مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۱۰ شماره ۳، تابستان ۱۴۰۰، صفحات ۳۷۰ تا ۳۸۵

بررسی خصوصیات بافتی، رنگ و حسی پاستای غنی شده با کنسانتره‌ی پروتئینی ماهی سیم (*Abramis brama*)

زهرا شوقی[۱]، آریا باباخانی[۱*]، امیر پورفرزاد[۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکـــیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی ماهی سیم (*Abramis brama*) بر ویژگی‌های شیمیایی و خصوصیات بافتی، رنگ و ارزیابی حسی پاستا می‌باشد. فیله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آب جوش پخته و سپس استخوان‌های بزرگ ماهیان جدا و چرخ گردید. گوشت چرخ شده در دمای ۶۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک و به کمک دستگاه آسیاب پودر شد. پاستا با درصدهای مختلف کنسانتره‌ی پروتئین ماهی (۰، ۵٪، ۷/۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪ و۲۰٪) تهیه و خصوصیات شیمیایی (مقدار انرژی، کربوهیدرات)، بافت (سختی، چسبندگی و رزیلینس)، رنگ(L, a , b) با افزایش میزان کنسانتره، مقدار انرژی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$). بالاترین مقدار انرژی در پاستای حاوی ۲۰٪ و کمترین مقدار انرژی در نمونه شاهد مشاهده شد. همچنین با افزودن کنسانتره، میزان زردی و قرمزی پاستا افزایش و میزان روشنی نمونه‌ها با اضافه شدن درصدهای بالای کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا کاهش یافت. انعطاف‌پذیری پاستا، با افزودن کنسانتره افزایش یافت. در مجموع با توجه به نتایج فاکتورهای رنگ، طعم و مزه، قابلیت جویدن، ارتجاعی بودن، بو، وضعیت ظاهری رشته‌ها، چسبندگی، سختی و پذیرش کلی، پاستای حاوی ۷/۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی کیفیت بهتری از نمونه‌های دیگر داشت.

کـــلید واژه‌ها: پاستا، پروتئین ماهی، غنی سازی، سیم، ویژگی بافتی، ویژگی حسی.

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۲
تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶

***نویسنده مسول:**
Babakhani@guilan.ac.ir

مقدمه

امروزه محصولات حاصل از غلات نقش مهمی در تغذیه انسان داشته و حدود ۷٪ کالری مورد نیاز بیش از دو سوم مردم جهان را تأمین می‌کند. فراورده‌های پاستا، محصولاتی باارزش غذایی بالایی هستند که به دلیل برخورداری از کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر نسبت به دیگر محصولات غلات، مانند نان و برنج دارای مزایایی می‌باشند. این غذای پرطرفدار به دلیل دارا بودن شاخص (قندی) گلایسمی (glycaemic index) پایین‌تر، با تأثیر تدریجی بر افزایش قند خون، نه‌تنها موجب بالا رفتن ناگهانی آن نمی‌شوند، بلکه برای افرادی که از افزایش وزن رنج می‌برند نیز مفید می باشد [۱]. بنابراین مصرف غذاهای با شاخص گلایسمی پایین مانند پاستا دارای خصوصیات سلامتی بخش بوده و در پیشگیری از امراض مزمنی مانند چاقی، دیابت، بیماری‌های قلبی، عروقی و سرطان‌های خاص مؤثر است [۲]. فواید تغذیه‌ای و افزایش تقاضا از سوی مصرف‌کنندگان باعث شده تا این محصول از پتانسیل خوبی به‌عنوان حامل برای مواد مغذی برخوردار باشد. پاستا یکی از اولین محصولات غذایی بود که FAOدر سال ۱۹۴۰ اجازه داد تا توسط ویتامین و آهن غنی‌سازی شود. بر این اساس نیاز برای پژوهش مداوم در راستای ارتقای کیفیت این محصولات رو به افزایش است [۳].

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

به‌طورکلی پاستا به محصولی گفته می‌شود که، بعد از مراحل مختلف تولید نظیر: ورز دادن سمولینا با آب، فرایند اکستروژن، پرس از طریق قالب‌ها و درنهایت خشک‌کردن به دست می‌آید [۴]. از انواع آرد گندم جهت تولید پاستا و محصولات خمیری می‌توان استفاده نمود، اما سمولینای گندم دوروم به علت کیفیت و کمیت پروتئینی و خواص بافتی رئولوژیکی مطلوب در حالت خمیری، ایجاد رنگ و کیفیت پخت مناسب در پاستا، به‌عنوان بهترین نوع آرد در سراسر دنیا شناخته‌شده [۵] و مناسب‌ترین ماده اولیه برای تولید پاستا و دیگر فرآورده‌های خمیری می‌باشد [۶] خواص کیفی گندم دوروم مستقیماً به فرآیندهای آسیاب و ساخت محصولات خمیری پاستا وابسته است [۷]. در ایران اکثر کارخانجات تولیدکننده پاستا از آرد نول جهت تولید محصول استفاده می‌کنند و در برخی مناطق دنیا از انواع افزودنی و آرد سایر غلات به‌جز گندم مانند ذرت و برنج [۸]، آرد حبوبات [۹]، آرد سویا [۱۰] ، آرد بادام‌زمینی انواع ویتامین مواد معدنی، گلوتن فعال، آرد سویا و غیره به‌صورت جایگزینی نسبی یا کامل با آرد سمولینا جهت تهیه پاستا استفاده می‌شود [۱۱، ۱۲]. این مواد ممکن است سبب کاهش کیفیت پاستا از نظر ظاهر، افزایش ضایعات، چسبندگی رشته‌ها به یکدیگر، افت وزنی حین پخت، شرایط نامناسب حسی هنگام جویدن و موارد دیگر شوند [۸، ۱۳]. به منظور افزایش کیفیت ظاهری و ارزش غذایی از گوشت چرخ شده ماهی [۱۴]، پودرمیگو [۱۵]، آرد ماهی تیلاپیا [۱۶]، پودر پروتئین ماهی کاد [۱۷،۱۸] استفاده شده است.

