مقاله علمی -پژوهشی:

مقایسه ویژگی‌های کیفی نان فطیر غنی شده با گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی دوره نگهداری در دمای یخچال

مهدی آل‌بوفتیله*[۱]، سید حسن جلیلی[۱]، سمیرا جدی[۱]، فاطمه نوغانی[۱]، صغری کمالی[۱]، افشین فهیم[۱]، مینا احمدی[۱]

*alboofetileh@areeo.ac.ir

۱- مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران.

تاریخ دریافت: تیر ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۲

چکیده

غنی‌سازی محصولات غذایی با گوشت آبزیان که حاوی اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب غیراشباع هستند، می‌تواند باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات پایه گردد. بر این اساس در مطالعه حاضر نان فطیر با استفاده از گوشت دو گونه ماهی، غنی شده و در ادامه ارزش غذایی و ویژگی‌های کیفی آن ارزیابی شدند. بدین منظور، گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور نقره‌ای با غلظت‌های مختلف به نان فطیر اضافه شدند. آنالیز تقریبی، ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی، حسی، بافتی و رنگ نان‌های تولیدی طی نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲۸ روز سنجش شدند. نتایج نشان داد که در ابتدا (روز اول) و انتهای دوره نگهداری (روز ۲۸)، محتوی پروتئین، چربی و رطوبت در نان‌های فطیر غنی شده نسبت به نان‌های شاهد بیشتر بود. نان‌های فطیر غنی شده در طول تمام دوره نگهداری، شاخص‌های TVB-N، پراکسید و بار باکتریایی کل بیشتری نسبت به نان‌های شاهد داشتند. از نظر شاخص طعم/مزه، نان‌های فطیر شاهد تا روز ۲۸ و نان‌های فطیر غنی شده تا روز ۱۵ مورد پذیرش ارزیاب‌ها قرار گرفتند. براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان عنوان نمود که ارزش غذایی نان‌های فطیر غنی شده نسبت به نان‌های فطیر شاهد بیشتر بوده اما میزان پذیرش آنها از نظر حسی و مدت زمان ماندگاری کمتر بود.

لغات کلیدی: غنی سازی، ویژگی‌های کیفی، نان فطیر، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کپور نقره‌ای

*نویسنده مسئول

مقدمه

نان منبع مهمی از مواد مغذی به‌ویژه کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و برخی عناصر مانند منیزیم، پتاسیم، سلنیوم، فسفر، منگنز، آهن و غیره در رژیم غذایی انسان‌هاست. برای تهیه نان، آرد گندم و آب مواد اصلی است، ولی امروزه از سایر افزودنی‌ها نیز در فرمولاسیون نان‌ها استفاده می‌شود. برخی از این مواد باعث بهبود و تسهیل فرآیندهای تکنولوژیک می‌شوند و برخی دیگر مانند سبوس، عصاره‌های گیاهی، ادویه‌ها و ... نان را فراسودمنده می‌کنند و ماندگاری آن را نیز افزایش می‌دهند (Vasileva *et al.*, 2018). افزودن پروتئین به محصولات غذایی از قبیل نان، ارزش غذایی محصول نهایی را بهبود می‌بخشد و باعث افزایش مصرف پروتئین مصرف کنندگان می‌گردد. محصولات غنی شده با پروتئین از قبیل نان به‌ویژه برای افراد مسن مفید هستند، زیرا افزایش مصرف پروتئین روزانه باعث حفظ تعادل رژیم غذایی می‌شود و به‌سرعت هر گونه کمبود پروتئین را جبران می‌کند (Chang *et al.*, 2023). در سال‌های گذشته تحقیقات زیادی جهت غنی‌سازی نان‌های مختلف با انواع مواد پروتئینی همچون گوشت خام و پودر گوشت مرغ (Cakmak *et al.*, 2013)، آرد و کنسانتره پروتئینی لوبیا (Ugwuona and Suwaba, 2013)، ایزوله پروتئین نخود، کنسانتره پروتئینی لوپین، کازئینات سدیم، جوانه گندم (Constandache, 2007)، آرد بدون چربی سویا (Mashayekh *et al.*, 2007)، ایزوله پروتئینی سویا (Chang *et al.*, 2023)، کنسانتره پروتئین ماهی کپور نقره‌ای (Moeini *et al.*, 2009; Ghaffari *et al.*, 2020)، پودر ماهی تیلاپیا (Monteiro *et al.*, 2019)، پودر ریزجلبک *Tetraselmis chuii* (Qazi *et al.*, 2021) و پودر ملخ (Haber *et al.*, 2019) صورت پذیرفته است. گوشت آبزیان به‌ویژه گوشت ماهیان مختلف حاوی ترکیبات ارزشمندی همچون پروتئین، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب غیراشباعِ مورد نیاز بدن است. پروتئین ماهی به دلیل داشتن تمامی اسیدهای آمینه ضروری، اثر مهمی در رشد بدن، ترمیم بافت‌ها، سلامتی و شادابی انسان دارد (Neiva *et al.*, 2011; Rahimabadi *et al.*, 2011). اسیدهای چرب ماهیان به‌ویژه اسیدهای چرب امگا-۳ نیز نقش مهمی در تنظیم عملکرد سلول‌های بدن، محافظت بدن در مقابل فشارهای عصبی، بیماری‌ها و تومورها دارند (Adeoti and Hawboldt, 2014). بر این اساس، توصیه شده است که ماهی و سایر آبزیان در سبد غذایی مردم جامعه گنجانده شود. قزل‌آلای رنگین‌کمان (با میزان تولید ۱۸۹۹۳۲ تن) و کپور نقره‌ای، دو گونه پرورشی بسیار مهم در کشور است که سهم قابل‌توجهی از مزارع پروروشی را به‌خود اختصاص می‌دهند (Statistical Yearbook of Iranian Fisheries, 2022). مطالعات انجام شده در گذشته مؤید این مسئله بوده که این ماهیان نیز حاوی ترکیبات ارزشمند و مفید برای سلامتی انسان هستند. بنابراین، می‌توان از گوشت و سایر ترکیبات ارزشمند این دو ماهی در فرمولاسیون دیگر محصولات غذایی از قبیل نان استفاده نمود. با این‌حال، با مرور منابع کتابخانه‌ای و نشریات الکترونیکی مشخص گردید که تاکنون مطالعات بسیار محدودی در این زمینه صورت پذیرفته است. در این رابطه تنها در دو مطالعه از کنسانتره پروتئینی کپور نقره‌ای جهت غنی سازی نان بروتشن (Moeini *et al.*, 2009) و نان تست (Ghaffari *et al.*, 2020) استفاده شده است. همچنین مشخص شد که تاکنون مطالعه‌ای مبنی بر استفاده از گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جهت غنی‌سازی نان‌ها منتشر نشده است. شایان ذکر است، در حال حاضر کنسانتره پروتئینی آبزیان به صورت صنعتی در کشور تولید نمی‌شود، لذا امکان استفاده از این فرآورده در سایر محصولات غذایی در مقیاس انبوه میسر نیست. بنابراین، استفاده از منابع پروتئینی در دسترس از قبیل گوشت چرخ شده و بدون استخوان ماهیان، گزینه مناسبی به‌نظر می‌رسد. بر این اساس در مطالعه حاضر نان فطیر اراک با استفاده از گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان و کپور نقره‌ای غنی شد و ارزش غذایی و ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی، حسی، بافتی و رنگ نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال ارزیابی شدند.

