فصلنامه علمی ـ پژوهشی
دورهٔ ٦، شمارهٔ ١، بهار ١٣٩٦، صفحه ١٠١-١١٧

بهبود ارزش تغذیه‌ای و کیفیت سوسیس کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys moltrix*) غنی‌شده با روغن ماهی

سحرمقصودلو[١]، پرستو پورعاشوری*[٢]، بهاره شعبان پور[٣]

١- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٢- استادیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٣- استاد، گروه فرآوری محصولات شیلاتی .دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دریافت: ٩٥/٠٧/٢٧ پذیرش: ٩٥/١٠/٢٧

*نویسنده مسئول مقاله:Pourashouri.p@gmail.com

چکیده:

تأثیر افزودن اسید چرب امگا-٣ به سه شکل روغن ماهی، امولسیون روغن در آب و امولسیون ژله‌ای بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، حسی، میکروبی، بافت، رنگ و افت پخت سوسیس ماهی تولیدی از کپورنقره‌ای (*Hypophthalmichthys moltrix*) بررسی شد. ترکیبات تقریبی تفاوت معناداری در بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>0/05$). میزان pH در بین تمام تیمارها از ٦/٥٢ -٦/٧٢ متغیر بود و در طی زمان کاهش یافت. غنی‌سازی سوسیس با روغن ماهی سبب افزایش EPA، DHA و کاهش نسبت امگا-٦ به امگا-٣ از ٢٢/٣٠ به ٩/٨٥ گردید ($p<0/05$). مقدار شاخص تیوباربیوتیک اسید در تیمار شاهد و روغن ماهی افزایش بیشتری در طول زمان داشت ($p<0/05$). افت پخت در تیمار امولسیون ژله‌ای کمتر از سایر تیمارها بود. نتایج بافت‌سنجی نشان داد که سختی سوسیس‌های حاوی امولسیون ژله‌ای به‌مراتب بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. در ارزیابی حسی، در مجموع سوسیس تهیه شده با امولسیون ژله‌ای امتیاز بالاتری نسبت به سایر تیمارها کسب کرد. به‌طورکلی، تیمار امولسیون ژله‌ای کاراجینان در بین تیمارها روش مناسبی برای غنی‌سازی سوسیس ماهی تعیین گردید.

کلید واژگان: سوسیس ماهی، امولسیون ژله‌ای، روغن ماهی، غنی‌سازی، کاراگینان

مقدمه

در سال‌های اخیر، سازمان جهانی بهداشت[١] مردم را به کاهش مصرف روغن‌های اشباع و افزایش مصرف روغن‌های غیراشباع تشویق می‌کند. محصولات گوشتی یکی از منابع اصلی چربی‌های اشباع هستند. بنابراین تغییر این مقدار چربی و ترکیب اسیدچرب می‌تواند به بهبود ارزش غذایی کمک کند (Fernandéz-Ginés et al., 2005). ماهی به لحاظ برخورداری از اسیدهای

١. WHO

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

چرب بلندزنجیره چندغیراشباع[٢] و پروتئین زود هضم دارای ارزش غذایی بالایی است (Christos et al.,2005). در سال‌های اخیر، مصرف محصولات و غذاهای دریایی حاوی اسیدچرب امگا-٣ مورد توجه قرارگرفته است (Lee et al.,2007). امروزه گوشت و فراورده‌های ماهی با اسیدهای‌چرب امگا-٣ غنی‌سازی می‌شوند. جایگزینی چربی گوشت با روغن ماهی که دارای مقادیر بالایی از اسیدهای امگا-٣ است می‌تواند به کیفیت غذایی محصول کمک کند (Marchetti et al.,2011; Intatasirisawat et al.,2014).یکی از راه‌های افزایش مصرف اسیدهای چرب امگا-٣، می‌تواند افزودن روغن ماهی به تنهایی و یا به شکل امولسیون به محصولات غذایی باشد. اضافه کردن روغن ماهیان دریایی به سوسیس تهیه شده از ماهیان آب شیرین،می‌تواند پیشنهاد مناسبی برای بهبود کیفیت چربی و افزایش مصرف اسیدهای چرب بلند زنجیره باشد (Maqsood et al.,2012).تاکنون چندین ماده غذایی مانند شیر، نان و بستنی به‌طور موفقیت‌آمیزی با استفاده از روغن ماهی و یا ریزجلبک‌ها غنی‌سازی شده است. یکی ازمشکلات به‌کارگیری روغن ماهی در مواد غذایی، طعم و بوی نامطبوع آن و همچنین حساسیت بالای آنها نسبت به اکسیداسیون است. افزودن روغن ماهی به شکل امولسیون به سوسیس می‌تواند روی پایداری اکسیداسیون محصول اثر داشته باشد (Panpipat and Yongsawatdigul.,2008). سوسیس یکی از معروف‌ترین محصولات با ارزش افزوده است که درآن گوشت طی فرایندهای مختلف به فراورده‌ای با خواص حسی و شرایط نگهداری مطلوب و بهتر تبدیل می‌شود(Theruvathil et al .,2008). سوسیس‌های امولسیونه مصرف‌کنندگان زیادی در کشورهای غربی و آسیایی دارند. مینس و سوریمی ماهی نیز به‌طور متداولبه‌عنوان ماده اولیه برای تولید سوسیس، به‌ویژه در کشورهای آسیایی استفاده می‌شود(Konno., 2005). امروزه طیف وسیعی از محصولات طبیعی و فراوری‌شده، به گروه امولسیون‌ها تعلق دارند و یا در برخی مراحل تولید به شکل امولسیونی می‌باشند. سیستم‌های امولسیونی به‌علت ویژگی‌های رئولوژی و فیزیکوشیمیایی خود، در صنایع غذایی اهمیت فراوانی دارند(Karimi et al .,2013).غنی‌سازی مواد غذایی به کمک امولسیون‌ها سبب افزایش و بهبود عملکرد غذاها می‌شود که سلامت مصرف‌کنندگان را به همراه دارد(Salminen et al., 2013).امروزه محققان به‌دنبال یافتن راه‌های مناسب برای افزودن روغن ماهی به ترکیب مواد غذایی هستند. افزودن موفق این ترکیب به موادغذایی به‌دلیل بو و طعم خاص آن، حلالیت، حساسیت نسبت به تجزیه در طی فراوری و نگهداری، با چالش‌های زیادی روبه‌رواست. از سوی دیگر افزودن اسیدهای چرب امگا-٣ به مواد غذایی سبب گسترش غذاهای فراسودمند می‌گردد. برای ایجاد و بهینه‌سازی این مواد، به راهبردهایی برای طراحی و گسترش آنها نیاز است. جایگزینی چربی با امولسیون‌های حاوی این ترکیبات می‌تواند روش و راهبرد خوبی برای دستیابی به ترکیب مناسب‌تر چربی، در محصولات غذایی باشد. بنابراین، در این تحقیق هدف استفاده از امولسیون روغن در آب و امولسیون ژله‌ای حاوی روغن ماهی، به‌عنوان جایگزین چربی در سوسیس ماهی و تولید محصولی با میزان بالای اسیدهای چرب امگا-٣ می‌باشد.

٢. Poly Unsaturated Fatty Acid(PUFA)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

مواد وروش‌ها

تولید امولسیون‌ها

برای تولیدامولسیون‌های پایدار قابل استفاده در تولید سوسیس، از غلظت‌های مختلف کاراگینان، ایزوله سویا و روغن ماهی پیش‌تیمارهایی تولید گردید. درصدهای مناسب هر یک از این مواد در تولید امولسیون پایدار در فرمولاسیون نهایی استفاده شدند.امولسیون روغن در آب (۲۰ درصد روغن ماهی)در طی دو مرحله تهیه شد. در ابتدا روغن ماهی به‌صورت تدریجی به محلول آبگیری شده پودر ایزوله سویا (۲درصد)در طی ۱۰ دقیقه در دور پایین اضافه گردید. در مرحله بعد، امولسیون به مدت ۵ دقیقه در rpm ۱۲۰۰۰، کاملاً هموژن شد و امولسیونی یک‌دست به‌دست آمد(García-Iñiguez de Ciriano et al., 2010؛ Salminen et al., 2013).امولسیون ژله‌ای با مخلوط کردن روغن ماهی (۲۰ درصد) و فاز آبی حاوی کاراگینان (۱/۵ درصد) تولید گردید. این ترکیبات تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند و پس از هموژنیزاسیون، امولسیون در دمای اتاق خنک شده و زمان لازم برای تولید ژل به امولسیون داده شد تا پلیمریزه گردد. ژل تولیدی در دمای (یخچال ٤ درجه سانتی‌گراد) به مدت یک شبانه‌روز قرار داده شد (Poyato et al., 2014).