از ترکیب کنسانتره‌ی پروتئین آبزیان و آرد نول محصولی به دست می‌آید که پروتئین آن افزایش‌یافته و کمبود اسیدهای آمینه ضروری به‌خصوص متیونین و لایزین در هر دو گروه غلات و حبوبات جبران خواهد شد [۱۹، ۲۰، ۲۱]. علاوه بر این کنسانتره‌ی پروتئین ماهی سرشار از مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر، پتاسیم، سلنیوم، روی و انواع مختلف ویتامین‌ها شامل A، B_{12}، D، B و نیز اسیدهای چرب غیراشباع به‌خصوص ایکوزاپنتانوئیک (Eicosapentaenoic Acid (EPA)) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (Docosahexaenoic acid (DHA))می‌باشد [۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵] که افزودن مقادیر کنترل‌شده‌ی آن به غذای روزمره، سبب افزایش دسترسی برای انسان می‌شود [۱۹، ۲۶، ۲۷]. یکی از راهکارهای افزایش مصرف آبزیان استفاده از آنها در فراورده‌های با جذابیت بالاتر مانند بستنی، پفک، انواع سوپ‌ها، بیسکوییت، نان و پاستا می‌باشد [۲۰، ۲۸]. از آنجاییکه میزان استفاده از کنسانتره در ساختار محصولات نقش دارد، می‌بایست به اندازه ای از آنها استفاده نمود که خصوصیات معمول محصول اصلی را تحت تأثیر قرار ندهد. اخیراً مطالعاتی پیرامون غنی‌سازی انواع مواد غذایی با پروتئین ماهی انجام شده [۲۹]، که از آن جمله می‌توان به تأثیر کنسانتره‌ی پودر میگو خشک‌شده بر روی خواص کیفی و بافتی پاستا [۳۰]، تأثیر پودر پروتئین ماهی پنگاس (*Pangasius pangasius*) بر خواص کیفی، بافتی و رنگ پاستا [۳۱]، تأثیر پودر پروتئین ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) بر خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی، رنگ پاستا [۳۲]، تأثیر پودر پروتئین ماهی سالمون (*Oncorhynchus tschawytscha*) بر خواص کیفیتی بافت و رنگ فیزیکوشیمیایی پاستا [۳۳] اشاره نمود که هدف این پژوهش‌ها بهبود رنگ، بافت، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ارزش غذایی پاستا بود. ماهی سیم متعلق به خانواده‌ی کپور ماهیان بوده و یکی از آبزیان باارزش کشور محسوب می‌شود که به دلیل طعم خوب، میزان مصرف قابل‌توجهی را به خود اختصاص داده است [۳۴]. با توجه به خصوصیات ذکرشده، برای کشت گندم دوروم در ایران، عدم به‌کارگیری تکنولوژِی برای تهیه سمولینا و شرایط اقتصادی موجود برای واردات گندم دوروم، تولید پاستای مرغوب مشکل می‌باشد، لذا در این تحقیق سعی شد به‌منظور تهیه پاستای غنی‌شده باکیفیت مطلوب از کنسانتره‌ی ماهی سیم به‌عنوان گونه‌ای ارزشمند در غنی‌سازی محصولات غذایی مورداستفاده قرار گیرد. از این رو هدف این پژوهش تولید پاستای غنی‌شده با کنسانتره‌ی پروتئین ماهی سیم، به منظور بهبود خصوصیات بافتی، رنگ و حسی تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای تولید پاستا از آرد نول شرکت انسی استفاده شد. نمونه‌های ماهی سیم از مرکز بازسازی ذخایر شهید انصاری رشت تهیه شدند. تعیین کیفیت و آنالیزهای شیمایی با مواد و محلولهای شرکتهای مجللی (ایران) مرک (آلمان) انجام شد.

آماده‌سازی ماهی سیم

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

ماهی سیم از مرکز تکثیر و پرورش شهید انصاری تهیه و با استفاده از یولونیت حاوی یخ و در شرایط سرد به آزمایشگاه فرآوری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان منتقل شد. پس از شستشوی اولیه، امعاواحشا ماهیان جدا و مجدداً با آب آشامیدنی شستشو و فیله گردید. فیله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آب جوش پخته و سپس استخوان‌های بزرگ ماهیان جدا و با استفاده از دستگاه چرخ‌گوشت(Sergio, SME, 1190) چرخ گردید [۱۷]. گوشت ماهی چرخ شده در دمای ۶۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک و به کمک دستگاه آسیاب (Hardstone, Gcs2700w, England) پودر شد. کنسانتره تولیدشده تا قبل از تهیه‌ی پاستا در کیسه‌های پلاستیکی زیپ کیپ در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند [۳۵].

آماده‌سازی و تولید نمونه‌های پاستا

ابتدا نمونه‌ی شاهد؛ متشکل از آرد نول، آب، گلوتن گندم و نمک تولید شد. در نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئینی، از نسبت آرد کاسته و به ترتیب در نسبت‌های وزنی/وزنی۰، ۵٪، ۷/۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪، ۲۰٪ با کنسانتره‌ی پروتئین ماهی سیم جایگزین گردید. جهت تهیه‌ی خمیر پاستا، ۶۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم نمونه آب مورداستفاده قرار گرفت. خمیر تهیه‌شده به مدت ۲۰ دقیقه در دمای یخچال قرار گرفت و پس از گذشت زمان موردنظر، خمیر حاصل با استفاده از دستگاه پاستاساز (Marcato, Ampia 150 – Deluxe, Italy) در اندازه‌ی موردنظر به‌صورت پاستا تولید گردید [۱۷] . سپس خشک‌کردن پاستای تولیدشده طی دو مرحله انجام گرفت؛ در مرحله اول نمونه‌ها در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه جهت جلوگیری از خشک شدن سریع سطح و ترک‌خوردگی سطح پاستا و در ادامه به مدت ۱۷ ساعت در دمای ۴۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به رطوبت مطلوب پاستا قرار گرفتند [۳۶].

آنالیز شیمیایی

میزان تقریبی محتوای کربوهیدرات از تفریق محتوای چربی کل، محتوای پروتئین، خاکستر و رطوبت از ۱۰۰٪ برآورد شد [۱۷]. ارزش انرژی با استفاده از فرمول توصیف‌شده توسط Merrill & Wat (۱۹۳۸)محاسبه گردید [۳۷].

جدول ۱-آنالیز تقریبی آرد و کنسانتره پروتئین ماهی سیم

تیمار	رطوبت (گرم بر بر۱۰۰گرم)	پروتئین (گرم بر۱۰۰گرم)	چربی (گرم برا۱۰۰ گرم)	خاکستر (گرم بر۱۰۰ گرم)
آرد نول	۱۳/۱۶ ± ۰/۶۲	۱۴/۲۶ ± ۰/۶۹	۸/۵± ۰/۷۰۷	۰/۹۹ ± ۰/۰۰۷
کنسانتره‌ی پروتئین ماهی	۶/۳۸ ± ۰/۱۲	۷۸/۴۱ ± ۱/۴۷	۱۵/۱۹ ± ۰/۲۷	۳/۳۵ ± ۰/۲۱

ارزش انرژی (کیلوکالری/۱۰۰)= ۴x پروتئین٪ + ۹ x لیپید٪ + ۴x کربوهیدرات٪

آنالیز بافت

پاستای خام و پخته‌شده به‌وسیله دستگاه بافت سنج (CT310k Texture, Brookfield, USA) موردبررسی قرار گرفتند. قبل از انجام آنالیز بافت برای نمونه‌های پخته، ابتدا نمونه‌ها در زمان پخت مطلوب پخته شدند و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از سرد شدن نمونه‌ها، آنالیز بافت صورت گرفت. برای این منظور چهار رشته پاستا به طول ۵ سانتی‌متر توسط پروبی از جنس فولاد ضدزنگ به‌صورت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

عمودی و با سرعت ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه مورد فشرده‌سازی قرار گرفت و درنهایت میزان سختی، چسبندگی و رزیلینس[1] نمونه‌ها محاسبه شد. این تست در هر تیمار با سه تکرار صورت گرفت [۱۵].

آنالیز رنگ

شاخص‌های رنگی نمونه‌های پاستا پخته و خام، از طریق پردازش تصویر تعیین گردید. بدین منظور، برای آنالیز نمونه‌های پخته، ابتدا نمونه‌ها در زمان مطلوب پخته شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند و بعد از سپری شدن این زمان آنالیز رنگ صورت گرفت و با اسکنر Photo G4010 Scanjet HP ساخت ژاپن، اسکن و با فرمت JPEG ذخیره شد. سپس توسط نرم‌افزار ایمیج جی (Imagel, Version 1.4j, National Institute of Health, USA)، از فضای رنگی RGB به Lab تبدیل شد. این فضای رنگی از سه شاخص *L ، *a و *b تشکیل‌شده است. پارامتر L* شاخص روشنایی تصویر و در محدوده بین ۰ (مشکی) تا ۱۰۰ (سفید)، شاخص a* طیف سبز–قرمز را نشان می‌دهد که بین ۶۰ – (سبز) تا ۶۰ + (قرمز) متغیر است و شاخص b* نشان‌دهنده طیف آبی–زرد و بین ۶۰– (آبی) تا ۶۰+ (زرد) متغیر است [۳۸] .