مواد و روش کار

تهیه و آماده‌سازی گوشت ماهی

ماهیان مورد مطالعه شامل کپور نقره‌ای و قزل‌آلای رنگین‌کمان به صورت تازه از مزارع پرورشی تهیه شده و در یخدان‌های عایق حاوی یخ با نسبت ۱ به ۲، به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انتقال داده شدند. ماهیان بلافاصله در سالن تولید مرکز شستشو شده، عملیات تخلیه شکم و جداسازی سر انجام شد. سپس فیله ماهی به صورت دستی تهیه و با استفاده از دستگاه استخوان‌گیر، پوست و استخوان فیله‌ها جدا شده و عمل گوشت‌گیری انجام پذیرفت. در ادامه گوشت‌های چرخ شده با نسبت یک به یک با آب جوش حاوی ۵ درصد شکر به مدت سه دقیقه پخته شدند. گوشت چرخ و پخته ماهیان بعد از پخت، آبگیری شده و در بسته‌های پلی‌اتیلنی نیم کیلویی به روش وکیوم بسته بندی شد. بسته‌های وکیوم شده در تونل انجماد منجمد و تا زمان استفاده در سردخانه (۱۸- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

تهیه فطیرهای شاهد و غنی شده

فطیر اراک بر اساس دستورالعمل کارگاههای فطیر اراک تهیه شد. بدین منظور ۴۰ کیلوگرم آرد نانوایی، ۱۸ کیلوگرم شکر، ۱۰ لیتر آب، ۵ لیتر روغن مایع گیاهی آفتابگردان و ۲ قاشق غذاخوری مایه خمیر به مدت ۱۰ دقیقه توسط دستگاه همزن صنعتی با یکدیگر مخلوط شدند. مخلوط به‌دست آمده به مدت یک شبانه روز در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. بعد از این مدت خمیر فطیر مجدداً با دستگاه همزن صنعتی مخلوط شده و در ادامه از آن چانه‌هایی به وزن ۱۰۰ گرم تهیه گردید. سپس چانه‌ها به صورت گرد فرم‌دهی شده و سطح آنها با تخم مرغ هم‌زده شده آغشته شد. در پایان نان‌های فطیر در تنور نانوایی به مدت ۳ دقیقه در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد پخته شدند. به منظور تهیه نان‌های فطیر غنی شده، گوشت چرخ و پخته شده ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان به میزان ۵ درصد و کپور نقره‌ای به میزان ۱۰ درصد به فرمولاسیون فطیرهای شاهد اضافه گردید. جهت انتخاب این غلظت‌ها، در یک مطالعه اولیه نان‌های فطیر حاوی غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد گوشت ماهیان تهیه و از نظر ویژگی‌های حسی بررسی شدند که در نهایت غلظت‌های ۵ درصد قزل‌آلا و ۱۰ درصد کپور نقره‌ای مورد پذیرش ارزیاب‌ها قرار گرفتند. پخت فطیرهای غنی شده نیز همانند فطیرهای شاهد بود. تمامی فطیرهای شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان به مدت ۲۸ روز در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده و طی این مدت هر ۷ روز یکبار کلیه شاخص‌های شیمیایی، میکروبی، بافتی، حسی و رنگ آنها سنجش گردید. ترکیب شیمیایی آنها نیز در روزهای اول و ۲۸ دوره نگهداری سنجش شد.

ارزیابی ویژگی‌های مختلف نان‌های فطیر

ترکیب شیمیایی

نان‌های فطیر شاهد و غنی شده از نظر ترکیب شیمیایی (پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر) در زمان تولید و انتهای دوره نگهداری در دمای یخچال مورد ارزیابی قرار گرفتند (AOAC, 2000). میزان کربوهیدرات نیز با استفاده از معادله ذیل محاسبه گردید:

میزان کربوهیدرات= (پروتئین + چربی + رطوبت + خاکستر) -۱۰۰

پراکسید

۱۵۰ گرم نمونه به کمک همزن مکانیکی با ۲۵۰ میلی لیتر کلروفرم به مدت ۵ دقیقه مخلوط گردید. سپس محلول صاف شده از کاغذ صافی حاوی سولفات سدیم خشک عبور داده شده و این محلول برای مراحل بعدی حفظ گردید. در ادامه ۱۰ میلی لیتر از این محلول در یک پتری دیش خشک و وزن شده ریخته و در زیر هود قرار داده شد. بعد از گذشت یک ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و خشک شدن، پتری دیش در دسیکاتور قرار داده شد. بعد از سرد شدن پتری دیش مجدداً وزن شد. در ادامه ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اولیه برداشته و به ۳۷ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال و ۱ میلی لیتر ید پتاسیم اشباع اضافه شد. بعد از یک دقیقه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و کمی معرف چسب نشاسته به آن اضافه شد. ید آزاد شده با محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تا ظهور رنگ شیری تیتر گردید. در ادامه مقدار پراکسید بر حسب میلی اکی والان گرم در کیلوگرم ماده

چرب طبق رابطه ذیل محاسبه شد (Iranian National Standard No. 4179, 2004):

$$PV= (S\times N\times 1000)/W$$

S: میزان تیتراسیون، N: نرمالیته تیوسولفات سدیم، W: وزن روغن نمونه

اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

۱۰ گرم از نان‌های فطیر شاهد و غنی شده را همراه با ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر داخل بالن کلدال ریخته شد. در یک ارلن مایر مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید بوریک ۲ درصد (۲ گرم اسید بوریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به همراه چند قطره معرف متیل رد (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول) ریخته و ارلن مایر در زیر قیف کنداسور دستگاه قرار داده شد. در ادامه دستگاه تقطیر وصل شده و محتوی ارلن مایر حرارت داده شده تا به‌جوش آید. سپس عمل تقطیر برای مدت ۲۵ دقیقه ادامه یافت. بعد از این زمان، محلول تقطیر با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید. عمل تیراسیون تا جایی ادامه یافت که اسید بوریک دوباره قرمز گردد. مقدار TVB-N به صورت میلی‌گرم در صد گرم نمونه با توجه به معادله ذیل محاسبه گردید (Iranian National Standard No. 1028, 2008):

TVB-N=حجم اسید سولفوریک مصرفی×۱۴

پروفایل بافت

جهت بررسی تغییرات بافتی (آنالیز پروفایل بافت) فطیرهای شاهد و غنی شده از دستگاه بافت سنج (Brookfield- ct3-1500, USA) استفاده گردید. بدین منظور از هر یک از نان‌های فطیر تهیه شده، نمونه‌های یکسانی به ابعاد ۱×۲×۲ سانتی‌متر تهیه و مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌ها با استفاده از یک پروب سکه‌ای با قطر ۴ سانتی‌متر و نیروی وارده ۰/۰۵ نیوتن و با سرعت ۱ میلی متر در ثانیه در یک مرحله فشرده شدند. میزان فشرده شدن ۵۰ درصد ارتفاع نمونه‌ها بود (Mohammadzadeh *et al.*, 2016).