تولید سوسیس

ماهی کپور نقره‌ایتازه با وزن متوسط ۱۰۰۰-۱۲۰۰گرم همراه با یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از شستشو، پوست‌کنی، تخلیه امعا و احشا، استخوان‌گیری و شستشوی مجدد، گوشت چرخ شده ماهی باچرخ گوشت با قطر منافذ ۱/۵ میلی‌متر تهیه شید.سوسیس ماهی در این فرایند براساس فرمولاسیون (Rahmani Farah, 2012) تهیه گردید که شامل ٦٠ درصد گوشت ماهی، روغن مایع،آب و یخ و افزودنی‌های دیگر شامل نمک،پلی‌فسفات، پرکننده‌ها،طعم‌دهنده‌ها و دیگر افزودنی‌های مجاز بود. در انتهای فرایند هموژن کردن و افزودن ادویه‌ها، امولسیون‌هااضافه شدند و ۲ دقیقه با سرعت پایین مخلوط شدند (Salminen et al., 2013). در نمونه شاهد آب و یخ کامل اضافه گردید و تمامی روغن استفاده شده در فرمولاسیون، روغن آفتابگردان بود. در تیمارهای روغن ماهی (۱درصد) و امولسیون ژله‌ای و امولسیون معمولی (۵ درصد) و روغن آفتابگردان (۱۰درصد) به فرمولاسیون اضافه شدند.در مجموع مقدار روغن تیمارهای تولید شده یکسان بود(Salminen et al., 2013). فرایند تولید سوسیس شامل مراحل مخلوط کردن، پرکنی، حرارت‌دهی (۸۵ درجه‌سانتی‌گراد به‌مدت ۹۰ دقیقه)و نگهداری در یخچال بود. پوشش استفاده شده از جنس پلی‌اتیلن سه لایه بود. سوسیس‌هایی با قطر ۲/۵ و طول ۱۵ سانتی‌متر تولید شد. سوسیس‌های تولیدشدهتا زمان انجام آزمایش‌های مربوط به‌مدت ۱ ماه در یخچال نگهداری وآزمایش‌هادر فواصل زمانی ۱۰ روز انجام شدند.

آزمایش‌های شیمیایی

اندازه‌گیری رطوبت و چربی نمونه‌ها با روش (AOAC,2005)، اندازه‌گیری پروتئین (AOAC,1990) و میزان pH نمونه‌ها به کمک دستگاه pHمتراندازه‌گیری گردید (Suvanich et al., 2000).

اندازه‌گیری ترکیبات واکنش‌دهنده با تیوباربیتوریک اسید(TBARS[۳])

۳. ThioBarbituric Acid Reactive Substances

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

برای اندازه‌گیریمیزان اکسیداسیون چربی از روش Tarladgis و همکاران (١٩٦٠) با اندازه‌گیری سطح مالون‌دی‌آلدئید استفاده شد. ١٠ گرم از محصول با ٥٠ میلی‌لیتر آب مقطر به‌مدت دو دقیقه همزده و در یک فلاسک تقطیر، با ٤٧/٥ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو گردید. ٢/٥ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک ٤ مولار برای رساندن اسیدیته آن به ١/٥ اضافه شد. فلاسک حرارت داده شد تا ٥٠ میلی‌لیتر آب مقطر در عرض ١٠ دقیقه از زمان جوش به‌دست آمد. ٥ میلی‌لیتر از محلول تقطیر شده و ٥ میلی‌لیتر معرف TBA (محلول حاصل از ٠/٢٨٨٣ گرم TBA در ١٠٠ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال ٩٠ درصد) به لوله درب‌دار منتقل گردید و به‌مدت ٣٥ دقیقه در آب در حال جوش حرارت داده شد. نمونه شاهد با استفاده از ٥ میلی‌لیتر آب مقطر و ٥ میلی‌لیتر معرف تهیه گردید و سپس لوله‌ها در آب به‌مدت ١٠ دقیقه سرد شده و جذب(D) در طول موج ٥٣٨ نانومتر با استفاده از اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد.TBA = ٧/٨ D (میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت).

بافت‌سنجی

برای ارزیابی بافت نمونه‌های سوسیس از روش Rahmani Farah و همکاران (٢٠١٢) با اندکی تغییرات استفاده شد. پس از هم‌دماییمونه‌های سوسیس با محیط، از هر سوسیس ٤ استوانه با قطر٢/٥ و ارتفاع ٢/٥ سانتی‌متر تهیه گردید. هر برش در دو مرحله با دستگاه (LFRA,4500,USA) تحت فشار قرار گرفت.برای این منظور از پروب پلاستیکی با قطر ٥٠ میلی‌متر(TA1000)، سرعت ١ میلی‌متر بر ثانیه،درصد تغییر شکل ٥٠ درصد،تریگر پوینت [٤] ٢٠ و سلول بار [٥] دستگاه مورد استفاده ٤/٥کیلوگرم به‌کار گرفته شد.سختی [٦]، انسجام [٧] و فنریت [٨] نمونه‌ها ارزیابی شد (Rahmani Farah et al., 2012).

اندازه‌گیری ترکیب اسید چرب روغن

به‌منظور استری کردن چربی از روشMetcalfe و همکاران (١٩٦١)، استفاده شد. ٥ میلی‌لیتر سود متانولی٢ درصد(٢گرم سود در ١٠٠ میلی‌لیتر متانول) به ٠/٠٥ گرم چربی استخراج شده اضافه شد. سپس درب ظرف را بسته و به‌شدت تکان داده شد و به‌مدت ١٠ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن، ٢/٢ میلی‌لیتر محلول BF_3(تری فلوراید بور) ٢٠ درصد (Merck-Germany)به ترکیب فوق اضافه شد و به‌مدت ٣ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن به مواد حاصل ١ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه و پس از تکان دادن مواد به آن ١ میلی‌لیتر نمک اشباع(٣٠٠ گرم کلرید سدیم در یک لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول به‌دست آمده به‌شدت تکان داده شد و در جایی مستقر گردید. پس از تشکیل دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا گردید.برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در روغن از دستگاه گازکروماتوگرافی (Unicam 4600 gas chromatographH, England, UK)و مجهز به ستون کاپیلاری (25m x 0.2mm, film thickness, BPX70 SGE Australia Pty. Ltd., analytical product) بود. درجه حرارت تزریق ٢٥٠ درجه سانتی‌گراد، دمای دتکتور ٣٠٠ درجه سانتی‌گراد، دمای آون در طی ٢٠ دقیقه از ١٦٠ به

٤. Trigger point

٥. Load cell

٦. Hardness

٧. Cohessiveness

٨. Springness

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

۲۰۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. گاز هلیم به‌عنوان حامل بود.

رنگ سنجی

رنگ نمونه‌های سوسیس با دستگاه رنگ‌سنج Lovibond (CAM-System, England 500)آنالیز شد. نمونه‌های سوسیس ابتدا از یخچال خارج شدند و پس از هم‌دمایی با دمای محیط نمونه‌هایی با قطر ۲/۵ سانتی‌متر برش داده شده و ارزیابی شدند. شاخص*Lبرای بیان شاخص روشنایی گوشت از ۰(بعد سیاهی) تا ۱۰۰(بعد سفیدی)، شاخص *aبرای بیان بعد قرمزی–سبزی(a+نشان‌دهندهٔ قرمزتر وa- نشان‌دهندهٔ سبزتر) و شاخص *bبرای بیان بعد زرد–آبی(b+نشان‌دهندهٔ زردتر و b–نشان‌دهندهٔ آبی‌تر) بودند (Raju et al., 2003).

افت پخت[9]

این شاخص با اندازه‌گیری وزن نمونه پیش و پس از تیمار حرارتی محاسبه شد و به‌صورت گرم/ ۱۰۰ گرم وزن اولیه نمونه گزارش گردید (Marchetti et al.,2014).

ارزشیابی حسی

سوسیس‌های ماهی تولید شده در این پژوهش از سوی۱۰نفر ارزیاب آشنا با نحوۀامتیازدهی بررسی حسی شدند.سوسیس‌ها با ضخامت حدود ۳/۵ سانتی‌متربرای ارزیاب‌ها برش داده و آماده ارزشیابی شدند.٦ صفت ظاهر،رنگ، بافت، بو، و پذیرش کلی ارزیابی گردید و هر صفت از ۹ تا ۱ درجه‌بندی شد.درجه‌بندی به شرح زیر بود:عالی=۹،خیلی‌خوب=۸، خوب=۷، به‌نسبت خوب=٦، متوسط(نه خوب و نه بد)=۵، به‌نسبت بد=٤، بد=۳ ،خیلی بد=۲، بی‌نهایت بد=۱.حدنمره قابل پذیرش ۵ بود (Raju et al ., 2003).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش در قالب طرح آزمایشیکاملاً تصادفی[10]با اندازه‌گیری‌های تکرار شده[11]در واحد زمان انجام شد.مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSDدر سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت. اطلاعات و نتایج جمع‌آوری‌شده از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزارSAS تجزیه و تحلیل آماری شد.