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های پاستا از روش آزمایش پخت ارائه‌شده توسط Larmond & Voisey (۱۹۷۸) استفاده گردید. بدین منظور از یک گروه ارزیاب آموزش‌دیده ۱۲ نفره بهره گرفته شد. مهم‌ترین خواص کیفی تعیین‌شده برای ارزیابی حسی پاستای پخته‌شده شامل؛ وضعیت ظاهری رشته‌ها، رنگ، طعم و مزه، بو، چسبندگی، سفتی، ارتجاعی بودن و شدت له شدن هنگام جویدن بود. برای هرکدام از معیارهای کیفی فوق امتیاز عددی بین ۱ تا ۵ در نظر گرفته شد که بالاترین کیفیت ۵ و پایین ترین کیفیت ۱ در نظر گرفته شد. درجه‌بندی ۱ تا ۵ امتیاز برای هرکدام از ویژگی کیفی مورد آزمون با عبارات توصیفی آن‌ها در ابتدا به اعضای هیأت داوران آموزش داده‌شده بود [۳۹].

با توجه به اهمیت متفاوت هر یک از پارامترهای تعیین شده در آنالیز حسی، به هرکدام از ویژگی‌های کیفی ضریب تعلق گرفت که نشان‌دهنده‌ی درجه اهمیت آن پارامتر کیفی می‌باشد. با توجه به پارامترهای کیفی هشتگانه برای ارزیابی حسی پاستای پخته‌شده از اعضای داور خواسته شد تا نمونه‌های پاستای تولیدی که به‌طور تصادفی رمزگذاری شده بودند را طبق فرم ارزشیابی که در جدول ۲ آورده شده است بیان کنند [۳۹].

آنالیز آماری

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۲۲ انجام شد. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگراف– اسمیرونوف استفاده شد. برای مقایسه تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۵٪ استفاده شد. آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد.

نتایج

خواص شیمیایی

[1] . Resilience

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

مقادیر انرژی و کربوهیدرات نمونه‌ها در جدول (۲) آورده شده است. میزان انرژی با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در نمونه‌ها افزایش یافت، به‌طوری‌که پاستای حاوی ۲۰ ٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در ۱۰۰ گرم، بیشترین مقدار انرژی را داشت (p <۰.۰۵). نمونه شاهد با نسبت به پاستاهای غنی‌شده، کمترین مقدار انرژی را داشت، اما با نمونه‌های ۵٪، ۷/۵ ٪ و ۱۰٪ اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰.۰۵). مقدار کربوهیدرات نیز با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، کاهش یافت. در این پژوهش به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقدار کربوهیدرات در نمونه شاهد و پاستای حاوی ۲۰ ٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی، مشاهده گردید. پاستاهای حاوی ۱۰٪،۲۰٪ و ۱۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی، در مقایسه با نمونه شاهد، اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد (p <۰.۰۵).

خصوصیات رنگ

میزان روشنایی نمونه‌های پخته و خام با اضافه شدن درصدهای بالای کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا کاهش می‌یابد (جدول ۳). پاستای حاوی ۱۰٪، ۱۵٪و ۲۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی، با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (p <۰.۰۵). بااین‌حال اختلافی بین پاستاهای حاوی ۵٪، ۷/۵٪ و نمونه شاهد مشاهده نشد (p>۰.۰۵). پاستای خام در نمونه شاهد دارای بیشترین روشنایی بود که با پاستای حاوی۱۰٪، ۱۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی اختلاف معنی‌داری را نشان داد ولی میزان اختلافش با پاستای حاوی۲۰٪، ۷/۵ ٪ و ۵ ٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی معنی‌دار نبود (p>۰.۰۵). با افزایش کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، میزان قرمزی آن افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که در پاستای خام، پاستای حاوی ۲۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در مقایسه با نمونه شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد (p <۰.۰۵). با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی درپاستای پخته‌شده، روند آن متغییر بوده است. بالاترین و کمترین میزان قرمزی در پاستای حاوی ۲۰٪ و ۷/۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی مشاهده شد؛ هرچند بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰.۰۵). میزان زردی پاستا در نمونه‌های مختلف متغییر می‌باشد. به‌طوری‌که در پاستای پخته و خام میزان آن به ترتیب ۳ تا ۶ و ۱۵ تا ۱۸ بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (p>۰.۰۵).

خصوصیات بافت

نتایج آنالیز بافت پخته

تاثیر کنسانتره‌ی پروتئین ماهی بر سفتی بافت

با توجه به نتایج جدول (۴) با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، سختی بافت کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بالاترین میزان سختی در نمونه شاهد و کمترین میزان سختی در نمونه پاستای حاوی ۲۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی مشاهده شد. پاستای حاوی ۲۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی با نمونه شاهد و ۵٪ اختلاف معنی‌داری داشت (p <۰.۰۵)، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰.۰۵).

تاثیر کنسانتره‌ی پروتئین ماهی بر چسبندگی بافت

نتایج حاصل از چسبندگی در جدول (۳) نشان می‌دهد با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، چسبندگی افزایش یافت. بالاترین میزان چسبندگی در نمونه ۷/۵ ٪ و کمترین میزان چسبندگی در نمونه شاهد مشاهده گردید باهم اختلاف معنی‌داری داشتند (p <۰.۰۵). با توجه به افزایش درصد کنسانتره پروتئین ماهی، پاستاهای حاوی۲۰٪، ۱۵٪، ۱۰٪ و ۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰.۰۵).

تاثیر کنسانتره‌ی پروتئین ماهی بر انعطاف‌پذیری بافت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

میزان انعطاف‌پذیری در نمونه‌ها با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، کاهش یافت. بالاترین میزان انعطاف‌پذیری در پاستای حاوی ۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی و کمترین در پاستای حاوی۱۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی مشاهده گردید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پاستای ۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی نسبت به نمونه شاهد انعطاف‌پذیری بالاتری از خود نشان داد، ولی باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p>$۰.۰۵)، و نمونه‌های ۷/۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪و ۲۰٪ با نمونه‌های ۵٪ و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p <$۰.۰۵).

نتایج آنالیز بافت خام

تاثیر کنسانتره‌ی پروتئین ماهی بر سفتی بافت

بالاترین سفتی در پاستای حاوی ۷/۵ ٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی و کمترین سفتی در پاستای حاوی ۱۵٪ کنسانتره پروتئین مشاهده شد (جدول ۴). نمونه شاهد با نمونه‌های۱۰٪ و ۱۵٪ اختلاف معنی‌دار داشتند ($p <$۰.۰۵). در مجموع نمونه شاهد درمقایسه با نمونه ۷/۵ ٪ و ۵٪ کمترین میزان سفتی را از خود نشان داد.

خواص حسی

افزودن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی منجر به بروز تأثیر معنی داری بر رنگ پاستا نسبت به نمونه شاهد شده است ($p <$۰.۰۵). بین رنگ نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف کنستانتره، اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p>$۰.۰۵). طعم و مزه و بوی نمونه‌ها، با افزایش میزان کنستانتره به طور معنی داری کاهش یافت ($p <$۰.۰۵). اختلاف معنی داری بین چسبندگی، سختی و ارتجاعی بودن نمونه‌های مختلف مشاهده نشد ($p>$۰.۰۵). شدت له شدن هنگام جویدن و پذیرش کلی نمونه‌ها تا سطح ۱۵ درصد تغییر معنی داری نداشت و پس از آن کاهش یافت.