رنگ

رنگ سنجی فطیرهای شاهد و غنی شده با استفاده از دستگاه رنگ سنج (NR60CP Precision colorimeter, China) انجام پذیرفت. بدین منظور پارامترهای b^*، a^* و L^* قسمت میانی فطیرهای شاهد و غنی شده در چندین نقطه اندازه‌گیری شدند (Jeddi *et al.*, 2018).

بار باکتریایی کل

ابتدا ۱۰ گرم از فطیرهای شاهد و غنی شده جدا و با ۹۰ میلی لیتر آب پپتونه (نسبت ۱ به ۱۰، گرم بر میلی لیتر) مخلوط و سوسپانسیون اولیه تهیه گردید. بعد از تهیه رقت‌های سریالی، مقدار یک میلی لیتر از هر رقت برداشته و به صورت کشت آمیخته (پورپلیت) در محیط پلیت کانت آگار کشت داده شد. در ادامه پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. بعد از تمام شده زمان انکوباسیون، کلنی‌ها شمارش شده و تعداد کلنی‌ها در هر گرم از نمونه بیان گردید (Jeddi *et al.*, 2018).

شاخص‌های حسی

ارزیابی حسی بر مبنای سنجش رنگ، بو، طعم/مزه و بافت نمونه‌ها و با استفاده از فرم‌های هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد. جهت ارزیابی حسی ظروف حاوی نان‌های فطیر شاهد و غنی شده با اعداد سه رقمی به همراه یک لیوان آب و فرم ارزیابی حسی، به ارزیاب‌های آموزش دیده (۱۲ نفر در محدوده سنی ۳۰-۶۰ سال، ۵ آقا، ۷ خانم) عرضه شد. در هر ظرف ۳ نمونه قرار داده شد و ترتیب ارائه نمونه‌ها به صورت کاملاً تصادفی انجام گردید. درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی هر یک از ویژگی‌های مورد نظر بین ۱ و ۵ امتیازبندی شده به‌طوری‌که امتیاز ۱ (غیر قابل قبول)، ۲ (قابل قبول)، ۳ (خوب)، ۴ (خیلی خوب) و ۵ (عالی) است.

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند. از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده گردید. جهت بررسی تفاوت بین تیمارهای

مختلف از روش آنالیز واریانس یکطرفه (One way ANOVA) و آزمون دانکن استفاده شد. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS 16 و جهت رسم نمودارها از نرم افزار SigmaPlot استفاده شد.

نتایج

ترکیب شیمیایی

در جدول ۱ نتایج ترکیب شیمیایی فطیرهای شاهد و غنی شده در ابتدا و انتهای دوره‌ی نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) ارائه شده است. با افزوده شدن گوشت ماهی میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر نان‌های فطیر افزایش یافت. در ابتدای دوره محتوی پروتئین در تیمار حاوی گوشت قزل‌آلا نسبت به سایر تیمارها بیشتر بوده و تفاوت‌ها معنی‌دار بودند ($p<۰/۰۵$). محتوی چربی در تیمار حاوی گوشت کپور نقره‌ای بیشتر بود، اما بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی نان‌های فطیر شاهد و غنی شده در ابتدا و انتهای دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)
Table 1: Chemical composition of control and fortified Fatir breads at first and end of refrigeration storage period (4°C)

Treatments	Protein (%)	Lipid (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Carbohydrate (%)
Day 1 (first of the storage period)					
Control	12.52±0.58^{b}	13.98±0.46^{a}	31.76±1.39^{a}	2.10±0.04^{a}	39.64±3.14^{a}
Rainbow trout (5%)	14.42±0.27^{a}	14.41±0.34^{a}	35.78±0.82^{a}	2.32±0.08^{a}	33.07±2.60^{a}
Silver carp (10%)	13.86±0.33^{ab}	16.27±0.71^{a}	35.01±1.12^{a}	2.27±0.04^{a}	32.59±3.24^{a}
Day 28 (end of the storage period)					
Control	10.77±0.37^{a}	11.54±0.41^{b}	30.14±0.26^{b}	2.37±0.04^{a}	45.18±4.40^{a}
Rainbow trout (5%)	12.46±0.44^{a}	13.04±0.53^{b}	34.06±0.73^{a}	2.41±0.08^{a}	38.03±1.24^{a}
Silver carp (10%)	11.52±0.61^{a}	15.26±0.22^{a}	32.17±0.72^{ab}	2.61±0.04^{a}	38.44±2.61^{a}

*Lowercase letters indicate the significant differences within a column at the same day.

شاخص پراکسید

تغییرات میزان شاخص پراکسید نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) در شکل ۱-A نشان داده شده است. میزان پراکسید در همه تیمارها در طول زمان نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). بعد از ۲۸ روز نگهداری در یخچال، کمترین میزان پراکسید (۳/۴۷ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم) در تیمار شاهد و بیشترین میزان آن (۵/۹۵ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم) در تیمار حاوی کپور نقره‌ای اندازه‌گیری گردید. میزان پراکسید در تیمار حاوی قزل‌آلا به میزان ۵/۶۳ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