بحث و نتیجه گیری

ترکیبات تقریبی

۹. Cooking loss

۱۰. Completely randomized design

۱۱. Repeated measures

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

جدول ١ مقادیر ترکیبات تقریبی سوسیس‌های ماهی تهیه شده با اسیدهای چرب امگا-٣ طی مدت زمان نگهداری ٤ درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان	درصد رطوبت	درصد چربی	دزصدپروتئین
شاهد	٠	٦١/٣١±٠/٦١ Aa	١٢/٨٥/±٠/١٩ Aa	١٩/١١±٠/٢٦ Aa
	١٠	٦١/٣٢±٠/٦١ Aa	١١/٩١±٠/١٩ Aa	–
	٢٠	٦١/٢٥±٠/٦١ Aa	١١/٨٦±٠/١٩ Aa	–
	٣٠	٦١/٢٨±٠/٦١ Aa	١٢/٢١±٠/١٩ Aa	١٩/٠٦±٠/٢٦ Aa
روغن ماهی	٠	٦١/٠٤±٠/٦١ Aa	١٢/٣١±٠/١٩ Aa	١٩/٠١±٠/٢٦ Aa
	١٠	٦١/٠٢±٠/٦١ Aa	١٢/١٢±٠/١٩ Aa	–
	٢٠	٦٠/٩٨±٠/٦١ Aa	١١/٤٥±٠/١٩ Aa	–
	٣٠	٦٠/٨±٠/٦١ Aa	١٢/٤٠±٠/١٩ Aa	١٩/٠٧±٠/٢٦ Aa
امولسیون	٠	٦١/٥٣±٠/٦١ Aa	١١/٧٦±٠/١٩ Aa	١٩/١٩±٠/٢٦ Aa
	١٠	٦١/٦٩±٠/٦١ Aa	١١/٥٦±٠/١٩ Aa	–
	٢٠	٦١/٧٦±٠/٦١ Aa	١١/٦٤±٠/١٩ Aa	–
	٣٠	٦١/٦٣±٠/٦١ Aa	١١/٠١±٠/١٩ Aa	١٩/٠٣±٠/٢٦ Aa
امولسیون ژله‌ای	٠	٦٢/٥٦±٠/٦١ Aa	١١/١٧±٠/١٩ Aa	١٩±٠/٢٦ Aa
	١٠	٦٢/٦٧±٠/٦١ Aa	١١/٣٢±٠/١٩ Aa	–
	٢٠	٦٢/٤٧±٠/٦١ Aa	١١/٩٤±٠/١٩ Aa	–
	٣٠	٦٢/٤٣±٠/٦١ Aa	١١/٦±٠/١٩ Aa	١٩/٠٧±٠/٢٦ Aa

در هر ستون حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان

داده‌ها به‌صورت میانگین ٣ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

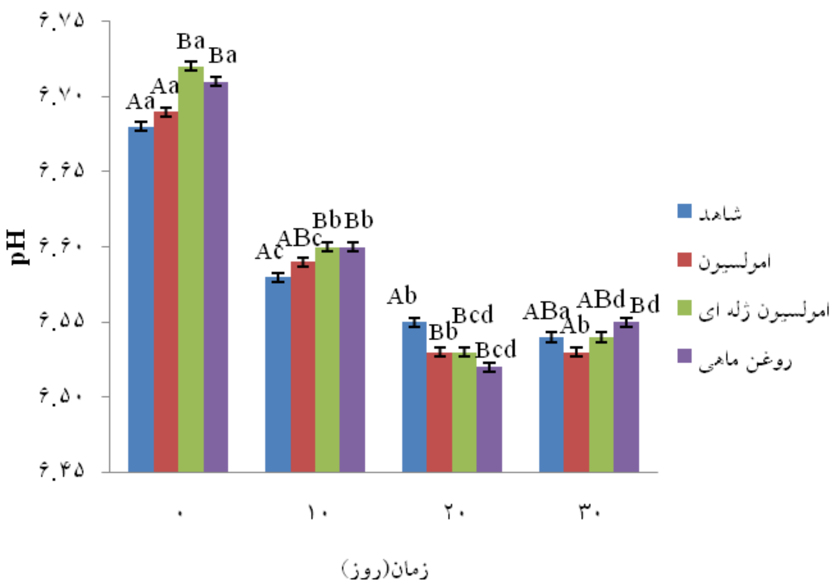
نتایج ترکیبات تقریبی نمونه‌ها در جدول ١آمده است.نتایج مطالعه میزان چربی کل،بیانگر کاهش میزان چربی در طی زمان در تمام تیمارها بود (p>٠/٠٥).این نتایج هم‌سو با نتایجحاصلازبررسی Poyato و همکاران(٢٠١٤) و Valencia و همکاران (٢٠٠٨)است.نتایج بررسی میزان رطوبت کل طی ٣٠ روز نگهداری هیچتفاوت معناداری نشان نداد.معمولاً رطوبت محصولات گوشتی در طی دورهٔ نگهداری کاهش می‌یابد.اما در این تحقیق به‌دلیل استفاده از پوشش‌های چند لایه کاهش رطوبت مقدار قابل توجهی نبود(RahmaniFarah et al., 2012).بالاترین میزان رطوبت در بین تیمارها مربوط به تیمار امولسیون ژله‌ای بود.محتوای پروتئین نمونه‌ها نیز در طی زمان و بین تیمارها نیز تغییر معناداری نشان ندادند. Rahmani Farah(٢٠١٢) نیزدر مطالعه خود بر روی ترکیبات مغذی سوسیس ماهی در طی زمان تغییرمعناداری مشاهده نکردند.

pH

این شاخص در کیفیت فراورده‌های گوشتی مؤثر است. میزانpH در بین تمام تیمارها از ٦/٥٢ -٦/٧٢ متغیر بود در طی زمانpH نمونه‌ها کاهش یافت. این کاهش ناشی از ترشیدگی کربوهیدرات‌ها و نشاسته موجود در فرمولاسیون سوسیس است(etal., 2002Pexara). کاهش pH در سایر مطالعات انجام شده بر روی سوسیس ماهی نیز مشاهده شد (Rahmani Farah et al., 2012; Raju et al ., 2003; Filho et al., 2010 ; Ozpolat et al.,2015).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]



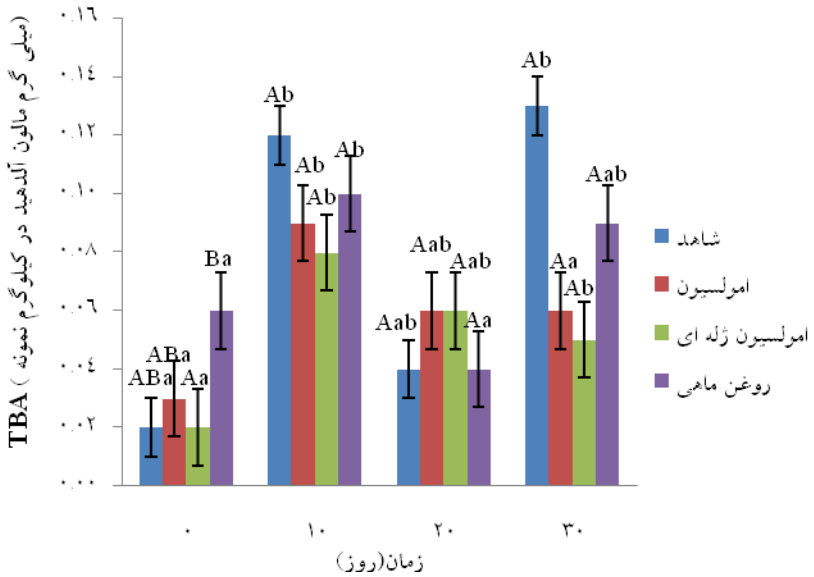
شکل ۱ تأثیر روش‌های مختلف غنی‌سازی سوسیس ماهی با اسیدهای چرب امگا-۳ بر میزان شاخص pH نمونه‌ها طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد(حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان)

ترکیبات واکنش‌دهنده با تیوباربیتوریک اسید(TBARS)