جدول ۲- میزان کربوهیدارت و انرژی پاستای حاوی درصدهای مختلف کنسانتره‌ی پروتئین ماهی

نمونه	کربوهیدرات (گرم بر ۱۰۰ گرم)	مقدار انرژی (کیلو کالری بر گرم)
شاهد	۷۰/۸۰± ۰/۷۸^{a}	۳۸۶/۱۵± ۷/۹۹ ^{c}
۵ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۷۰/۴۱±۰/۶۱^{a}	۳۸۸/۹± ۲/۳۱^{c}
۷٫۵ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۵/۹۵± ۲/۸۹^{ab}	۳۹۳/۴۶± ۸/۸۱^{c}
۱۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۳/۸۶± ۲/۳۸^{b}	۳۹۸/۱۹±۰/۵۲^{c}
۱۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۵۶/۱۵± ۰/۴۵^{c}	۴۲۰/۸۴± ۲/۶۰^{b}
۲۰ ٪کنسانتره پروتئین ماهی	۵۰/۶۱± ۰/۳۴^{c}	۴۴۱/۲۶± ۳/۴۷^{a}

وجود حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ ٪ می‌باشد (p< ۰/۰۵).

جدول**۳** -نتایج آنالیز خصوصیات رنگ پاستای خام و پخته در سطوح مختلف کنسانتره‌ی پروتئین ماهی، **وجود حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ ٪ می‌باشد (p< ۰/۰۵).**

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

نمونه	پاستای خام			پاستای پخته		
	L روشنایی	a قرمزی	b زردی	L روشنایی	a قرمزی	b زردی
شاهد	۷۱/۴۹۵±۲/۰۲۷^{a}	۱/۴۴۲±۰/۰۳۴^{c}	۱۵/۳۲۸±۰/۲۳۳^{a}	۵۹/۸۵۳±۰/۳۹۶^{a}	۲/۱۵۳±۰/۱۰۰^{ab}	۳/۵۲۶± /۰۶۹^{a}
۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۸/۵۱۳±۰/۴۴۸^{ab}	۱/۶۵۲±۰/۱۷۴^{ab}	۱۶/۸۸۶±۱/۴۹۶^{a}	۵۸/۸۲۴±۰/۴۶۷^{ab}	۲/۰۶۲±./۰۳۰^{ab}	۵/۳۰۸±۰ /۱۶۸^{b}
۷٫۵ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۸/۱۲± ۱/۴۹۵^{ab}	۲/۱۸۲±۰/۵۲۸^{abc}	۱۷/۶۱۷±۱/۸۸۲^{a}	۵۸/۱۴۲±۰/۱۶۸^{abc}	۲/۲۹۹±۰ /۳۱۳^{b}	۵/۸۵۶±۰ /۱۴۶^{b}
۱۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۲/۸۳۷± ۲/۵۴۸^{b}	۲/۱۶۹±۰/۰۱۶^{abc}	۱۷/۹۰۳±۱/۰۵۹^{a}	۵۷/۸۲۰±۰/۳۹۷^{bc}	۱/۸۹۲±۰/۰۰۱^{ab}	۶/۹۶۴±۰ /۲۶۸^{a}
۱۵٪کنسانتره پروتئین ماهی	۶۳/۰۵۰± ۱/۳۴۳^{b}	۲/۵۹۰±۰ /۱۲۷^{ab}	۱۷/۹۰۰±۱/۱۳۱^{a}	۵۶/۸۴۶±۰ /۵۸۱^{bc}	۱/۷۳۵±۰ /۰۱۲^{a}	۷/۴۰۳±۰ /۳۸۴^{a}
۲۰ ٪کنسانتره پروتئین ماهی	۶۴/۱۱۲±۲/۷۶۲^{ab}	۲/۸۰۴±۰ /۱۶۸^{a}	۱۸/۸۲۲±۰/۷۵۷^{a}	۵۶/۸۳۹±۰ /۶۸۹^{c}	۱/۶۴۹±۰ /۰۷۳^{a}	۶/۹۶۴±۰ /۲۶۵^{a}

جدول ۴) نتایج آنالیز خصوصیات بافت پاستای پخته و خام در سطوح مختلف کنسانتره‌ی پروتئین ماهی ، وجود حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ ٪ می‌باشد (p< ۰/۰۵).

تیمار	خام	پخته		
	سختی	سختی	انعطاف پذیری	چسبندگی
شاهد	۶۵/۴۱۵± ۱۳۶/۴۷^{a}	۸۲۷/۵۰± ۰/۷۰۷^{a}	۱۱۷/۰۷±۰ /۳۳۹^{a}	۰/۱۰۰۰± ۰/۲۴^{b}
۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۸/۱۲۳± ۰/۰۰^{ab}	۴۵۶/۰۰± ۱۴/۱۴۲^{b}	۱۹۰/۴۲± ۸/۱۸۱^{a}	۰/۲۰۰۰± ۰/۳۵^{ab}
۷/۵ ٪کنسانتره پروتئین ماهی	۶۸/۵۱۳± ۷/۰۰^{ab}	۳۲۲/۵۰± ۲/۱۲^{c}	۹۴/۴۰± ۲/۵۳۱^{c}	۰/۳۵۰۰± ۰/۲۹^{a}
۱۰ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۶۲/۸۳۷± ۱۴۰/۰۰^{b}	۲۹۹/۵۰± ۳/۵۳۶^{c}	۸۵/۲۷± ۵/۲۸۲^{c}	۰/۲۵۰۰± ۰/۳۷^{ab}
۱۵٪کنسانتره پروتئین ماهی	۶۳/۰۵± ۸۱/۳۱^{b}	۳۱۱/۰۰± ۷/۰۷۱^{c}	۸۵/۳۶± ۱/۲۶۶^{c}	۰/۲۵۰۰± ۰/۰۶^{ab}
۲۰ ٪کنسانتره پروتئین ماهی	۶۴/۱۱± ۷۰/۷۱^{ab}	۳۲۲/۵۰± ۴/۹۵۰^{c}	۹۳/۳۳± ۰/۸۱۳^{c}	۰/۲۵۰۰± ۰/۷۰۷^{ab}

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

جدول۵- نتایج ارزیابی حسی پاستا در سطوح مختلف کنسانتره‌ی پروتئین ماهی

ویژگی	شاهد	۵٪کنسانتره پروتئین ماهی	۷٫۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۱۰٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۱۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی	۲۰٪ کنسانتره پروتئین ماهی
وضعیت ظاهری رشته‌ها	۸/۶± ۰/۹۶^{b}	۷± ۱/۹^{b}	۷± ۱/۹^{b}	۷± ۱/۶^{a}	۶/۸± ۱/۳^{a}	۶/۴± ۲/۴^{a}
رنگ پاستا	۶/۰۳± ۰/۹۱^{c}	۸± ۰/۸۱^{b}	۸/۶± ۱/۱۷^{ab}	۸/۵۷± ۰/۸۳^{ab}	۹/۴۷± ۰/۶۸^{a}	۹/۵۹± ۰/۶۹^{a}
طعم و مزه	۸/۳۰± ۰/۶۷^{a}	۷/۹± ۰/۷۳^{a}	۷/۳± ۰/۶۷^{a}	۶/۳± ۰/۶۷^{b}	۶± ۰/۸۱^{b}	۵± ۰/۸۱^{c}
بو	۸/۸۲± ۰/۶۴^{a}	۷/۹± ۰/۷۳^{ab}	۷/۶± ۰/۵۱^{ab}	۶/۲± ۰/۴۱^{c}	۵/۷۴± ۰/۴۱^{c}	۴/۶± ۰/۵۱^{d}
جسبندگی	۱۷± ۶/۳^{a}	۱۱± ۳/۹^{a}	۱۴± ۳/۱^{ab}	۱۳/۵± ۲/۴^{ab}	۱۴/۵± ۲/۸^{ab}	۱۲/۱± ۴/۵^{ab}
سختی	۱۳/۶± ۲/۱^{a}	۱۳/۲± ۴/۲^{a}	۱۱/۶± ۵/۴^{a}	۱۲/۴± ۲/۹^{a}	۱۳/۲± ۳/۲^{a}	۱۱/۲± ۴/۵^{a}
ارتجاعی بودن	۷/۴± ۲/۱^{a}	۶± ۲/۱^{a}	۶/۲± ۲/۵^{a}	۶/۴± ۲/۲^{a}	۵/۸± ۲/۳^{a}	۴/۶± ۲/۳^{a}
شدت له شدن هنگام جویدن	۴± ۰ /۶^{a}	۴± ۰/۶^{a}	۳/۸± ۰/۶^{ab}	۳/۶± ۰/۸^{ab}	۳/۴± ۰/۹^{ab}	۲/۸± ۱/۱^{b}
امتیاز کلی	۳/۶۸± ۰/۴۴^{a}	۳/۲۱± ۰/۴۸^{ab}	۳/۳± ۰/۵۷^{ab}	۳/۱۹± ۰/۳۳^{ab}	۳/۲۸± ۰/۲۶^{ab}	۲/۵۵± ۰/۵۹^{b}