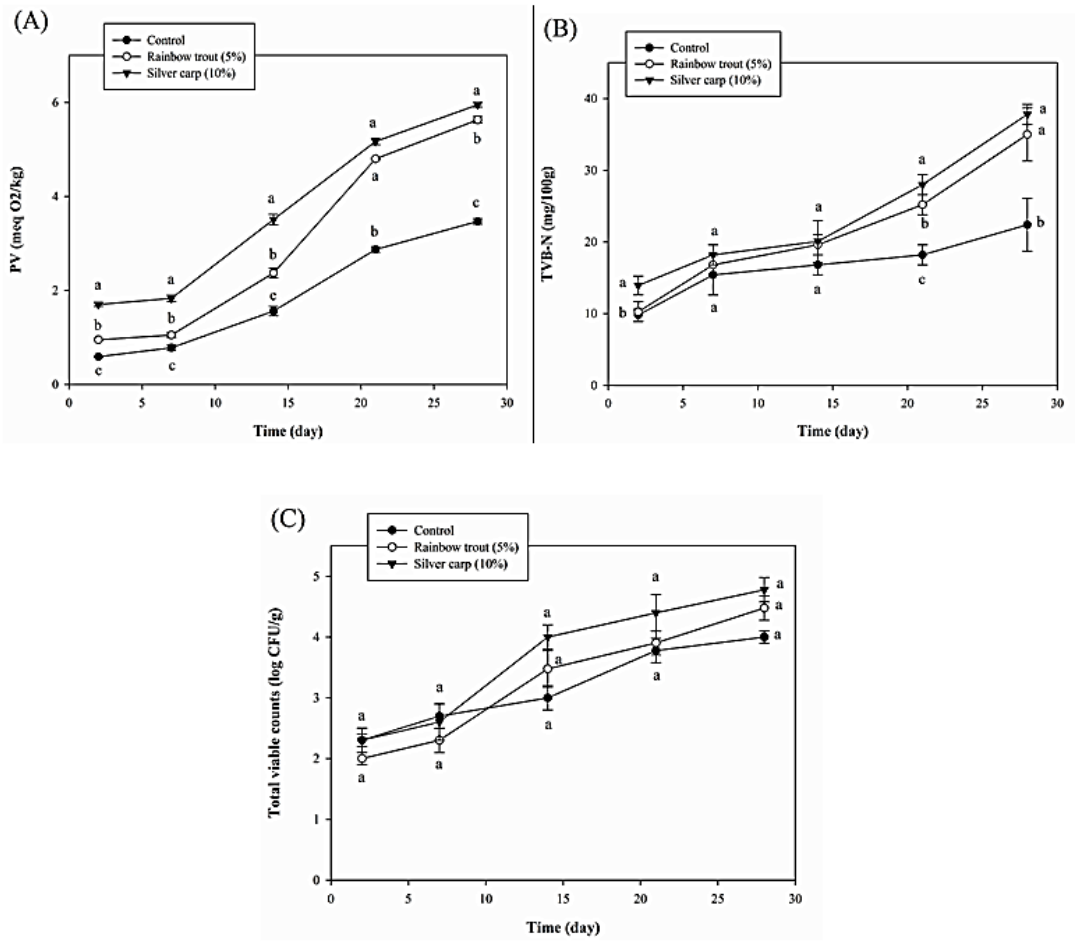
شاخص TVB-N

شکل ۱-B تغییرات میزان TVB-N نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) را نشان می‌دهد. طی دوره نگهداری، مقدار TVB-N در تمامی تیمارها افزایش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). بعد از ۲۸ روز نگهداری در یخچال، کمترین میزان TVB-N در تیمار شاهد (۲۲/۴۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نمونه) و بیشترین مقدار در فطیرهای حاوی گوشت کپور نقره‌ای (۳۷/۸۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم) مشاهده گردید. تیمار حاوی قزل‌آلا (۳۵ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نمونه) نیز در بین این دو تیمار قرار داشت.

بار باکتریایی کل

نتایج تغییرات رشد بار باکتریایی کلِ نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) در شکل ۱-C نشان داده شده است. در ابتدای دوره نان‌های فطیر شاهد و فطیرهای حاوی ۱۰ درصد کپور نقره‌ای دارای بار باکتریایی کل بیشتری (۲/۳۰ log CFU/g) نسبت به نمونه‌های حاوی قزل‌آلای (۲ log CFU/g) بودند. همچنین در همه نمونه‌ها با افزایش زمان، میزان بار باکتریایی افزایش یافت. بعد از ۲۸ روز نگهداری در

یخچال، کمترین میزان بار باکتریایی در تیمار شاهد (۴ log CFU/g) و بیشترین مقدار در نان‌های فطیر حاوی گوشت کپور نقره‌ای (۴/۷۸ log CFU/g) مشاهده گردید. تیمار حاوی قزل‌آلا (۴/۴۷ log CFU/g) نیز در بین این دو تیمار قرار داشت. با این‌حال، از ابتدا تا انتهای دوره تفاوت معنی‌داری بین بار باکتریایی تیمارها مشاهده نشد.



شکل ۱: پراکسید (A)، TVB-N (B) و بار باکتریایی کل (C) نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)

Figure 1: Peroxide value (A), TVB-N (B), total viable counts (C) of control and fortified Fatir breads during refrigeration storage (4°C). Lowercase letters indicate the significant differences between different treatments on the same day.

شاخص‌های بافتی

نتایج شاخص‌های بافتی نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) در جدول ۲ ارائه شده است. به طور کلی، در نمونه‌های نگهداری شده در دمای یخچال با افزودن گوشت ماهیان مذکور به فرمولاسیون فطیر، پارامتر سختی[1] کاهش یافته، اما پارامترهای انسجام[2] و فنریت[3] افزایش یافتند. کمترین مقادیر سختی در فطیرهای حاوی کپور نقره‌ای مشاهده شد. طی دوره نگهداری نیز با افزایش زمان، میزان سختی همه تیمارها افزایش یافت.

[1] Hardness

[2] Cohesiveness
[3] Springiness

جدول ۲: شاخص‌های بافتی و رنگی نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)
Table 2: Textural and color properties of control and fortified Fatir breads during refrigeration storage (4 °C)

Treatments	Parameters	Time (day) 1	7	14	21	28
Textural properties						
Control	Hardness	158±10.24^{aB}	189±10.74^{aB}	284±12.87^{aA}	291±11.04^{aA}	321±15.04^{aA}
	Cohesiveness	0.76±0.02^{aA}	0.85±0.09^{aA}	0.92±0.11^{aA}	0.93±0.13^{aA}	0.94±0.09^{aA}
	Springiness	0.86±0.05^{aA}	0.98±0.10^{aA}	1.00±0.07^{aA}	1.00±.0.09^{aA}	1.00±0.10^{aA}
Rainbow trout (5%)	Hardness	146±5.24^{abC}	164±10.26^{aBC}	197±12.87^{bB}	261±14.37^{aA}	273±11.51^{aA}
	Cohesiveness	0.91±0.05^{aA}	0.85±0.10^{aA}	0.88±0.09^{Aa}	0.89±0.10^{aA}	0.90±0.12^{aA}
	Springiness	0.98±0.07^{aA}	0.96±0.13^{aA}	0.94±0.09^{aA}	1.00±0.12^{aA}	1.00±0.14^{aA}
Silver carp (10%)	Hardness	117±1015^{bC}	152±6.71^{aBC}	184±12.43^{bB}	234±16.51^{aA}	259±14.62^{aA}
	Cohesiveness	0.85±0.03^{aA}	0.88±0.10^{aA}	0.89±0.07^{aA}	0.92±0.11^{aA}	0.84±0.08^{aA}
	Springiness	0.98±0.05^{aA}	1.00±0.09^{aA}	1.00±0.11^{aA}	0.86±0.07^{aA}	1.00±0.09^{aA}
Crumb color properties						
Control	*L*	72.42±2.41^{aA}	71.51±1.34^{aA}	69.62±2.70^{aA}	68.51±5.40^{aA}	67.19±3.54^{aA}
	a	6.55±1.04^{aA}	5.98±0.99^{aA}	5.63±1.03^{aA}	5.23±0.71^{aA}	5.57±1.37^{aA}
	b	12.09±1.54^{aA}	12.15±1.88^{aA}	11.71±2.94^{aA}	11.02±1.20^{aA}	11.11±1.96^{aA}
Rainbow trout (5%)	*L*	69.22±2.65^{aA}	67.09±5.41^{aA}	66.13±4.10^{aA}	66.62±6.70^{aA}	66.44±4.53^{aA}
	a	7.22±1.24^{aA}	6.82±0.99^{aA}	6.54±0.69^{aA}	6.63±0.73^{aA}	6.43±0.49^{aA}
	b	15.15±1.03^{aA}	12.99±1.99^{aA}	12.07±1.20^{aA}	12.25±2.05^{aA}	11.63±1.19^{aA}
Silver carp (10%)	*L*	68.58±2.42^{aA}	65.18±5.61^{aA}	66.21±5.83^{aA}	65.11±7.70^{aA}	64.54±3.95^{aA}
	a	7.00±0.97^{aA}	6.90±1.97^{aA}	6.47±0.87^{aA}	6.31±0.71^{aA}	6.51±1.88^{aA}
	b	14.06±0.97^{aA}	13.68±2.05^{aA}	13.43±1.70^{aA}	13.06±1.58^{aA}	13.26±0.56^{aA}