تیوباربیوتیک اسید از جمله شاخص‌هایی است که برای برآورد میزان اکسایش چربی‌ها استفاده می‌شود(Chouliara et al.,2004).میزان TBAدر طول دوره نگهداری در همه تیمارها به‌صورت تدریجی افزایش یافت، اما این مقدار کمتر از حد مجازدر طول دوره نگهداری بود.حد مجاز TBA حدود ۳ تا ٤ میلی‌گرم مالون‌الدهیدبر کیلوگرم نمونه می‌باشد(Karakam and Boran.,1996). میزان شاخص TBA در تیمار روغن ماهی و شاهدبیشتر از سایرین بود (p<۰/۰۵). افزودن روغن به حالت ژله‌ای سبب کاهش معنادارمیزان اکسیداسیون در نمونه‌ها گردید.در طی زمان نوسانات کاهشی درمقدارتیوباربیوتیکمشاهده شد که‌این امر به‌دلیل واکنش بین مالون‌آلدهید و اسید آمینهاست که به شکل‌گیری ترکیبات کربونیل منجر می‌شود (Silva and Ammerman.,1993).در سایر مطالعات نیز روند افزایشی TBAمشاهدهشد(Dincer and Cakli., 2010Lopez-Cabalerro et al .,2005;).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]



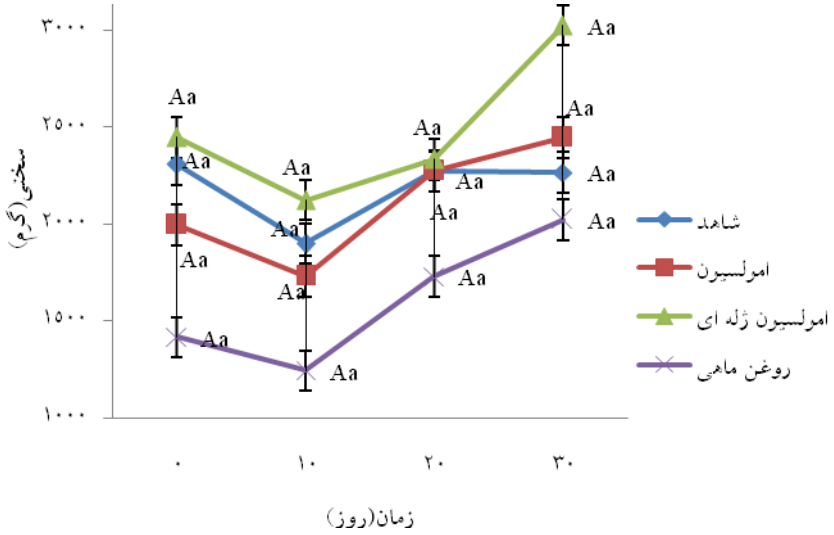
شکل ٢ تأثیر روش‌های مختلف غنی‌سازی سوسیس ماهی با اسیدهای چرب امگا-٣ بر میزان شاخص تیوباربیتوریک نمونه‌ها طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد(حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان)

سنجش بافت

سنجش بافت از مهم‌ترین آزمایش‌های استاندارد بررسی کیفیت محصولات شیلاتی همچون سوسیس ماهی می‌باشد.(Kasapis.,2009). مطالعات بافت‌سنجی سوسیس‌ها در این تحقیق نشان داد که تغییرات سختی در طول زمان معنادار نبود.Poyata و همکاران (٢٠١٤) افزایش سختی را در طول زمان در نمونه‌های سوسیس غنی‌شده مشاهده کردند و دلیل آن را کاهش اندک مقدار رطوبت دانستند. نتایج نشان داد که سختی سوسیس‌های حاوی امولسیون ژله‌ای به‌مراتب بیشتر از سایر نمونه‌ها بود که می‌توان آن را به کاراگینان استفاده شده در تهیه ژل نسبت داد.Ayadi و همکاران(٢٠٠٩) افزودن کاراگینان را سبب افزایش سختی و ظرفیت نگهداری آب عنوان کردند.

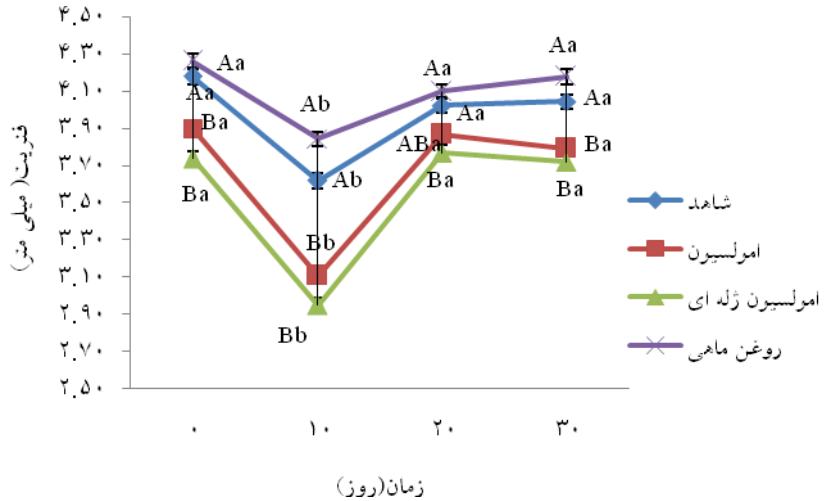
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]



شکل ۳ تأثیر روش‌های مختلف غنی‌سازی سوسیس ماهی با اسیدهای چرب امگا-۳ بر میزان شاخص سختی نمونه‌ها طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد(حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان)

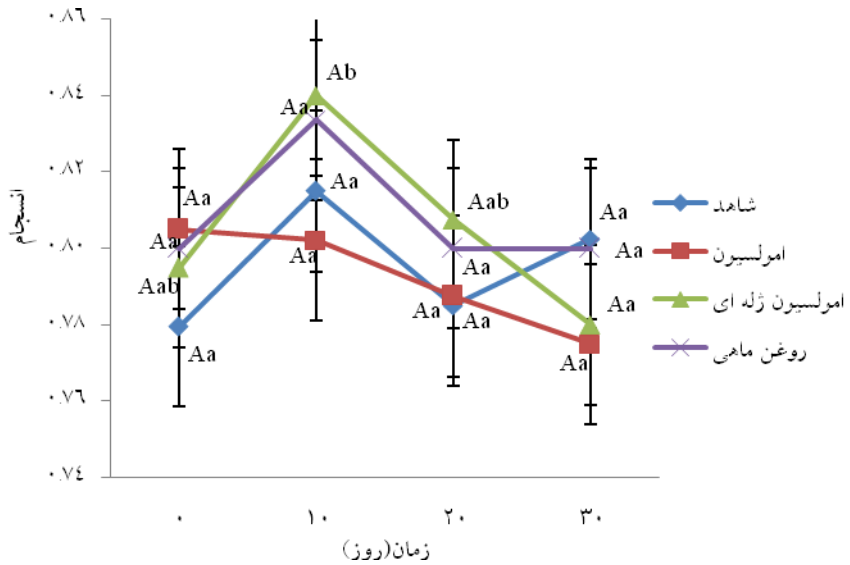
تغییرات فنریت بافت نمونه‌ها الگوی تغییرات نامنظمی داشت، اما میزان فنریت تیمار روغن ماهی و شاهد بیش از سایرین بود ($p<۰/۰۵$).تیمار امولسیون ژله‌ای فنریت کمتری نسبت به سایرین داشت. Garcia و همکاران (۲۰۰۷) رابطه مستقیمی بین میزان چربی و فنریت گزارش کردند. میزان انسجام نمونه‌ها به یکدیگر نزدیک بود و تفاوت معناداری بین آنها مشاهده نشد. در طی زمان این شاخص در برخی از تیمارها به‌صورت تدریجی کاهش داشت(شکل ٤).



شکل ٤ تأثیر روش‌های مختلف غنی‌سازی سوسیس ماهی با اسیدهای چرب امگا-۳ بر میزان شاخص فنریتنمونه‌ها طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد(حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]



شکل ٥ تأثیر روش‌های مختلف غنی‌سازی سوسیس ماهی با اسیدهای چرب امگا-٣ بر میزان شاخص انسجامنمونه‌ها طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد(حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان)

در سایر مطالعات انجام شده،Marchetti و همکاران(٢٠١٤) گزارش کردند که جایگزینی ژل کنجاک با چربی حیوانی باعث کاهش سختی و افزایش انسجام نمونه‌ها می‌شود، اما تأثیری بر روی فنریت ندارد.در مطالعه دیگر Ruiz-Capillasو همکاران(٢٠١٢)گزارش کردند که کاهش مقدار چربی و افزایش سطح ژل کنجاک باعث افزایش سختی می‌شود در حالی‌که انسجام کاهش یافته و این تفاوت‌ها به‌دلیل تفاوت در ویژگی‌های محصول است.

