Mar 15; 06(03): 35-45.
[7] Shaviklo A, Amir Reza. Overcoming current challenges in commercial applications of fish protein isolates in food and feed systems: A review. Journal of Food Science and Technology. 2019 Nov 15; 56(11): 4775-4784.
[8] Oppong D, Panpipat W, Cheong L, Chaijan M. Comparative effect of frying and baking on chemical, physical, and microbiological characteristics of frozen fish nuggets. Journal of Food Science and Technology. 2021 Dec 15; 58(1): 1-12.
[9] Babaei S, Roshanzamir T, Esmaeili Kharyeki M, Sadeghi Baladezaei A. Evaluation of the physicochemical and functional properties of isolated proteins extracted from two species of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) and Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). JFST 2024 Aut 12 (4): 475-487.
[10] AOAC. Official methods of analysis of AOAC international. USA: Association of Official and Analytical Chemists, International Virginia. 2000.
[11] Hu L, Ren S, Shen Q, Chen J, Ye X, Ling J. Proteomic study of the effect of different cooking methods on protein oxidation in fish fillets. RSC Advances. 2017 Nov 15; 7(44): 27496-27505.
[12] King J. Physicochemical and sensory evaluation of invasive silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fish nuggets. May 2020; 84p.
[13] Jayasinghe CVL, Silva SS, Jayasinghe JMK. Quality improvement of tilapia fish nuggets by addition of legume flour as extenders. Journal of Food and Agriculture. 2013 Jun 15; 6(1-2): 32-44.
[14] Altunakar B, Sahin S, Sumnu G. Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets. European Food Research and Technology. 2004 Sep 15; 218: 318-322.
[15] Surasani VKR, Raju CV, Shafiq U, Chandra MV, Lakshmisha IP. Influence of protein isolates from Pangas processing waste on physico-chemical, textural, rheological and sensory quality characteristics of fish sausages. LWT. 2020 Sep; 117(9): 108662.
[16] Shaviklo AR, Moradinezhad N, Abolghasemi SJ. Product optimization of fish burger containing tuna protein isolates for better sensory quality and frozen storage stability. 2016 Sep; 933: 923-933.
[17] Jenita L, Wibisono AP. Utilization of waste from trimming process for the development of pangasius fish nugget. Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal. 2022 Dec; 69-79.
[18] Canti M, Martawidjaja KL. Physicochemical and sensory properties of kamaboko produced from Asian seabass surimi-catfish protein isolate (*Clarias gariepinus*). Measurement: Food. 2024 Jul; 15: 100184.
[19] Canti M, Owen J, Putra MF, Hutagalung RA, Utami N. Development of patty meat analogue using anchovy protein isolate (*Stolephorus* insularis) as a binding agent. Heliyon. 2024 Jan; 10(1): 1-14.
[20] Swan JE, Esguerra CM, Farouk MM. Some physical, chemical and sensory properties of chevon products from three New Zealand goat breeds. Small Ruminant Research. 1998 Sep; 28(3): 273-280.
[21] Arason S, Karlsdottir M, Valsdottir V, Slizyte R, Rustad T, Falch E, Eysturskard J, Jakobsen G. Maximum resource utilization – Value added fish by-products. Nordic Innovation Centre. 2009. Project number: 04275. Nordic Innovation Centre; Stensberggata 25, NO-0170, Oslo Norway.
[22] Heydari F, Mohebbi M, Varidi MJ, Varidi M. Development of low-fat chicken nuggets using fish protein concentrate in batter formulation. Iranian Food Science & Technology Research Journal. 2021 Sep; 17(3).
[23] Shaviklo AR, Rafipour F. Surimi and surimi seafood from whole ungutted myctophid mince. LWT - Food Science and Technology. 2013 Mar; 54(2): 463-468.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[24] Surasani VKR, Raju CV, Singh A, Joshi S. Quality changes in fish sausages supplemented with pangas protein isolates as affected by frozen storage and casing material. Journal of Food Science and Technology. 2022 Jan; 1-14.
[25] Al-Bulushi IM, Kasapis S, Al-Oufi H, Al-Mamari S. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. Fisheries Science. 2005 Aug; 71: 648-654.
[26] Listiana T, Isworo JT. Physical, chemical and organoleptic properties of rice snail nugget with Temu Ireng starch filler. Journal of Food and Nutrition. 2012 Jun; 3(2): 21-22.
[27] Bao DBHND, Dung NNT. Effect of the addition of fish protein isolate on biscuits' physicochemical and sensory properties. Tạp chí Khoa học-Công nghệ Thủy Sản, Trường Đại học Nha Trang. 2024 Jan; (01): 031-037.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume 13, Issue 3, Summer2024
Pages: 146-158

Evaluation of chemical, physical, microbial, and sensory properties of fish nuggets formulated with protein isolate of Siberian sturgeon

Sedigheh Babaei[1]*, Farzaneh Vardizadeh[2], Samaneh Rajabloo[3], Hamidreza Rashedinia[4]

1- Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, Iran.
3- Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
4- Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

A B S T R A C T

In the present study, the fish protein isolate (FPI) of wastes of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) has been substituted with fish minced (10, 20, 30, and 40%) in preparing fish nuggets. After preparing fish nuggets (88% Silver carp fillet) and initial cooking, the parameters such as approximate analysis, product yield, weight loss, pick-up, microbial growth, and sensory evaluation were investigated. The results showed that the lowest amount of moisture is related to the IP40 Group and no significant difference exists between other treatments ($P>0.05$). In comparison, the amount of protein in the control sample was the highest (18.00 ± 0.04) and it was decreased with the increase of FPI substitution ($P<0.05$). The highest amount of weight loss during final cooking was related to the control and IP10 treatments, and the highest product yield was associated with IP20, IP30, and IP40 treatments ($P<0.05$). The microbial growth results did not show any significant difference among the treatments ($P>0.05$). Moreover, the sensory evaluation showed the control group, which was only with fish minced, had better taste, smell, texture, etc. than the treatments containing isolated protein. The results of this research showed that the minced fish of silver carp and the FPI by-product can be used to produce fish nuggets, and although in some physical properties, the nuggets containing higher amounts of isolated protein have shown better results, according to the amount of protein and sensory evaluation, the control and the sample containing %10 FPI had better results.

KEYWORDS: Fish nugget, Microbial analysis, Cooking loss, Fish protein Isolate, Silver carp, Fish Burger.

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 20 July 1403
Accepted: 18 September 2024
ePublished: 20 September 1403

* Corresponding Author:
E-mail: Babaei.Sedigheh@gmail.com, s-babaei@shirazu.ac.ir
Tel: +987136138172
© Published by Tarbiat Modares University
ISSN: 2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-12-26]