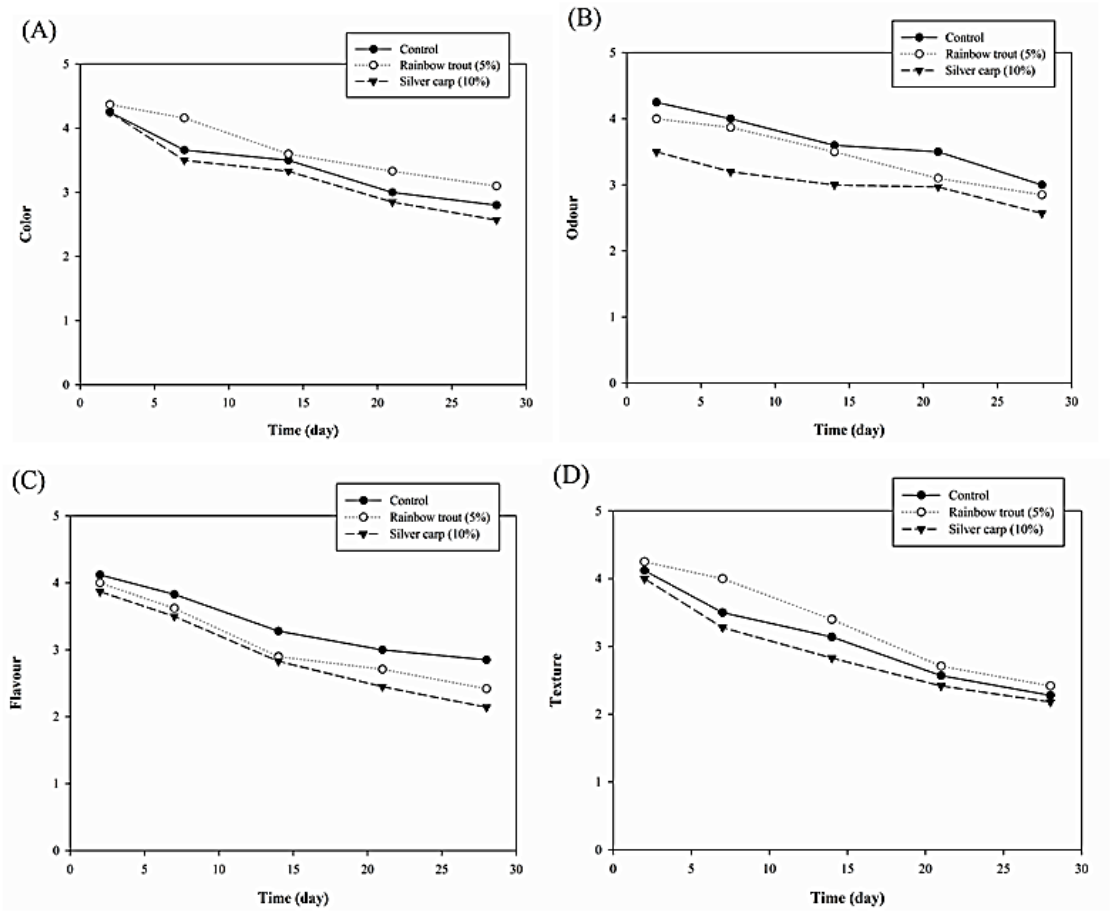
* Capital letters indicate the significant differences within each row.
** Lowercase letters indicate the significant differences between each parameter of different treatments on the same day.

شاخص‌های رنگ

در جدول ۲ شاخص‌های رنگی قسمت میانی نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) ارائه شده است. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود، با افزودن گوشت ماهیان به فرمولاسیون فطیر، پارامتر L فطیرها کاهش نشان داد. بر عکس پارامترهای a و b افزایش یافتند. با افزایش زمان نیز همه پارامترها کاهش یافتند.

شاخص‌های حسی

نتایج ارزیابی شاخص‌های حسی (رنگ، بو، طعم/مزه و بافت) نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود، تمامی شاخص‌های حسی نمونه‌های فطیر شاهد و غنی شده با افزایش زمان ماندگاری، کاهش یافتند. از نظر شاخص رنگ، تیمار حاوی قزل آلا، بیشترین امتیاز و تیمار حاوی کپور نقره‌ای، کمترین امتیاز را کسب کردند (شکل ۲-A). از نظر شاخص بو، در طول تمام دوره نگهداری تیمار شاهد بیشترین امتیاز و تیمار حاوی کپور نقره‌ای کمترین امتیاز را کسب کرد (شکل ۲-B). از نظر شاخص طعم و مزه، تیمار شاهد بیشترین امتیاز و تیمار حاوی کپور نقره‌ای کمترین امتیاز را کسب کردند. در این رابطه، نان‌های شاهد تا انتهای دوره در محدوده قابل قبول بودند (امتیاز ۳ و بالاتر) اما نمونه‌های حاوی گوشت ماهیان از روز ۱۵ به بعد امتیاز کمتر از ۳ را کسب کردند (شکل ۲-C). از نظر بافت، تیمار حاوی قزل‌آلا امتیاز بالاتری نسبت به تیمار شاهد و تیمار حاوی کپور نقره‌ای داشت (شکل ۲-D).



شکل ۲: ویژگی‌های حسی (رنگ (A)، بو (B)، طعم/مزه (C)، بافت (D)) نان‌های فطیر شاهد و غنی شده طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)

Figure 2: Sensory properties (color (A), odour (B), flavour (C), texture (D)) of control and fortified Fatir breads during refrigeration storage (4°C).