ترکیب اسید چرب روغن

جدول٢ ترکیبات اسیدهای سوسیس‌های ماهی تهیه شده با اسیدهای چرب امگا-٣ در طی مدت نگهداری در٤ درجه سانتی‌گراد

اسید چرب	شاهد	روغن ماهی	امولسیون	امولسیون ژله‌ای	شاهد	روغن ماهی	امولسیون	امولسیون ژله‌ای
	روز صفر				روز ٣٠			
C14:0	١/٤٥±٠/٠٠	٢/٤٨±٠/٠٠	٢/٠٠±٠/٠٠	٢/١٧±٠/٠٠	١/٤٤±٠/٠١	٢/٠٥±٠/٠١	٢/١٥±٠/٠١	٢/١٦±٠/٠١
C16:0	١٠/٢٣±٠/٠٠	١١/٢٥±٠/٠٠	١١/٢٤±٠/٠٠	١١/١٥±٠/٠٠	١٠/٦٠±٠/٠١	١١/٠٢±٠/٠١	١١/١٧±٠/٠١	١١/١٦±٠/٠١
C18:0	٣/٧٢±٠/٠٠	٣/٧٧±٠/٠٠	٣/٧٥±٠/٠٠	٣/٧٦±٠/٠٠	٣/٨٨±٠/٠١	٣/٨٢±٠/٠١	٣/٧٩±٠/٠١	٣/٧٩±٠/٠١
C20:0	٠/١٣±٠/٠٠	٠/٠٦±٠/٠٠	٠/١٣±٠/٠٠	٠/١٤±٠/٠١	٠/١٤±٠/٠١	٠/١٣±٠/٠١	٠/١١±٠/٠١	٠/١٢±٠/٠١
C22:0	٠/٤٧±٠/٠٠	٠/٤١±٠/٠٠	٠/٤٥±٠/٠٠	٠/٤٨±٠/٠٠	٠/٥١±٠/٠١	٠/٤٥±٠/٠١	٠/٤٤±٠/٠١	٠/٥١±٠/٠١
C16:1	١/٨٤±٠/٠١	٢/٠٣±٠/٠١	٢/٨٥±٠/٠١	٢/٨٢±٠/٠١	٠/١٩±٠/٠١	٢/٧٠±٠/٠١	٢/٥٧±٠/٠١	٢/٦٤±٠/٠١
C18:1	٢٧/٢٣±٠/٠١	٢٦/٨±٠/٠١	٢٦/٢٣±٠/٠١	٢٦/٣٣±٠/٠١	٢٧/٨١±٠/٠١	٢٦/٣٠±٠/٠١	٢٦/٣٣±٠/٠١	٢٦/٢٦±٠/٠١
C20:1	٠/١٣±٠/٠١	٠/٢٢±٠/٠١	٠/٣٩±٠/٠١	٠/٢٩±٠/٠١	٠/١٤±٠/٠١	٠/٣٥±٠/٠١	٠/٣٤±٠/٠١	٠/٣٤±٠/٠١

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

C22:1	۰/۲۶±۰/۰۱	۰/۳۳±۰/۰۱	۰/۴۱±۰/۰۱	۰/۳۷±۰/۰۱	۰/۳۵±۰/۰۱	۰/۳۶±۰/۰۱	۰/۴۲±۰/۰۱	۰/۳۶±۰/۰۱
C18:2n6	۵۱/۴۴±۰/۰۰	۴۷/۹۴±۰/۰۱	۴۷/۱۵±۰/۰۱	۴۶/۸۳±۰/۰۱	۵۱/۷۴±۰/۰۰	۴۷/۴۶±۰/۰۱	۴۷/۱۴±۰/۰۱	۴۷/۰۱±۰/۰۱
C20:2 n6	۰/۳۱±۰/۰۰	۰/۱۷±۰/۰۰	۰/۴۳±۰/۰۱	۰/۳۷±۰/۰۱	۰/۳۳±۰/۰۰	۰/۳۸±۰/۰۰	۰/۳۸±۰/۰۱	۰/۳۸±۰/۰۱
C18:3n3	۱/۲۹±۰/۰۰^{d}	۱/۳۴±۰/۰۱^{c}	۱/۴۴±۰/۰۱^{a}	۱/۳۶±۰/۰۱^{b}	۱/۳۷±۰/۰۰^{b}	۱/۳۵±۰/۰۱^{b}	۱/۴۷±۰/۰۱^{a}	۱/۳۶±۰/۰۱^{b}
C20:4n6	۰/۳۱±۰/۰۱	۰/۴۱±۰/۰۰	۰/۳۶±۰/۰۱	۰/۳۹±۰/۰۱	۰/۲۹±۰/۰۱	۰/۳۵±۰/۰۰	۰/۴۷±۰/۰۱	۰/۵۰±۰/۰۱
C20:5n3 (EPA)	۰/۴۸±۰/۰۱^{d}	۱/۵۰±۰/۰۰^{c}	۱/۵۹±۰/۰۰^{b}	۱/۸۵±۰/۰۰^{a}	۰/۵۳±۰/۰۱^{d}	۱/۵۸±۰/۰۰^{c}	۱/۷۰±۰/۰۱^{b}	۱/۷۶±۰/۰۱^{a}
C22:5 n3	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۱	۰/۱۹±۰/۰۱	۰/۲۳±۰/۰۱	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۲۵±۰/۰۱	۰/۲۳±۰/۰۱	۰/۲۳±۰/۰۱
C22:6n3 (DHA)	۰/۴۶±۰/۰۳^{c}	۱/۱۵±۰/۰۳^{b}	۱/۲۴±۰/۰۳^{b}	۱/۴۱±۰/۰۳^{a}	۰/۵۵±۰/۰۱^{c}	۱/۰۸±۰/۰۱^{b}	۱/۲۴±۰/۰۱^{ba}	۱/۳۶±۰/۰۱^{a}
SFA	۱۶/۱۰±۰/۰۰^{d}	۱۷/۹۸±۰/۰۱^{a}	۱۷/۵۹±۰/۰۰^{c}	۱۷/۷۳±۰/۰۰^{b}	۱۶/۵۹±۰/۰۱^{d}	۱۷/۵۰±۰/۰۱^{c}	۱۷/۶۷±۰/۰۱^{b}	۱۷/۷۶±۰/۰۱^{a}
MUFA	۲۹/۴۸±۰/۰۱^{b}	۲۹/۳۹±۰/۰۷^{b}	۲۹/۸۹±۰/۰۱^{a}	۲۹/۸۳±۰/۰۱^{a}	۲۸/۵۰±۰/۰۱^{d}	۲۹/۷۳±۰/۰۱^{a}	۲۹/۶۷±۰/۰۱^{b}	۲۹/۶۱±۰/۰۱^{c}
PUFA	۵۴/۴۱±۰/۰۲^{a}	۵۲/۶۷±۰/۰۲^{b}	۵۲/۴۳±۰/۰۲^{c}	۵۲/۴۷±۰/۰۲^{c}	۵۴/۹۰±۰/۰۱^{a}	۵۲/۴۸±۰/۰۱^{c}	۵۲/۵۹±۰/۰۱^{b}	۵۲/۶۳±۰/۰۱^{b}
ω6	۵۲/۰۷±۰/۰۱^{a}	۴۸/۵۳±۰/۰۱^{b}	۴۷/۹۵±۰/۰۱^{c}	۴۷/۶۰±۰/۰۱^{d}	۵۲/۳۷±۰/۰۰^{a}	۴۸/۲۰±۰/۰۵^{b}	۴۷/۹۳±۰/۰۰^{c}	۴۷/۹۰±۰/۰۰^{c}
ω3	۲/۳۴±۰/۰۳^{d}	۴/۱۴±۰/۰۳^{c}	۴/۴۸±۰/۰۳^{b}	۴/۸۷±۰/۰۳^{a}	۲/۵۳±۰/۰۰^{c}	۴/۲۷±۰/۰۱^{b}	۴/۶۶±۰/۱۰^{a}	۴/۷۳±۰/۰۰^{a}
ω6/ ω3	۲۲/۲۰±۰/۰۷^{a}	۱۱/۷۲±۰/۰۷^{b}	۱۰/۷۰±۰/۰۷^{c}	۹/۷۷±۰/۰۷^{d}	۲۰/۶۵±۰/۰۰^{a}	۱۱/۲۶±۰/۰۴^{b}	۱۰/۲۷±۰/۲۳^{c}	۱۰/۱۲±۰/۰۰^{c}

$^{a-c}$حروف غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنادار بین میانگین داده‌ها در سطح ۰/۰۵می‌باشد.