بحث

کنسانتره‌ی پروتئینی با توجه به نوع ماهی دارای خصوصیات شیمیایی و فیزیکی متفاوت می‌باشد. بنابراین نوع ماهیانی که برای تولید کنسانتره‌ی پروتئین مورداستفاده قرار می‌گیرند بر ترکیب شیمیایی محصول نهایی تأثیرگذار خواهند بود [۴۰]. با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، مقدار انرژی افزایش یافت. به‌طوری‌که پاستای حاوی ۲۰ ٪ کنسانتره‌ی پروتئین، بیشترین مقدار انرژی و نمونه شاهدکمترین مقدار انرژی را داشت. در پژوهشهایی که بر پاستای تهیه‌شده از پودر پروتئین ماهی کاد Desai و همکاران (۲۰۱۸) [۱۷]، پودر پروتئین ماهی سالمون [۳۱]، پودر پروتئین ماهی پانگاس [۲۹] صورت گرفت نیز پاستاهای تهیه‌شده از پودر پروتئین ماهی، تحت تأثیر افزودن درصدهای مختلف از پودر پروتئین ماهی، روند افزایش مقدار انرژی را نشان دادند. افزایش مقدار انرژی در پاستاهای غنی‌شده با پودر پروتئین ماهی به دلیل افزایش پروتئین می‌باشد. مقدار کربوهیدرات با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، کاهش یافت (جدول۲). در این پژوهش به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقدار کربوهیدرات در نمونه شاهد و پاستای حاوی ۲۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی، مشاهده گردید. در مطالعهGose و همکاران (۲۰۱۶) بر غنی‌سازی کنسانتره‌ی پروتئین ماهی تیلاپیا در پاستا، با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در نمونه‌ها، مقدار کربوهیدرات کاهش یافت. در مطالعات دیگر

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

نیز غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی تیلاپیای نیل [۳۰،۴۱]، پودر پروتئین ماهی کاد [۱۷، ۳۱].نیز با اضافه شدن پودر پروتئین ماهی در پاستا، مقدار کربوهیدرات کاهش یافت. درواقع دلیل بالاتر بودن کربوهیدرات در نمونه شاهد، کربوهیدارت بیشتر آرد گندم نسبت به پودر پروتئین ماهی می‌باشد.

رنگ یکی از مهم‌ترین جنبه‌های ظاهری مواد غذایی می‌باشد که بر پذیرش کلی محصول تأثیر می‌گذارد. همچنین علاوه بر پذیرش محصول توسط مصرف‌کننده، رنگ برای کنترل فرآیند تولید نیز به کار می‌رود [۴۲]. رنگ پاستا به نوع آرد، کاروتنوئید و ترکیب پروتئین که در آن استفاده می‌شود بستگی دارد [۴۳]. بیشتر مصرف‌کنندگان تمایل به رنگ زرد پاستا دارند و علاقه‌مندی آن‌ها برای مصرف این نوع پاستا بالاتر می‌باشد [۴۵،۴۴] . میزان روشنایی (L)، در نمونه‌های خام و پخته غنی‌شده با پودر ماهی کمتر از نمونه شاهد می‌باشد. میزان روشنایی نمونه‌ها با اضافه شدن درصدهای بالای کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا کاهش می‌یابد. این مقدار کاهش در ۲۰ و ۱۵ ٪ کنسانتره پروتئین ماهی در پاستا قابل‌مشاهده است. در غنی‌سازی پاستا با گوشت میگو نیز با اضافه شدن ۱۰، ۲۰و۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم گوشت میگو در پاستا، میزان روشنایی در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت [۱۵]. همچنین در مطالعات دیگر نیز گزارش شد که با اضافه شدن پودر صدف در پاستا، میزان روشنایی آن نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت [۴۶]. میزان کاهش روشنایی در درصدهای بالای پروتئین ۷/۵ و ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم در پاستا، قابل‌مشاهده است که این تحقیق با روند پژوهش حاضر مطابقت داشت. با افزایش کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، میزان قرمزی آن افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که در پاستای پخته‌شده، پاستای حاوی ۲۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در مقایسه با نمونه شاهد، اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد (p <۰/۰۵). افزایش قرمزی در نمونه‌های پاستا به دلیل واکنشی بین گروه آمینی پروتئینی ماهی با گروه پلی ساکارید موجود در پاستا حین خشک شدن مرتبط می‌باشد که موجب تشکیل واکنش میلارد می‌شود [۱۶]. در رنگ پاستای غنی‌شده با پروتئین ماهی سالمون نیز افزایش قرمزی و کاهش روشنایی در پاستا مشاهده شد، که احتمالاً ناشی از رنگ‌دانه‌های کاروتنوئید آستاگزانتین[2] موجود در ماهی قزل‌آلا می‌باشد [۳۱]. همچنین در مطالعات دیگر نیز با اضافه شدن پودر پروتئین ماهی کاد، پودر صدف سبز و گوشت میگو در پاستا، میزان قرمزی پاستاهای غنی‌شده در مقایسه با نمونه شاهد افزایش می‌یابد [۱۵، ۱۷، ۴۶].

میزان زردی پاستا متغییر می‌باشد. علت این تغییر رنگ در بین نمونه‌های پاستا به دلیل سطوح مختلف پودر ماهی بوده است. در غنی‌سازی پاستا با پودر پروتئین ماهی سالمون نیز با اضافه شدن پودر پروتئین میزان رنگ زرد پاستا افزایش یافت [۳۳]. میزان تغییرات رنگ، در پاستای پخته‌شده متغیر بود، که دلیل آن می‌تواند تخریب و حل شدن رنگ‌دانه‌های کاروتنوئید موجود در ماهی قزل الا، با آب گرم در حین پختن باشد. در بررسی که Ramya و همکاران (۲۰۱۵) [۲۸] بر روی رنگ پاستا انجام داده‌اند، گزارش شد که با اضافه شدن ۲/۵٪، ۵٪ و۱۰٪ پودر میگو در پاستا، میزان زردی رنگ پاستا افزایش یافت. همچنین Santana و همکاران (۲۰۱۵)[۴۷] طی مطالعاتی اعلام کردند که افزودن پودر سوریمی ۵۰ و ۱۰۰ گرم / ۱۰۰ گرم در سوسیس، موجب می‌شود که ویژگی‌های زردی (b) سوسیس به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یابد، علت این تفاوت استفاده از پودر سوریمی در غلظت بالا در سوسیس می‌باشد.