بحث

اندازه‌گیری مقدار پراکسید پارامتری برای ارزیابی اکسیداسیون چربی‌ها بوده و این پارامتر نشان دهنده متابولیت‌های اولیه اکسیداسیون لیپیدها در یک محصول است (Akcan *et al.*, 2017). میزان پراکسید در تمام دوره نگهداری در تمامی تیمارها طی نگهداری به طور محسوسی افزایش یافت. میزان پراکسید در نمونه‌های شاهد کمتر از میزان آن در تیمارهای حاوی کپور نقره‌ای و قزل‌آلا بود. بالاتر بودن میزان پراکسید در نمونه‌های حاوی گوشت ماهیان می‌تواند ناشی از غلظت بیشتر گوشت در این تیمارها و به تبع آن میزان چربی بیشتر در این نمونه‌ها باشد. Mohamed و همکاران (۲۰۱۴) نتایج مشابهی را برای بیسکویت غنی شده با کنسانتره پروتئینی ماهی کپور گزارش کردند. در مطالعه Monteiro و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که نان حاوی پودر ماهی تیلاپیا دارای اکسیداسیون چربی بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد است. همچنین Monteiro و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که میزان اکسیداسیون در پاستای غنی شده با پودر زائدات گوشت تیلاپیا بلافاصله بعد از پخت افزایش می‌یابد. در مطالعه حاضر، نمونه‌های تیمار شاهد تا انتهای دوره نگهداری در حد قابل قبول پراکسید (۵ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم) بودند، اما تیمارهای حاوی گوشت کپور نقره‌ای و قزل‌آلا تا روز ۲۱ در حد قابل قبول قرار داشتند.

طی فرآیند فساد، مواد با وزن مولکولی کم و ترکیبات قلیایی، مانند آمونیاک، دی متیل آمین و تری متیل آمین تولید می‌شوند که به طور کلی، تحت عنوان TVB-N شناخته می‌شوند. این ترکیبات در نهایت می‌توانند منجر به رد شدن محصول از نظر ارزیابی حسی گردند (Dominguez-Aragon *et al.*, 2018). بر این اساس، TVB-N یکی از یک شاخص‌های تعیین تازگی و کیفیت محصول به‌حساب می‌آید. در این رابطه مقادیر TVB-N تا ۲۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم به عنوان کیفیت بالا، مقادیر ۳۰-۲۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم به عنوان کیفیت خوب، مقادیر TVB-N ۳۵-۳۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم حد قابل قبول و TVB-N بالای ۳۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم نیز به عنوان فساد در نظر گرفته می‌شود (Huss, 1995). همان‌طوری‌که در شکل B-۲ نشان داده شد، مقدار TVB-N نمونه‌ها در طول دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت (p<۰/۰۵). این روند افزایشی مقدار TVB-N را می‌توان به تجزیه پروتئین‌ها به‌وسیله فعالیت میکروب‌ها که منجر به دآمیناسیون اسیدهای آمینه و تجمع مواد فرار پایه می‌شوند، نسبت داد (Huang *et al.*, 2014). میزان TVB-N بیشتر در تیمار کپور نقره‌ای نسبت به تیمار قزل‌آلا نیز می‌تواند ناشی از غلظت بیشتر گوشت و میزان بار باکتریایی بیشتر در این تیمار باشد. در تحقیق Sahubawa و Pratomo (۲۰۲۲) مشخص گردید که مقدار TVB-N کیک ماهی حاوی سوریمی گربه ماهی آفریقایی طی نگهداری به طور مشخصی افزایش یافت. در تحقیق Kilinc (۲۰۰۷) مقدار TVB-N طی نگهداری کلوچه‌های ساردین از میزان ۱۳/۶۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم در ابتدای دوره به میزان ۲۹/۵۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم در انتهای دوره افزایش یافت. در مطالعه حاضر، نمونه‌های تیمار شاهد نگهداری شده در دمای یخچال تا انتهای دوره نگهداری (روز ۲۸) در حد قابل قبول TVB-N بودند، ولی تیمارهای حاوی کپور نقره‌ای و قزل‌آلا تا روز ۲۱ در محدوده قابل قبول قرار داشتند.

در ابتدای دوره نگهداری، میزان بار باکتریایی کلِ نان‌های فطیر شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان و کپور نقره‌ای در دامنه ۲-۲/۳۰ log CFU/g اندازه‌گیری شد. این میزان بار باکتریایی در ابتدای دوره می‌تواند ناشی از آلودگی مجدد فطیرهای پخته شده در حین زمان سرد شدن و بسته بندی آنها باشد (El-Sherif, 2007; Umaraw *et al.*, 2020). در طول دوره نگهداری نیز با افزایش زمان، میزان بار باکتریایی کل همه نمونه‌ها افزایش نشان داد و از بین آنها فطیرهای شاهد بار باکتریایی کلِ کمتری داشتند. با این‌حال، از ابتدا تا انتهای دوره بین بار باکتریایی همه تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بالاتر بودن میزان بار باکتریایی کل در نان‌های فطیر غنی شده می‌تواند ناشی تفاوت میزان pH و ترکیب اسید آمینه‌ای آنها با فطیرهای شاهد باشد. در این رابطه، Chang و همکاران (۲۰۲۳) دریافتند که با افزایش میزان سطح ایزوله پروتئینی سویا به فرمولاسیون نان، ترکیب اسید آمینه‌ای نان تغییر یافته و میزان رشد باکتری استافیلوکوکوس در نان‌های غنی شده افزایش یافت. در مطالعه Grispoldi و همکاران (۲۰۱۹) همبستگی مثبتی بین رشد استافیلوکوکوس اورئوس و سطوح لوسین و ایزولوسین در فرآورده شیر گزارش گردید. بر این اساس می‌توان عنوان کرد که در مطالعه حاضر نیز افزودن گوشت ماهی به فرمولاسیون فطیر باعث شده است که ترکیب اسید آمینه‌ای فطیر تغییر یابد و طی زمان نگهداری، باکتری‌ها بتوانند از گوشت و اسیدهای آمینه موجود در آن به عنوان ماده غذایی استفاده کنند. لذا، میزان بار باکتریایی در نمونه‌های فطیر غنی شده افزایش پیدا کند.

میزان سختی نمونه‌ها با افزودن گوشت ماهی به فرمولاسیون فطیر کاهش یافت. میزان سختی بیشتر در فطیرهای شاهد می‌تواند ناشی از بافت متراکم‌تر آنها نسبت به فطیرهای غنی شده باشد. همچنین محتوی رطوبت در فطیرهای غنی شده بیشتر بوده است (جدول ۱) و بر این اساس فطیرهای غنی شده به طور کلی نرم‌تر و سختی کمتری نسبت به فطیرهای شاهد داشته باشند. Haber و همکاران (۲۰۱۹) نیز نتایج مشابهی برای نان‌های حاوی پودر ملخ گزارش کردند. در مطالعه حاضر، در همه تیمارها با افزایش زمان ماندگاری، میزان سختی افزایش یافت. این افزایش نیز می‌تواند به علت کاهش میزان رطوبت فطیرها طی دوره نگهداری باشد (جدول ۱). Ghaitaranpour و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که میزان سختی دونات شاهد و غنی شده با

درصدهای مختلف ایزوله پروتئین سویا با افزایش زمان ماندگاری، افزایش می‌یابد. در مطالعه Monteiro و همکاران (۲۰۱۹) نیز نان‌های شاهد و نان‌های حاوی درصدهای مختلف پودر زائدات گوشت تیلاپیا نیز با افزایش زمان ماندگاری، میزان رطوبت کمتری داشتند.