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

در مطالعه حاضر میزان اسیدهای چرب چندغیراشباع در بین تیمارهای حاوی روغن ماهی در تیمار امولسیون ژله‌ای بالاتر بود. تیمار شاهد دارای نسبت بالاتری PUFA بود، که این افزایش به‌دلیل بالا بودن میزان اسید لینولئیک می‌باشد.میزان DHAدر روز صفر در تیمار شاهد ۰/۴۶ بود کهدر سایر تیمارهای غنی‌شده این میزان افزایش یافت(۱/۴۱ درصد). مطالعه Berasategi و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که بلوگنا غنی‌شده از اسیدهای چرب امگا-۳ محصول سالم‌تری نسبت به نمونه‌های تولیدی با روش سنتی بود.در مطالعه آنها میزان اسیدهای چرب در نمونه افزایش ده برابری داشت و از ۰/۲۷ گرم در ۱۰۰گرم نمونه به ۲/۵۷ درصد افزایش یافت. آنها توانستند میزان اسیدهای چرب اشباع نمونه‌ها را تا ۱۲درصد کاهش دهند.

نسبت اسیدهای چرب چندغیراشباع به اشباع در مطالعه آنها از ۰/۴۹ به ۰/۸۴ افزایش یافت. در مطالعه Rahmani Farah و همکاران(۲۰۱۲)، میزان اسیدهای چرب امگا-۳ در سوسیس‌های تولیدی از مینس و سوریمی به‌ترتیب ۳/۴۱ و ۲/۸۱ درصد بود. این محققان میزان بیشتر اسیدهای چرب امگا-۳ در سوسیس‌های تولید شده از گوشت چرخ شده نسبت به سوریمی را گزارش کردند. اسیدهای چرب امگا-۶ در سوسیس ماهی سالمون مقادیر بالایی را به خود اختصاص دادند (Oliveira et al.,2014). در مطالعه حاضر مقدار اسید اولئیک و لینولئیک سهم بیشتری در بین سایر اسیدهای چرب داشت. این یافته همسو با نتایج Oliveira و همکاران (۲۰۱۴) و Cardoso و همکاران (۲۰۱۰) بود. نتایج مطالعه Ojaghو همکاران (۱۳۸۸) بر روی ترکیب

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

اسیدچرب دو گونه کپور ماهی نشان داد که مقدار اسیدچرب اولئیک و لینولئیک بیشتر از سایر اسیدهای چرب بودند. این اسیدهای چرب در مطالعه دیگری بر روی کپور معمولی نیز مقدار بالایی را به خود اختصاص داد (Ozogul et al .,2007).

رنگ‌سنجی

رنگ یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بازارپسندی محصولات خمیری ماهی می‌باشد(Sachindra et al., 2010). میانگین شاخص قرمزی در تیمار شاهد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. به‌طورکلی تیمارهای مختلف و زمان نگهداری اثر معناداری بر روی میزان این شاخص نداشتند (p>٠/٠٥). شاخص زردی در نمونه‌های حاوی امولسیون ژله‌ای بالاتر از سایر تیمارها بود. این نتایج هم‌راستا با نتایج Poyato و همکاران (٢٠١٤) بود. این محققان افزودن امولسیون به حالت‌های مختلف را سبب افزایش میزان شاخص‌های قرمزی و زردی دانستند. مقدار زردی نمونه‌ها در طی زمان روند افزایشی داشت. میانگین شاخص روشنایی در تیمار ژله‌ای بیشتر از سایر تیمارها بود. شاخص روشنایی در طول زمان در همه تیمارها افزایش یافت. Poyato و همکاران (٢٠١٤) در مطالعه خود بر روی غنی‌سازی محصولات گوشتی با اسیدهای چرب امگا-٣ به‌وسیله حالت‌های مختلف امولسیونی مشاهده کردند که مقدار روشنایی نمونه‌ها به‌ترتیب در تیمار ژله‌ای و امولسیون بالاتر از نمونه‌های شاهد بود. این افزایش روشنایی نمونه‌ها را می‌توان به قطر بسیار کوچک مولکول‌های روغن در امولسیون نسبت داد که بازتاب نور بیشتری منعکس می‌کند (Poyato et al.,2014).

جدول٣ تغییرات شاخص‌های رنگ سوسیس‌های ماهی تهیه شده با اسیدهای چرب امگا-٣ طی مدت زمان نگهداری ٤ درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان	شاخص قرمزی	شاخص زردی	شاخص روشنایی
شاهد	٠	٧/٥±٠/٢٣^{Aa}	١٠/٦±٠/٢٥ ^{Aa}	٦٧/٨٥±٠/٦ ^{Aa}
	١٠	٦/٧±٠/٢٣^{Aa}	١٤/٥±٠/٢٥ ^{Ab}	٨٠/٤±٠/٦^{Ab}
	٢٠	٧/٥±٠/٢٣^{Aa}	١٠/٥٥±٠/٢٥ ^{Aa}	٦٧/٦٥±٠/٦ ^{Aa}
	٣٠	٦/٣±٠/٢٣^{Aa}	١٤/٥±٠/٢٥ ^{Ab}	٧٧/٣±٠/٦ ^{Ab}
روغن ماهی	٠	٧/٥±٠/٢٣^{Aa}	١١/٤±٠/٢٥^{ABa}	٧٠±٠/٦^{ABa}
	١٠	٥/٩±٠/٢٣^{Aa}	١٣/٧±٠/٢٥ ^{Ab}	٨٠±٠/٦ ^{Ab}
	٢٠	٧/٥±٠/٢٣^{Aa}	١٠/٦±٠/٢٥ ^{Aa}	٦٩±٠/٦ ^{Aa}
	٣٠	٦/٧±٠/٢٣^{Aa}	١٤/١±٠/٢٥ ^{Ab}	٧٣/٢±٠/٦ ^{Ab}
امولسیون	٠	٧/١±٠/٢٣^{Aa}	١١/٨±٠/٢٥ ^{ABa}	٧١/٢±٠/٦ ^{ABa}
	١٠	٦/٣±٠/٢٣^{Aa}	١٣/٧±٠/٢٥ ^{Ab}	٨١/٢±٠/٦ ^{Ab}
	٢٠	٧/٥±٠/٢٣^{Aa}	١٠/٦±٠/٢٥ ^{Aa}	٦٧/٨٥±٠/٦ ^{Ac}
	٣٠	٥/٩±٠/٢٣^{Aa}	١٣/٧±٠/٢٥ ^{Ab}	٧٨/٢±٠/٦ ^{Ab}
امولسیون ژله‌ای	٠	٧/١±٠/٢٣^{Aa}	١٢/١٥±٠/٢٥ ^{Ba}	٧٣/١٥±٠/٦ ^{Ba}
	١٠	٥/٩±٠/٢٣^{Aa}	١٣/٧±٠/٢٥ ^{Ab}	٨١/٤±٠/٦ ^{Ab}
	٢٠	٧/٣±٠/٢٣^{Aa}	١٢/١٥±٠/٢٥ ^{Bab}	٧٣/٣±٠/٦ ^{Ba}
	٣٠	٦/٧±٠/٢٣^{Aa}	١٣/٧±٠/٢٥ ^{Ab}	٧٨/٢±٠/٦ ^{Ab}

در هر ستون حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان

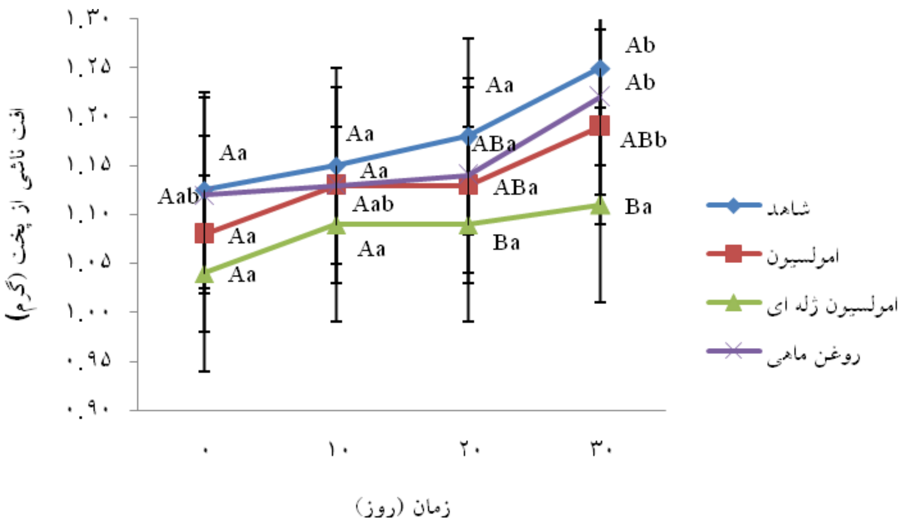
داده‌ها به‌صورت میانگین ٣ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