بافت پاستای خام در هنگام شکستگی مورد آنالیز قرار گرفت که درواقع نیروی لازم جهت شکستن یک‌رشته پاستا تعریف‌شده است. بالاترین سفتی درپاستای حاوی ۷/۵ ٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی و کمترین سفتی درپاستای حاوی ۱۰٪ کنسانتره پروتئین مشاهده شد. در تحقیقی که توسط De Marco و همکاران در سال (۲۰۱۴)[۳۶] بر غنی‌سازی پاستا با جلبک اسپیرولینا انجام شد که با اضافه شدن جلبک در پاستا، میزان سختی نمونه شاهد در مقایسه با پاستاهای غنی‌شده با جلبک، افزایش یافت. افزودن کنسانتره پروتئین ماهی تا سطح ۷/۵ ٪ توانست سبب قوی‌تر شدن بافت پاستا شود.

[2] . Astaxanthin

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

بافت و ظاهر پاستا در طول پخت و پس از پخت مهم‌ترین پارامتر کیفیت ازنظر مصرف‌کنندگان است. خواص بافتی پاستا عمدتاً توسط یک شبکه گلوتن که متشکل از ساختار نشاسته‌ای، پروتئین، افزودنی‌های چربی بستگی دارد[۴۹،۴۸]. استحکام و انعطاف‌پذیری پاستا و نیز میزان لعاب را می‌توان به شبکه‌ی پروتئین و همچنین ساختار نشاسته‌ی محصول نسبت داد [۵۰]. کیفیت پخت پاستا بیشتر از آن‌که وابسته به نشاسته باشد، تحت تأثیر پروتئین قرار می‌گیرد [۵۱]. بافت پاستا پس از پخت بایستی تا حدی محکم باشد به‌گونه‌ای که به یکدیگر نچسبد و رشته‌ها از هم جدا باشند. در صورت نرمی بیش‌ازحد پاستا، مصرف آن مشکل می‌گردد [۵۲]. کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، سختی بافت را کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که بالاترین میزان سختی در نمونه شاهد و کمترین میزان سختی در نمونه پاستای حاوی ۱۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی مشاهده شد. تغییر در بافت پاستا به دلیل تنوع در قدرت گلوتن و همچنین چربی‌های آرد مرتبط می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش Desai و همکاران (۲۰۱۹) که با افزودن پودر پروتئین ماهی سالمون در پاستا، باعث کاهش سفتی بافت پاستاهای غنی‌شده با پودر پروتئین ماهی شد [۳۳] . در بررسی Santana و همکاران ۲۰۱۵ [۴۷] بر غنی‌سازی پاستا با پودر سوریمی ماهی گوازیم دم رشته ای (*Nemipterus japonicus*) با اضافه شدن پودر سوریمی در پاستا، میزان سفتی در نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته است. در مطالعه حاضر، احتمالاً به دلیل افزودن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی به آرد مصرفی و به دنبال آن رقیق شدن گلوتن، شبکه پروتئینی پاستا ضعیف‌تر شده و باعث خروج آمیلوز از گرانول‌های نشاسته به درون آب پخت شده است. درواقع گلوتن شبیه پوشش عمل کرده و از خروج نشاسته به‌خصوص آمیلوز از بافت پاستا جلوگیری می‌کند و درنهایت سبب سفتی بیشتر بافت پاستا می‌شود که یکی از دلایل کاهش افت پخت پاستا هم می‌تواند رقیق شدن گلوتن آن باشد [۵۳]. همچنین در پژوهشی دیگر از Pal و همکاران (۲۰۱۷)[۵۴] بر غنی‌سازی نودل با پودر زرده تخم‌مرغ و گوشت چرخ شده مرغ انجام دادند، با اضافه شدن پودر زرده تخم‌مرغ در نودل، میزان سفتی بافت نودل در مقایسه با نودل غنی‌شده با گوشت مرغ به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. علت این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش افت پخت باشد. درواقع هرچه میزان افت پخت بیشتر باشد، میزان نرمی محصول نیز بیشتر می‌شود [۵۵].

چسبندگی پاستا که یکی از خصوصیات نامطلوب آن به‌شمار می‌آید، به دلیل خروج مولکول‌های نشاسته خصوصاً آمیلوز از گرانول‌های نشاسته در حین ژلاتینه شدن در اثر پخت به وجود می‌آید. بنابراین تعیین افت پخت پاستا می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای تعیین چسبندگی آن بکار رود. ارتباط مستقیمی میان مقدار آمیلوز نشاسته و میزان چسبندگی پاستا وجود دارد [۵۶]. در آب پخت، علاوه بر نشاسته، پروتئین‌ها و سایر کربوهیدرات‌های محلول در آب نیز وجود دارند. تحقیقات نشان داده‌اند که افت پخت پاستا غنی‌شده با آرد نخود به دلیل مقدار آمیلوز بیشتر آن نسبت به نمونه شاهد، افزایش‌یافته است[۹] . نتایج حاصل از چسبندگی در جدول (۴) نشان می‌دهد با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، چسبندگی افزایش‌یافته است. بالاترین میزان چسبندگی در نمونه ۷/۵ ٪ و کمترین میزان چسبندگی در نمونه شاهد مشاهده گردید. دلیل افزایش چسبندگی در نمونه‌ها احتمالاً به دلیل وجود شبکه‌های پروتئینی ماهی بوده،که با شروع ژلاتیناسیون نشاسته از خروج مولکول‌های نشاسته خصوصاً آمیلوز از گرانول‌های نشاسته در حین ژلاتینه شدن جلوگیری نمی‌کند، درنتیجه چسبندگی به‌تدریج افزایش می‌یابد. بنابراین هرچه میزان شاخص چسبندگی بیشتر باشد احتمال چسبندگی میان رشته‌های اسپاگتی و یا چسبنده شدن قطعات پاستا نیز افزایش می‌یابد [۵۷]. میزان انعطاف‌پذیری در نمونه‌ها با اضافه شدن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی در پاستا، کاهش یافت. بالاترین میزان انعطاف‌پذیری در پاستای حاوی ۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی و کمترین در پاستای حاوی۱۰٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی مشاهده گردید.

رنگ پاستا یک فاکتور ضروری برای ارزیابی کیفیت آن است. به‌طورکلی مصرف‌کننده‌ها، پاستا با رنگ زرد روشن‌تر را ترجیح می‌دهند. افزودن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی منجر به بروز تأثیر معنی داری بر رنگ پاستا نسبت به نمونه شاهد شده است. بین رنگ نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف کنستانتره، اختلاف معنی داری مشاهده نشد. طعم و مزه و بوی نمونه‌ها، با افزایش میزان کنستانتره به طور معنی داری کاهش یافت. اختلاف معنی داری بین چسبندگی، سختی و ارتجاعی بودن نمونه‌های مختلف مشاهده نشد. شدت له شدن هنگام جویدن و پذیرش کلی نمونه‌ها تا سطح ۱۵ درصد تغییر معنی داری نداشت و پس از آن کاهش یافت. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها این‌طور نتیجه‌گیری می‌شود که افزودن کنسانتره پروتئین ماهی در مقادیر ۷/۵٪ و ۱۰ ٪ در پاستا روی همه ویژگی‌ها ازنظر حسی تأثیرگذار بود و تأثیر مثبت داشته است. این