پارامتر L فطیرها با افزودن گوشت ماهیان کپور نقره‌ای و قزل‌آلا به فرمولاسیون فطیر، کاهش نشان داد. بر عکس پارامترهای a و b افزایش یافتند. میزان L کمتر در فطیرهای غنی شده می‌تواند ناشی از رنگ تیره‌تر گوشت ماهیان کپور نقره‌ای و قزل‌آلا نسبت به آرد گندم فرآوری شده باشد (Monteiro *et al.*, 2016; Coker *et al.*, 2017). Monteiro و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای گزارش کردند که با افزودن پودر زائدات گوشت تیلاپیا به نان، پارامتر L کاهش ولی رامترهای a و b افزایش یافتند. در مطالعه حاضر، با افزایش زمان ماندگاری میزان روشنی تمامی فطیرها، کاهش نشان داد. Ghaitaranpour و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند که میزان روشنی پوسته و مغز (قسمت میانی) دونات حاوی ایزوله پروتئین سویا با افزایش میزان ایزوله پروتئین سویا و زمان ماندگاری، کاهش می‌یابد. تمامی شاخص‌های حسی نمونه‌های فطیر شاهد و غنی شده با گوشت ماهیان، با افزایش زمان ماندگاری کاهش یافتند. علاوه‌براین، مشخص شد که با افزودن گوشت ماهیان به فرمولاسیون فطیر، امتیاز پارامترهای بو و طعم/مزه در فطیرهای غنی شده نسبت به فطیرهای شاهد کمتر بوده و نمونه‌های شاهد از مقبولیت بیشتری برخوردار بودند. مقبولیت کمتر نمونه‌های غنی شده می‌تواند به علت بو و طعم ماهی باشد. مقبولیت کمتر در نمونه‌های حاوی گوشت کپور نقره‌ای نسبت به نمونه‌های حاوی قزل‌آلا نیز می‌تواند به علت درصد استفاده شده بیشتر گوشت ماهی در این تیمار باشد. نتایج مشابهی در تحقیقات گذشته نیز گزارش شده است. در این رابطه Moeini و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که طعم و مزه نان بروتشن حاوی ۱۰ درصد کنسانتره پروتئینی ماهی کپور نقره‌ای به طور معنی‌داری کمتر از نان شاهد بود. El-Sherif (۲۰۰۷) نشان داد که جایگزینی گوشت ماهی با آرد نخود، باقلا و سیب زمینی، پذیرش کلی کیک‌های ماهی (بیساریا) افزایش یافت. در مطالعه دیگری نیز مشخص شد که با افزایش میزان کنسانتره پروتئینی کوسه و ماهی کپور در فرمولاسیون بیسکویت، تمامی شاخص‌های حسی شامل ظاهر، رنگ، بافت، طعم/مزه و پذیرش کلی کاهش یافتند (Mohamed *et al.*, 2014).

به طور کلی، در مطالعه حاضر براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان عنوان نمود که ارزش غذایی نان‌های فطیر غنی شده با گوشت ماهیان نسبت به نان‌های فطیر شاهد بیشتر بوده، اما میزان پذیرش و مدت زمان ماندگاری آنها کمتر است. جهت پوشاندن طعم و بوی ماهی و افزایش میزان پذیرش و مدت زمان ماندگاری در نان‌های غنی شده، افزودن طعم دهنده‌های گیاهی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از آقای مهندس حسن اکبری مدیر شیلات و امور آبزیان سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی، بابت تامین اعتبار و حمایت‌های همه جانبه در مراحل مختلف فاز عملیاتی پروژه، از زحمات آقایان علی حسن پور سقالکساری، مهندس محمد صادقی گودرزی و دکتر محمد مهدی رضائی و از آقای فراهانی مدیر محترم کارگاه فطیرپزی زرنان شهرستان اراک نیز جهت همکاری در تهیه و پخت نمونه‌های فطیر، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Adeoti, I.B. and Hawboldt, K., 2014. A review of lipid extraction from fish processing by-product for use as a biofuel. *Biomass and Bioenergy*, 63:330-340. DOI:10.1016/j.biombioe.2014.02.011.

Akcan, T., Estevez, M. and Serdaroğlu, M., 2017. Antioxidant protection of cooked meatballs during frozen storage by whey protein edible films with phytochemicals from *Laurus nobilis* L. and Salvia officinalis. *LWT-Food Science and Technology*, 77:323–331. DOI:10.1016/j.lwt.2016.11.051.

AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international (17th ed.). Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.

Cakmak, H., Burak Altinel, B., Kumcuoglu, S. and Tavman, S., 2013. Chicken meat added bread formulation for protein enrichment. *Food and Feed Research,* 40(1):33-41

Chang, Y.H., Chang, C.M. and Chuang, P.T., 2023. Shelf-Life Assessment of Bread Partially Substituted with Soy Protein Isolate. *Applied Science,* 13:3960. DOI:10.3390/app13063960

Coker, O.J., Sobukola, O.P., Sanni, L.O., Bakare, H.A., Kajihausa, O.E., Adebowale. A.A. and Tomlins, K., 2017. Quality attributes of cassava-fish crackers enriched with different flours: An optimization study by a simplex centroid mixture design. *Journal of Food Process Engineering,* 40(3):1-11. DOI:10.1111/jfpe.12484

Constandache, M., 2007. The influence of fortification of bread with exogenes proteins on the protein digestibility. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies,* 8(2):461-466.

Dominguez-Aragon, A., Olmedo-Martinez, J.A. and Zaragoza-Contreras, E.A., 2018. Colorimetric sensor based on a poly(ortho-phenylenediamine-co-aniline) copolymer for the monitoring of tilapia (*Orechromis niloticus*) freshness. *Sensors and Actuators B: Chemical,* 259:170-176. DOI:10.1016/j.snb.2017.12.020

El-Sherif, S.A.A., 2007. Evaluation of fish cakes processed from bissaria fish (*Atherina hepsetia*). *Mansoura university journal of agricultural sciences,* 32(3):2071-2083. DOI:10.21608/JFDS.2007.200238

Ghaffari, S., Hosseini, S.V., Farhangi, M. and Boreiri, M. 2020. Evaluation of chemical and physicochemical properties of toast enriched with silver carp protein concentrate (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Aquaculture Sciences,* 7(13):237-251. [In Persian]

Ghaitaranpour, A., Elahi, M., Najafi, M.N. and Mohebbi, M. 2014. Studying the effect of wheat flour fortification with soy protein isolate on quality characteristics of doughnut during storage time. *Research and Innovation in Food Science and Technology,* 3(4):307-316. [In Persian]

Grispoldi, L., Karama, M., Ianni, F., Mantia, A.L., Pucciarini, L., Camaioni, E., Sardella, R., Sechi, P., Natalini, B. and Cenci-Goga, B.T., 2019. The relationship between *S. aureus* and branched-chain amino acids content in composite cow milk. *Animals,* 9:981. DOI:10.3390/ani9110981