افت پخت

افت پخت به توانایی پروتئین برای تثبیت آب و چربی بستگی دارد(Marchetti et al .,2014). کمترین میزان افت پخت در تمام بازه‌های زمانی در تیمار امولسیون ژله‌ای مشاهده شد.این امر می‌تواند به‌دلیل واکنش کاراگینان با گروه‌های قطبی پروتئین باشدکه آنها را در ساختارژله‌ای خود جمع می‌کند و باعث محکم‌تر شدن آن می‌شود. همچنین پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده بین آب آزاد و کاراگینانسبب حفظ بهتر آب در نمونه می‌گردد (Li and Su .Jiang., 2004 و همکاران (۲۰۰۰) در تولید سوسیس کم‌چرب با امولسیون نیز افت ناشی‌از پخت کمتری در نمونه‌ها مشاهده کردند.در سایر مطالعات انجام شده بر روی کاراگینان در محصول، رابطه مثبت بین افزودن کاراگینان به محصول و افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش مقدار افت پخت نیز گزارش شده است (Youssef and Barbut., 2010; García-Garcíaand Totosaus., 2008; Lin and Mei., 2000; Marchetti et al .,2014)



شکل۶ تأثیر روش‌های مختلف غنی‌سازی سوسیس ماهی با اسیدهای چرب امگا–۳ بر میزان شاخص افت پخت نمونه‌ها طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد(حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان)

ارزشیابی حسی

شاخص ظاهر و رنگ در طول زمان تغییرات معناداری نداشت. در همه بازه‌های زمانی تیمارژله‌ای بالاترین امتیاز را از لحاظ ظاهر و رنگ داشت. در طول زمان ظاهر و رنگ نمونه‌ها تغییرات چندانی نداشت. از نظر گروه ارزیاب تغییرات بافت در طی زمان معنادار نبود (p>۰/۰۵). تیمار ژله‌ای در کل دوره بافت بهتری نسبت به سایرین داشت. پس از آن به‌ترتیب تیمار امولسیون، شاهد و روغن دررتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با گذشت زمان امتیاز مربوط به بو کاهش یافت. بالاترین امتیاز از نظر بو در طی دوره زمانی مربوط به تیمار امولسیون ژله‌ای و کمترین امتیاز مربوط به تیمار روغن ماهی بود. از دید ارزیابانافزودن امولسیون تأثیری بر طعم نمونه‌ها نداشت.شاخص مطلوبیت کل با دیگر شاخص‌های حسی ارزیابی شده هم‌خوانی داشت. کسب کمترین امتیاز روغن

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

ماهی در شاخص‌های طعم و پذیرش کلی احتمالاً به‌دلیل سطح بالای اکسیداسیون چربی در این تیمارها بود. در مجموع سوسیس تهیه شده با امولسیون ژله‌ای امتیاز بالاتری نسبت به سایر تیمارها کسب کرد. مطالعه Valenciaو همکاران (٢٠٠٨) و Poyato همکاران (٢٠١٤) بر روی سوسیس بلوگنای غنی‌شده با روغن ماهی نیز نتایج مشابه‌ای نشان دادند.

جدول ٤ تغییرات شاخص‌های ارزیابی حسی سوسیس‌های ماهی تهیه شده با اسیدهای چرب امگا -٣ در طی مدت نگهداری ٤ درجه سانتی‌گراد

تیمار	زمان	ظاهر	رنگ	بو	بافت	پذیرش کلی
شاهد	٠	٧/٧١±٠/٣^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٣^{Aa}	٧/٥٧±٠/٣٦^{Aa}	٧/٤٢±٠/٣٩^{Aa}	٧/٧١±٠/٢٧^{Aa}
	١٠	٧/٧١±٠/٣^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٣^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٦^{Aa}	٧/١٤±٠/٣٩^{Aa}	٧/٤٢±٠/٢٧^{Aa}
	٢٠	٧/٥٧±٠/٣^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٣^{Aa}	٦/٨٥±٠/٣٦^{Aa}	٦/٧١±٠/٣٩^{Aa}	٧/٤٢±٠/٢٧^{Aa}
	٣٠	٧/٢٨±٠/٣^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٣^{Aa}	٦/٥٧±٠/٣٦^{Aa}	٦/١٤±٠/٣٩^{Aa}	٧/٢٨±٠/٢٧^{Aa}
روغن ماهی	٠	٧/٧١±٠/٣^{Aa}	٧/٥٧±٠/٣٣^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٦^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٩^{Aa}	٧/٥٧±٠/٢٧^{Aa}
	١٠	٧/١٤±٠/٣^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٣^{Aa}	٦/٨٥±٠/٣٦^{Aa}	٧±٠/٣٩^{Aa}	٧/٥٧±٠/٢٧^{Aa}
	٢٠	٧/١٤±٠/٣^{Aa}	٧/١٤±٠/٣٣^{Aa}	٦/٢٨±٠/٣٦^{Aa}	٧±٠/٣٩^{Aa}	٧±٠/٢٧^{Aa}
	٣٠	٦/٨٥±٠/٣^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٣^{Aa}	٦±٠/٣٦^{Aa}	٦/٧١±٠/٣٩^{Aa}	٦/٧١±٠/٢٧^{Aa}
امولسیون	٠	٨/١٤±٠/٣^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٣^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٦^{Aa}	٨±٠/٣٩^{Aa}	٧/٨٥±٠/٢٧^{Aa}
	١٠	٧/٧١±٠/٣^{Aa}	٧/٨٥±٠/٣٣^{Aa}	٧/٤٢±٠/٣٦^{Aa}	٧/٥٧±٠/٣٩^{Aa}	٧/٤٢±٠/٢٧^{Aa}
	٢٠	٧/٤٢±٠/٣^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٣^{Aa}	٦/٨٥±٠/٣٦^{Aa}	٧±٠/٣٩^{Aa}	٧/٤٢±٠/٢٧^{Aa}
	٣٠	٦/٨٥±٠/٣^{Aa}	٧/٥٧±٠/٣٣^{Aa}	٦/٧١±٠/٣٦^{Aa}	٧/١٤±٠/٣٩^{Aa}	٧/٧١±٠/٢٧^{Aa}
امولسیون ژله‌ای	٠	٨/٤٢±٠/٣^{Aa}	٨/٥٧±٠/٣٣^{Aa}	٨/١٤±٠/٣٦^{Aa}	٨/٧١±٠/٣٩^{Aa}	٨/٥٧±٠/٢٧^{Aa}
	١٠	٨/٢٨±٠/٣^{Aa}	٨/٢٨±٠/٣٣^{Aa}	٨/١٤±٠/٣٦^{Aa}	٨/٢٨±٠/٣٩^{Aa}	٧/٨٥±٠/٢٧^{Aa}
	٢٠	٨/٤٢±٠/٣^{Aa}	٨/١٤±٠/٣٣^{Aa}	٧/١٤±٠/٣٦^{Aa}	٧/٧١±٠/٣٩^{Aa}	٨±٠/٢٧^{Aa}
	٣٠	٧/٨٥±٠/٣^{Aa}	٧/٢٨±٠/٣٣^{Aa}	٦/٨٥±٠/٣٦^{Aa}	٧/١٤±٠/٣٩^{Aa}	٨±٠/٢٧^{Aa}

در هر ستون حروف بزرگ مقایسه بین تیمارها، حروف کوچک مقایسه در طی زمان
داده‌ها به‌صورت میانگین ٣ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

نتیجه‌گیری

بازار محصولات غذایی غنی‌شده با روغن ماهی رو به رشد است. طبق پیشنهادهای متخصصان تغذیه مصرف اسیدهای چرب امگا-٣ باید افزایش یابد. نتایج نشان داد که غنی‌سازی سوسیس با روغن ماهی، سبب تغییر ترکیب اسیدهای چرب سوسیس کپور نقره‌ای با افزایش EPA و DHA، کاهش معنادار اسیدهای چرب امگا- ٦ (اسید لینولئیک) گردید. نتایج ارزیابی حسی در بین فرمولاسیون‌های مختلف نشان داد که از نظر پذیرش کلی تیمار امولسیون ژله‌ای به سایر تیمارها ارجحیت داشت.

منابع

AOAC.1990. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemistry.15th ed. 870p.

AOAC.2005. Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Ayadi,M.A., Kechaou, A.,Makni, I., and Attia, H. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

extracts of Melissa ofcinalis on thestability of algae and linseed oil-in-water emulsion to be used as a functional ingredient in meat products. *Meat Science*, 85(2): 373–377.

Intatasirisawat,R., Benjakul,S., Visessanguan,W. and Wu, J. 2014. Effect of skipjack roe protein hydrolysate on properties and oxidative stability of fish emulsion sausage.*Food Science*, 58:280-286.