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

تأثیرگذاری در نمونه دارای ۷/۵٪ کنسانتره پروتئین ماهی از همه بالاتر بود و نشان می‌دهد که افزودن کنسانتره پروتئین ماهی به‌عنوان یک افزودنی دارای ارزش غذایی بالا روی ویژگی‌های حسی که ازنظر مصرف‌کنندگان بسیار مهم است، تأثیر مثبت داشته است. در بررسی که توسط Kadam و Prabhasankar(۲۰۱۰) [۳۰]بر غنی‌سازی پاستا با پودر میگو در سه سطح ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ صورت گرفت نتایج ارزیابی حسی نشان داد که پاستای غنی‌شده با پودر۲۰٪ میگو، ازنظر ارزیاب‌ها مقبولیت بیشتری نسبت به بقیه نمونه‌ها داشتند. همچنین در پژوهشی دیگر از Góes و همکارن (۲۰۱۶)[۳۵] تأثیر کنسانتره‌ی پروتئین ماهی تیلاپیا در سه سطح (۰٪، ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪) را بر خواص شیمیایی و حسی پاستا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد با افزایش درصدهای کنسانتره میزان پروفایل اسیدهای آمینه، پروتئین، چربی کل، خاکستر، کربوهیدرات و میزان انرژی درپاستا افزایش‌یافته است. طبق آنالیز حسی، سنجش بافت و پذیرش کلی پاستاهای غنی‌شده با کنسانتره‌ی پروتئین تیلاپیا، در مقایسه با نمونه شاهد ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p>۰.۰۵$).

نتیجه‌گیری

افزودن کنسانتره‌ی پروتئین ماهی تأثیر مثبتی بر ترکیبات شیمیایی و مقدار انرژی پاستا داشت. همچنین مقدار کربوهیدرات را کاهش و سایر پارامترهای بافتی، رنگ و حسی را ارتقا می‌دهد. با توجه به اینکه هیچ‌یک از تیمارها دربرگیرنده تمامی اثرات مثبت نبودند، درمجموع می‌توان اظهار نمود که از بین نمونه‌ها، پاستای ۷/۵٪ کنسانتره‌ی پروتئین ماهی نسبت به سایر نمونه‌ها وضعیت مطلوب‌تری دارد و بیشترین شباهت ساختاری را با محصولات پاستای فاقد پروتئین ماهی را دارد. با توجه به افزایش سرانه مصرف پاستا در سال‌های اخیر و همچنین افزایش ظرفیت تولید آن در کشور، به نظر می‌رسد این فراورده‌ها از پتانسیل بالایی جهت غنی‌سازی با کنسانتره‌ی پروتئین ماهی برخوردار باشند.

منابع

1- Fuentes-Zaragoza E, Riquelme-Navarrete MJ, Sánchez-Zapata E, Pérez-Álvarez JA. Resistant starch as functional ingredient: A review. Food Research International. 2010 May 1;43(4):931-42.

2- Biesalski HK. Meat as a component of a healthy diet–are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. Meat science. 2005 Jul 1;70(3):509-24.

3- Fradique M, Batista AP, Nunes MC, Gouveia L, Bandarra NM, Raymundo A. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010 Aug 15;90(10):1656-64.

4- Del Nobile MA, Baiano A, Conte A, Mocci G. Influence of protein content on spaghetti cooking quality. Journal of Cereal Science. 2005 May 1;41(3):347-56.

5- Park WP, Kim ZU. Making characteristics of extruded noodles mixed with soybean flour. Applied Biological Chemistry. 1990;33(3):209-15.

6- Baiano A, Conte A, Del Nobile MA. Influence of drying temperature on the spaghetti cooking quality. Journal of Food Engineering. 2006 Oct 1;76(3):341-7.

7- Kill R, Turnbull K. Pasta &Semolina Technology, London: BlackwellSience Ltd Editorial Offices. 2001; 238 p.

8- Sozer N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. Food Hydrocolloids. 2009 May 1;23(3):849-55.

9- Sabanis D, Makri E, Doxastakis G. Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2006 Sep;86(12):1938-44.

10- Shogren RL, Hareland GA, Wu YV. Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour. Journal of Food Science. 2006 Aug;71(6):S428-32.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

11- Mohammadian Z. Macaroni enrichment with soy flour. M.S food science and technology thesis. Institute of nutrition and food science. Shahid Beheshti University; 1990. (In Persian).
12- Martínez ML, Marín MA, Gili RD, Penci MC, Ribotta PD. Effect of defatted almond flour on cooking, chemical and sensorial properties of gluten-free fresh pasta. International Journal of Food Science & Technology. 2017 Oct;52(10):2148-55.
13- Azizi MH, Rajabzadeh N, Riahi E. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. LWT-Food Science and Technology. 2003 Mar 1;36(2):189-93.
14- Devi LN, Aparna K, Kalpana K. Utilization of fish mince in formulation and development of pasta products. International Food Research Journal. 2013;20(1):219.
15- Kadam SU, Prabhasankar P. Evaluation of cooking, microstructure, texture and sensory quality characteristics of shrimp meat-based pasta. Journal of Texture Studies. 2012 Aug;43(4):268-74.
16- Monteiro ML, Mársico ET, Soares MS, Magalhães AO, Canto AC, Costa-Lima BR, Alvares TS, Conte CA. Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. PloS one. 2016 Dec 14;11(12):e0168270.
17- Desai AS, Brennan MA, Brennan CS. Effect of fortification with fish (*Pseudophycis bachus*) powder on nutritional quality of durum wheat pasta. Foods. 2018 Apr;7(4):62.
18- Kadam SU, Prabhasankar P. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. Food Research International. 2010 Oct 1;43(8):1975-80.
19- Dust JM, Grieshop CM, Parsons CM, Karr-Lilienthal LK, Schasteen CS, Quigley III JD, Merchen NR, Fahey Jr GC. Chemical composition, protein quality, palatability, and digestibility of alternative protein sources for dogs. Journal of Animal Science. 2005 Oct 1;83(10):2414-22.
20- FAO. 2006. Fish protein concentrate, fish flour, fish hydrolyzate.Animal Feed resources information system; 2006. http://www.FAO.org
21-Windsor M.L. Fish protein concentrate.FAO. Corporate document repository.Torry advisory note NO; 2001.
22- Anbudhasan P, Asvini G, Surendraraj A, Ramasamy D, Sivakumar T. Development of functional pasta enriched with omega-3 fatty acids. Fish Technology. 2014;51:242-6.
23- de Oliveira IS, Lourenço LD, Sousa CL, Joele MR, do Amaral Ribeiro SD. Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. Food Control. 2015 Apr 1;50:38-44.
24- Stevanato FB, Cottica SM, Petenuci ME, Matsushita M, Desouza NE, Visentainer JV. Evaluation of processing, preservation and chemical and fatty acid composition of Nile tilapia waste. Journal of Food Processing and Preservation. 2010 Feb;34:373-83.
25- Hosseini H, Mahmoudzadeh M, Rezaei M, Mahmoudzadeh L, Khaksar R, Khosroshahi NK, Babakhani A. Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). Food chemistry. 2014 Apr 1;148:86-91.
26- FDA U. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption; sucralose. 21CFR Part 172 [Docket No. 87F-0086]. Federal Register. 1998;63(64):16417-33.
27- Rustad T, Storrø I, Slizyte R. Possibilities for the utilisation of marine by-products. International Journal of Food Science & Technology. 2011 Oct;46(10):2001-14.
28- Poorghasem H, Babakhani A, Rostamzad H. Effect of Green Algae, *Ulva intestinalis* on Antioxidant Activity of Pasta. Journal of Fisheries. 2017 Nov 22;70(3):309-18.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