Haber, M., Mishyna, M., Martinez, J.J.I. and Benjamin, O., 2019. The influence of grasshopper (*Schistocerca gregaria*) powder enrichment on bread nutritional and sensorial properties. *LWT-Food Science and Technology,* 115:108395. DOI:10.1016/j.lwt.2019.108395

Huang, L., Zhao, J., Chen, Q. and Zhang, Y., 2014. Nondestructive measurement of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in pork meat

World Journal of Dairy & Food Sciences, 9(2): 242-249, 2014. DOI: 10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.1142

Mohammadzadeh, B., Rezaei, M., Hossininezhad, M. and Barzegar. M. 2016. Application of Inulin in Coating of the Fillet of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) using Alginate Sodium and its Effect on Sensory and Textural Properties of the Fried Product. *Research and Innovation in Food Science and Technology,* 5(2):141-152. [In Persian]

Monteiro, M.L.G., Márs ico, E.T., Junior, M.S.S., Magalhães, A.O., Canto, A.C.V.C.S., Costa-Lima, B.R.C. and Conte-Junior, C.A., 2016. Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. *PloS one,* 11(12):1–17. DOI:10.1371/journal.pone.0168270

Monteiro, M.L.G., Márs ico, E.T., Junior, M.S.S., Caliari, M. and Conte-Junior, C.A., 2019. Physicochemical stability of bread fortified with tilapia-waste flour. *CYTA-Journal of food,* 17(1): 36–43. DOI:10.1080/19476337.2018.1547793

National Standard of Iran No. 4179. 2004. Meat and its products, peroxide number in edible oils and fats. Iran Standard and Industrial Research Institute. [In Persian]

National Standard of Iran No. 1028. 2008. Meat and its products, measuring the amount of volatile nitrogen substances. Iran Standard and Industrial Research Institute. [In Persian]

Neiva, C.R.P., Machado, T.M., Tomita, R.Y., Furlan, É.F., Neto, M.J.L. and Bastos, by integrating near infrared spectroscopy, computer vision and electronic nose techniques. *Food Chemistry,* 145:228-236. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.06.073

Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper 348, FAO, Rome, Italy.

Jeddi, S., Jafarpour, A., Yeganeh, S. and Naseri, M. 2018. Evaluation of Color and Tissue of Rainbow Trout Fillet by Chitosan Edible Coating Incorporated with Marjoram Essential Oil during Refrigerated Storage. *Journal of Fisheries Science and Technology,* 7(1):33-39. [In Persian]

Kilinc, B., 2007. Microbiological, Sensory and color changes of Anchovy (*Engraulis encrasicholus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods,* 20:129-137. DOI:10.1111/j.1745-4573.2009.00139.x.

Mashayekh, M., Mahmoudi, M.R. and Entezari, M.H., 2007. The effects of flour fortification with defatted soy flour on the organoleptic and biological properties of Taftoon bread. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology. 2(3):73-80. [In Persian]

Moeini, S., Rahimzade, E. and Khanipour, A.S. 2009. Enrichment of Brotchen bread by fish protein concentrate of Silver carp (*Hypophthalmichthys moliyrix*). Journal of marine science and technology. 88-95. [In Persian]

Mohamed, G.F., Sulieman, A.M., Soliman, N.G. and Bassiuny, S.S., 2014. Fortification of Biscuits with Fish Protein Concentrate.

D.H.M., 2011. Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31:973-979. DOI:10.1590/S0101-20612011000400024

Qazi, W.M., Ballance, S., Uhlen, A.K., Kousoulaki, K., Haugen, J.E. and Rieder, A., 2021. Protein enrichment of wheat bread with the marine green microalgae *Tetraselmis chuii* – Impact on dough rheology and bread quality. *LWT-Food Science and Technology*, 143:111115. DOI:10.1016/j.lwt.2021.111115

Rahimabadi, A., Elyasi, A., Sahari, M. and Zarea, P. 2011. Effects of frying on chemical properties and fatty acids in fish finger produced by *Cyprinus carpio* minced meat and surimi. *Food Science & Technology (Iran)*, 29:1-9. [In Persian]

Sahubawa, L. and Pratomo, S.A., 2022. Nutritional Composition and Consumer Preference Level from Hanpen Fish Cake Based on African Catfish Surimi and Cassava Flour. *11th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science*. DOI:10.1088/1755-1315/1118/1/012072

Statistical Yearbook of Iranian Fisheries, 2022. Iranian Fisheries Organization, 2022. [In Persian]

Ugwuona, F.U. and Suwaba, S., 2013. Effects of Defatted Jack Bean Flour and Jack Bean Protein Concentrate on Physicochemical and Sensory Properties of Bread. *Nigerian Food Journal*, 31(2), 25-32. DOI:10.1016/S0189-7241(15)30073-4

Umaraw, P., Chauhan, G., Mendiratta, S.K., Verma, A.K. and Arya, A., 2020. Effect of oregano and bay as natural preservatives in meat bread for extension of storage stability at ambient temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(4):e14375. DOI:10.1111/jfpp.14375

Vasileva, I., Denkova, R., Chochkov, R., Teneva, D., Denkova, Z., Dessev, T., Denev, P. and Slavov, A. 2018. Effect of lavender (*Lavandula angustifolia*) and melissa (*Melissa Officinalis*) waste on quality and shelf life of bread. *Food Chemistry*, 253:13–21. DOI:10.1016/j.foodchem.2018.01.131

Comparison of the quality characteristics of Fatir bread fortified with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) meat during refrigeration storage

Alboofetileh M.[1*]; Jalili S.H.[1]; Jeddi S.[1]; Noghani F.[1]; Kamali S.[1]; Fahim A.[1]; Ahmadi M.[1]

[*]alboofetileh@areeo.ac.ir

1- Fish Processing Technology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Abstract

The fortification of food products with fish meat, which contains essential amino acids and unsaturated fatty acids, can increase the nutritional value of the basic products. On this basis, in the present study, Fatir bread was fortified with the meat of two fish species and then its nutritional value and quality attributes were evaluated. Different concentrations of rainbow trout and silver carp meat were added to the Fatir bread. Proximate composition, chemical, microbial, textural, sensory, and color properties of prepared breads were measured during the refrigeration storage (4°C) for 28 days. The results showed that the protein, lipid, and moisture content of fortified breads were higher than the control bread at first (day 1) and end of the storage period (day 28). Furthermore, the fortified Fatir breads had higher TVB-N, peroxide value, and total bacteria count than control breads during the storage period. In terms of flavor index, the control and fortified Fatir breads were acceptable until 28 and 15 days, respectively. Based on the obtained results, it can be concluded that the nutritional value of the fortified Fatir breads was higher than the control Fatir bread, but their sensory acceptance and shelf life were lower.

Keywords: Fortification, Bread quality attributes, Fatir bread, Rainbow trout, Silver carp

[*]Corresponding author