Karakam, H.and Boran, M.1996. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during at -18°C.*Food Science*, 31:527-531

Kasapis,S.2009.Developing Minced Fish Products of Improved Eating Quality:AN interplay of instrument and sensory texture. *Food Properties*, 12:11-26

Konno, K. 2005. New developments and trends in kababoko and related research in Japan. In J. W. Park (Ed.), *Surimi and surimi seafood*,2: 847–868

Lee, K. H., Joaquin, H. and Lee, C. M. 2007.Improvement of moistness and texture of high omega-3 fatty acid mackerel nuggets by inclusion of moisture-releasing ingredients.*Food Science*, 72:119–124

Li, Y.T., and Jiang, Y. M. 2004. Carrageenan and cooked meat products. *Chinese Meat Research*, 9:46–47

Lin, K. W., and Mei, M. Y. 2000.Influences of gums, soy protein isolate, and heating temperatures on reduced-fat meat batters in a model system.*Food Science*, 65: 48–52.

Lopez-Cabalerro, M.E., Goamez-Guillen, M.C., Perez-Mateos, M. and Montero, E. 2005. A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. *Food Science*,70: 166–171

Maqsood, S., Benjakul, S. and Balange,A.K. 2012.Effect of tanic acid kiam wood exteract on lipid oxidation and textural properties of fish emulsion sausage during refrigerated storage.*Food Chemistry*, 130:408-416

Marchetti, L., Andres, S.C., Califano, A. N. 2014. Low-fat meat sausage with fish oil: optimization of milk protoeins and carvageenan contents using response surface methodology. *Meat science*, 96: 1297-1303

Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas meat sausages properties,*Food Engineering*, 93: 278–283.

Berasategi, I., Legarra, S., Grarcía-Iñiguez de Ciriano, M., Rehecho, S., Calvo, M. I., Cavero, R. Y., Navarro-Blasco, I., Ansorena, D., and Astiasarán, I. 2011. High in omega-3 fatty acids Bologna-type sausages stabilized with an aqueous-ethanol extract of Melissa officinalis. *Meat Science*, 88: 705–711.

Cardoso, C., Mendes, R. and Nunes, M. L. 2008.Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre.*Food Science*, 43(2): 276–283

Chouliara, I., Savvaidisa, I.N., Panagiotakisb, N., and Kontominasa, M.G. 2004. Preservation of salted, vacuumpackaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes,*Food Microbiology*. 21: 351–359.

Christos, A., Bentis, A.Z., and Dimitrios, P. 2005. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardusts*), underutilized by the industry.*Food Engineering*, 68: 303-308.

Dincer, T. and Cakli, S. 2010.Textural and sensory properties of fish sausage from rainbow trout.*Food Product Technolgy*, 19: 238–248.

Fernandéz-Ginés, J.M., Fernández-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. and Perez-Alvarez,J.A. 2005. Meat products as functional foods: A review. *Food Science*, 70: 37–43.

Filho, P.R.C.O., Favaro-Trindade, C.S., Trindade, M.A., Balieiro, J.C.C. and Viegas, E.M.M. 2010. Quality of sausage elaborated using minced Nile tilapia submitted to cold storage. *Food Science*, 67: 183–190.

García-García, E., and Totosaus, A. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effects of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science*, 78: 406–413.

Garcia, M.L., Ester, C. and Selgas, D. 2007. Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages.*Food Agriculture*, 87:624-631.

Garcia-Iniguez de Ciriano, M., Rehecho, S., Calvo, M., Cavero, R., Navarro, I., Astiasarán, I., andAnsorena, D. 2010. Effect of lyophilized water

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

2012. Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: processing and quality characteristics. *Meat Science*, 92(2): 144-150.

Sachindra, N.M. and Mahendrakar, N.S. 2010. Stability of carotenoids recovered from shrimp waste and their use as colorant in fish sausage. *Food Science*, 47: 77-83

Salminen, H., Herrmann, K. and Weiss, J. 2013. Oil-in-water emulsions as a delivery system for n-3 fatty acids in meat products. *Meat Science*, 93: 659–667

Silva, J.L., and Ammerman, G.R. 1993.Composition, Lipid changes, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage.*applied aquaculture*, 2(2): 39-49.

Suvanich, V., Jahncke, M.L. and Marshall, D.L. 2000. Changes in Selected Chemical Quality Charactristic of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage. *Food science*, 65: 24-29.

Tarladgis, B.G., B. M. Watts, M. T. Younathan, and L. J. Dudan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *American Oil Chemists Society*, 37: 44-48

Theruvathil, K., Sethumadhavan, S., Azhikkakath, S., Chanragiri, J.C. and Nhandragiri, N. 2008. Changes in the characteristic of Roho fish (*Labiao Rohita*) sausage during storage at different temperatures. *Food Processing and Preservation*, 32: 429-442

Valencia, I., O'Grady, M. N., Ansorena, D., Astiasarán, I. and Kerry, J. 2008. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants.*Meat Science*, 80: 1046–1054.

WHO.2010. World Health Organization [Internet] Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. Available from: http://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrientm/en/index12.html).

Youssef, M. K., & Barbut, S. 2010. Effects of caseinate, whey and milk proteins on emulsified beef meat batters prepared with different protein levels. *Journal of Muscle Foods*, 21:785–800.

chromatographic analysis. Analytical Chemistry, 33: 363-364

Karimi, N., Mohammadifar, M.A, Nayebzade K. 2013.Effect of two types of Iranian gum tragacanth on stability and rheological properties of oil-in-water emulsion.*IranianNutrition Sciences & Food Technology***,** 3:87-98

Ojagh, S.M., Rezaei, M. and Khorramgah, M.2009. The investigation of nutritional composition and fatty acids in muscle of common carp (*Cyprinus carpio*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)**.***Iranian Nutrition Sciences & Food Technology***,** 6(1):83-97.

Oliveira, A. C. M. Himelbloom, B. H., Montazeri, N., Davenport, M., Biceroglu, H.,. Brenner,K. A., Ozpolat, E. and Patir, B. 2015. Determination of Shelf Life For Sausage Produced From Some Freshwater Fish Using Two Different Smoking Method.*Food safety*, 36: 69-76.

Panpipat, W. and Yongsawatdigul, J. 2008. Stability of potassium iodide and omega-3 fatty acids freshwater fish emulsion sausage.*LWT-Food Science and Technology*, 41: 483–492.

Pexara, E.S., Metaxopoulos, J. and Drosinos, E.H. 2002. Evaluation of shelf life of cured, cooked, sliced turkey fillets and cooked pork sausages -'piroski'-stored under vacuum and modified atmospheres at +4 and +10°C. *Meat Science*, 62: 33-43**.**

Poyato, C., Ansorena, D., Navarro-Blasco, I., Astiasarán, I. and Berastategi, I. 2014. Optimazation of a gelled emulsion intended to supply ω-3 fatty acid into meat products by means of respone surface methodology. *Meat Science*, 98:615-621.

Raju, C.V., Shamasundar, B.A. and Udupa, K.S. 2003. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient (28±2°C) and refrigerated (6±2°C) temperatures. *Food Science*, 38: 171-185.

Rahmani Farah, K., Shabanpoor, B. and Shabani, A. 2012.Comparison of proximate analysis and physicochemical changes in fish sausage during refrigerated storage. *Utilization and Cultivation of Aquatics*,2:63-82

Ruiz-Capillas,C., Triki, M., Herrero, A. M., Rodriguez-Salas, L., and Jiménez-Colmenero, F.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 6, No. 1, Spring 2017

Enhancement of the nutritional status and quality of enrcihed silver carp (*Hypophthalmichthys moltrix)*sausage by fish oil

Sahar Maghsoudloo[1], Parastoo Pourashuri[2]*, Bahare Shabanpouri[3]

1- M.S.c Student, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran
2- Assistant Prof., Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3- Professor, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 18.10.2016 Accepted : 16.01.2017
*Corresponding author: Pourashouri.p@gmail.com

Abstract:
The effects of adding refined cod liver oil- rich in omega 3- in three forms (fish oil, O/W emulsion, gelled oil-in-water emulsion) to sausage from silver carp (*Hypophthalmichthys moltrix)* was investigated. In this regard, such properties of the sausage as its physicochemical, sensory, microbiological, texture, color, cooking loss and oxidative stability of enriched sausages were assessed. The results of proximate composition analyses showed that there was no difference between enriched formulated fish sausage ($p > 0.05$). pH ranged from 6.52 to 6.72 and decreased during storage. Enrichment of fish sausage caused to higher ω-3 PUFAs content, especially EPA and DHA, and decreasing significantly the ω-6/ω-3 ratio from 22.3 to 9.85. The control and fish oil treatments showed significantly higher thiobarbituric acid value during storage ($p<0.05$). Cooking loss was lower in gelled emulsion than other formulations. Texture analysis results showed higher hardness in gelled emulsion sausages than the others. Sensorial tests showed that the gelled emulsion sausages had higher acceptability scores. As a result, gelled emulsion was demonstrated to be a suitable delivery system in fortification of fish sausage.

Keywords: Fish sausage, Gelled emulsion, Fish oil, Fortification, Carrageenan

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1396.6.1.5.7]