29-FAO. Fish Protein Concentrate. Fisheries Technical Paper, Food & Agriculture Organization of United Nation, Roma;1986.
30- Ramya NS, Prabhasankar P, Gowda LR, Modi VK, Bhaskar N. Influence of freeze-dried shrimp meat in pasta processing qualities of Indian T. durum wheat. Journal of Aquatic Food Product Technology. 2015 Aug 18;24(6):582-96.
31- Surasani VK, Singh A, Gupta A, Sharma S. Functionality and cooking characteristics of pasta supplemented with protein isolate from pangas processing waste. LWT. 2019 Aug 1;111:443-8.
32- Monteiro ML, Mársico ET, Deliza R, Castro VS, Mutz YS, Junior MS, Caliari M, dos Santos EA, Conte-Junior CA. Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with fish (*Oreochromis niloticus*) waste flour. Lwt. 2019 Aug 1;111:751-8.
33- Desai AS, Brennan MA, Brennan CS. Influence of semolina replacement with salmon (*Oncorhynchus tschawytscha*) powder on the physicochemical attributes of fresh pasta. International Journal of Food Science & Technology. 2019 May;54(5):1497-505.
34-Lesson, S. and Summers, J.D. Cimmercial poultry nutrition. 3th ed. University book. Guelph, Ontario, Canada2005; 398p.
35- Goes ES, Souza ML, Michka JM, Kimura KS, Lara JA, Delbem AC, Gasparino E. Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. Food Science and Technology. 2016 Mar;36(1):76-82.
36- De Marco ER, Steffolani ME, Martínez CS, León AE. Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. LWT-food science and technology. 2014 Sep 1;58(1):102-8.
37- Merrill AL, Watt BK. Energy value of foods: basis and derivation. Human Nutrition Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture; 1955.
38- Driscoll RH, Madamba PS. Modelling the browning kinetics of garlic. Food Australia. 1994;46(2):66-71.
39- Voisey PW, Larmond E, Wasik RJ. Measuring the texture of cooked spaghetti. 1. Sensory and instrumental evaluation of firmness. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. 1978 Jul 1;11(3):142-8.
40- Özyurt G, Polat A, Özoğul F. Nutritional value of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets during frozen (-18 C) storage. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2005 Jun 30;29(3):891-5.
41- Vignola MB, Bustos MC, Pérez GT. Comparison of quality attributes of refined and whole wheat extruded pasta. LWT. 2018 Mar 1;89:329-35.
42- Saklar S, Ungan S, Katnas S. Instrumental crispness and crunchiness of roasted hazelnuts and correlations with sensory assessment. Journal of Food Science. 1999 Nov;64(6):1015-9.
43- Ohm JB, Ross AS, Peterson CJ, Ong YL. Relationships of high molecular weight glutenin subunit composition and molecular weight distribution of wheat flour protein with water absorption and color characteristics of noodle dough. Cereal Chemistry. 2008 Mar;85(2):123-31.
44- Pongpichaiudom A, Songsermpong S. Evaluation of microstructure and quality characteristics of microwave-dried instant noodles enriched with chicken meat, egg yolk, and seaweed. Journal of Food Measurement and Characterization. 2018 Mar;12(1):22-34.
45- Liu T, Hamid N, Kantono K, Pereira L, Farouk MM, Knowles SO. Effects of meat addition on pasta structure, nutrition and in vitro digestibility. Food Chemistry. 2016 Dec 15;213:108-14.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

46- Vijaykrishnaraj M, Kumar SB, Prabhasankar P. Green mussel (*Perna canaliculus*) as a marine ingredient to enrich gluten free pasta: product quality, microstructure and biofunctional evaluation. Journal of Food Measurement and Characterization. 2015 Mar;9(1):76-85.
47- Santana P, Huda N, Yang TA. Physicochemical properties and sensory characteristics of sausage formulated with surimi powder. Journal of food science and technology. 2015 Mar;52(3):1507-15.
48- Ortiz J, Lemus-Mondaca R, Vega-Gálvez A, Ah-Hen K, Puente-Diaz L, Zura-Bravo L, Aubourg S. Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fillets. Food chemistry. 2013 Aug 15;139(1-4):162-9.
49- Chang HC, Wu LC. Texture and quality properties of Chinese fresh egg noodles formulated with green seaweed (*Monostroma nitidum*) powder. Journal of food science. 2008 Oct;73(8):S398-404.
50- El-Khayat GH, Samaan J, Manthey FA, Fuller MP, Brennan CS. Durum wheat quality I: some physical and chemical characteristics of Syrian durum wheat genotypes. International journal of food science & technology. 2006 Dec;41:22-9.
51- Sedej I, Sakač M, Mandić A, Mišan A, Tumbas V, Hadnađev M. Assessment of antioxidant activity and rheological properties of wheat and buckwheat milling fractions. Journal of Cereal Science. 2011 Nov 1;54(3):347-53.
52- Edwards NM, Izydorczyk MS, Dexter JE, Biliaderis CG. Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. Cereal Chemistry. 1993 Mar 1;70:122-.
53- Khan I, Yousif A, Johnson SK, Gamlath S. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. Food Research International. 2013 Nov 1;54(1):578-86.
54- Gallegos-Infante JA, Rocha-Guzman NE, Gonzalez-Laredo RF, Ochoa-Martínez LA, Corzo N, Bello-Perez LA, Medina-Torres L, Peralta-Alvarez LE. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Chemistry. 2010 Apr 15;119(4):1544-9.
55- Pal GK, Kumar SB, Prabhasankar P, Suresh PV. Inclusion of poultry based food ingredients in the formulation of noodles and their effects on noodle quality characteristics. Journal of Food Measurement and Characterization. 2017 Sep;11(3):939-47.
56- Dexter JE, Matsuo RR, Morgan BC. Spaghetti stickiness: Some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. Journal of Food Science. 1983 Sep;48(5):1545-51.
57- Haralampu SG. Resistant starch—a review of the physical properties and biological impact of RS3. Carbohydrate polymers. 2000 Mar 1;41(3):285-92.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume10, Issue 3, Summer 2021
Pages: 370-385

Investigation of texture, color and sensory properties of the pasta fortified with protein concentrate of *Abramis brama*

Zahra Shoghi[1], Aria Babakhani[1*], Amir Pourfarzad[2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

2- Food Science and Technology Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.

A B S T R A C T

The aim of this study was to investigate the effect of adding protein concentrate of Bream (Abramis Brama) on chemical properties, texture, color and sensory evaluation of pasta. The fillets were cooked in boiling water for 10 minutes, then minced using a meat grinder. The minced fish was dried at 60 C for 24 hours in an oven and powdered with a grinder. Pasta was prepared with different percentages of FPC (0, 5%, 7.5%, 10%, 15% and 20%). Chemical properties (energy, carbohydrate), tissue tests (hardness, adhesion and resilience), color tests (b, a, L) and sensory evaluation were evaluated. The results showed that by adding fish protein concentrate, the amount of pasta carbohydrate decreased compared to the control sample. In contrast, with increasing fish protein concentrate in pasta, the amount of energy increased significantly ($p < 0.05$). The highest energy content was observed in the pasta containing 20% FPC and the lowest energy content in the control sample. The addition of FPC did not cause any adverse changes in the color of the pasta. The amount of yellow and redness of the pasta increased with the addition of FPC. The amount of pasta patency increased with the addition of fish protein concentrate. The color, taste, chewability, elasticity, odor, filament appearance, adhesion, hardness and overall evaluation of pasta with 7.5% FPC was better than others. Regarding the texture, color and sensory characteristics of the pasta, it can be concluded that the pasta containing 7.5% fish protein concentrate had better characteristics than other samples.

KEYWORDS: Pasta, fish protein, enrichment, bream, Sensory characteristics, Tissue characteristics.

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 22 September 2020

Accepted: 22 April 2021

ePublished: 23 August 2021

* Corresponding Author:
Email address: Babakhani@guilan.ac.ir
Tel: +(98) 9113348019
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2025-02-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.3.1.5]