



University of Guilan

University of Guilan with collaboration of Iranian
Aquaculture Society

Aquatic Animals Nutrition

Vol. 8, No. 4, 2023, pages: 43-55
DOI: 10.22124/janb.2023.24097.1193



Study of the properties of low-fat silver carp kebab bite with Xanthan gum

Mohadese Esmaeilzade Vishkaii, Haniyeh Rostamzad*, Aria Babakhani

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

Received 09 September 2022

Revised 05 December 2022

Accepted 10 December 2022

KEYWORDS

Hydrocolloid
Oil absorption
Xanthan gum
Omega-3

ABSTRACT

Due to the change in lifestyle, the use of semi-prepared foods is increasing day-by day. One of the biggest disadvantages of these foods is that they absorb a lot of oil during frying. In order to achieve a suitable formulation for the production of phytophagous fish (*Hypophthalmichthys molitrix*) kebab bites with low oil absorption, different concentrations (1, 1.5, and 2%; T_{1%}, T_{1.5%} and T_{2%}) of xanthan gum were used in this research. So, moisture content, total fat, reduction of oil absorption, fatty acid profile, sensory characteristics, texture, and color of the samples were investigated after the production of the fish kebab bites containing xanthan gum. According to the results, T_{1.5%} and T_{2%} exhibited the highest amount of moisture, while the lowest oil absorption and hardness. Also, adding xanthan to the kebab bites decreased the brightness (L*), while upraised the redness (a*) and yellowness (b*). In the case of sensory evaluation, no significant differences were observed between the control and the other treatments. Therefore, given the lack of a significant effect of adding xanthan on the sensory properties of the product as well as its favorable effect on reducing oil absorption and preserving the useful fatty acids during the frying process, adding 1.5% xanthan gum in the formulation is recommended. According to the results of this study, the production of fish kebab bites containing xanthan is suggested.

*Corresponding author: hrostamzad@guilan.ac.ir





"مقاله پژوهشی"

بررسی خصوصیات کباب لقمه کم چرب ماهی فیتوفاگ حاوی صمغ زانتان

محدثه اسمعیل زاده ویشکائی، هانیه رستمزاد*، آریا باباخانی

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۸

کلمات کلیدی

چکیده

با توجه به تغییر سبک زندگی، استفاده از غذاهای نیمه آماده روز به روز در حال افزایش است. یکی از بزرگترین معایب این غذاها، جذب روغن زیاد آنها حین سرخ شدن است. برای دستیابی به فرمول مناسب به منظور تولید کباب لقمه ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) با جذب روغن کم، در تحقیق حاضر از غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲٪) صمغ زانتان استفاده شد. به این منظور، پس از تولید کباب لقمه‌های حاوی صمغ زانتان، رطوبت، چربی کل، میزان کاهش جذب روغن، پروفایل اسیدهای چرب، ویژگی‌های حسی، بافت و رنگ نمونه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمارهای حاوی ۱/۵ و ۲٪ صمغ زانتان بیشترین میزان رطوبت و کمترین میزان جذب روغن و سفتی را داشتند. همچنین، افزودن زانتان به کباب لقمه‌ها موجب کاهش روشنایی (L^*) و افزایش قرمزی (a^*) و زردی (b^*) نمونه‌ها شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد با دیگر تیمارها مشاهده نمی‌شود. لذا با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار افزودن زانتان بر خواص حسی محصول و همچنین تأثیر مطلوب آن بر کاهش جذب روغن و حفظ اسیدهای چرب مفید ماهی استفاده شده حین سرخ کردن کباب لقمه، استفاده از صمغ زانتان به میزان ۱٪/۵ در فرمول تولید کباب لقمه ماهی پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

ماهی و دیگر آبزیان بخش بسیار مهمی را در رژیم غذایی بسیاری از جوامع تشکیل می‌دهند. امروزه آبزیان به دلیل ارزش غذایی بالایی که برای سلامتی انسان دارند، بیش از قبل مورد توجه مردم و تولیدکنندگان مواد غذایی قرار گرفته‌اند. ماهی نقش بسیار مهمی را در رژیم غذایی بسیاری از جوامع و در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تشکیل می‌دهد. گوشت آبزیان به دلیل داشتن پروتئین‌هایی باقابلیت هضم بالا و ترکیب مناسب از اسید آمینه‌های ضروری مثل لیزین و متیونین برای تغذیه انسان بسیار مفیدند (Latifi et al. 2021). با وجود مزیت‌های فراوان آبزیان، سهم مصرف آبزیان و فرآورده‌های شیلاتی در سبد غذایی خانواده‌های ایرانی در مقایسه با دیگر گوشت‌های مصرفی پایین است (Dadgar et al. 2014). علت آن را می‌توان به سختی آماده‌سازی این قبیل محصولات، بوی زهم، شکل ظاهری و قیمت بالای گوشت ماهی نسبت داد. با توجه به کمبود پروتئین در اغلب جوامع و وجود منابع فراوان غذاهای دریایی در دنیا، وارد کردن آبزیان به صورت نوین در رژیم غذایی مردم کاری با ارزش است (Moeini and Farzanfar, 2004). یکی از مهم‌ترین دستاوردهای سال‌های اخیر، تولید فرآورده‌هایی دارای ارزش افزوده، از ماهی است. این محصولات در تعریف به مجموعه‌ای از محصولات اطلاق می‌شود که به کمک انواع مختلف فرآوری انسانی یا مکانیکی از ماده غذایی اولیه تهیه می‌شوند و از نظر بافت، ظاهر، طعم و ماهیت با مواد اولیه خود متفاوت هستند، ولی از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردارند (Farajzadeh et al. 2013). در دنیای امروز، با فرآوری آبزیان محصولات متنوعی از آن تولید شده که باعث می‌شود مردم به مصرف این محصولات تشویق شوند. بر طبق آمار سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد، ۴۵٪ آبزیان به صورت فرآوری شده مصرف می‌شوند (Hoseini, 2020). امروزه شاهد تولید انواع ناگت، سوسیس، برگر و دیگر فرآورده‌های نیمه آماده حاوی گوشت ماهی و دیگر آبزیان هستیم. اما بیشتر غذاهای نیمه‌آماده، سرخ‌کردنی هستند و از آنجا که عمدتاً برای آماده‌سازی نیاز به سرخ شدن در روغن دارند، سبب افزایش محتوای روغن در محصول نهایی می‌شوند و این امر منجر به افزایش کالری و چربی در این دسته از غذاها می‌شود (Brannan et al. 2014). به طوری که با توجه به نوع غذا و روش سرخ‌کردن، میزان

جذب روغن ۱۴-۴٪ وزن کل، متغیر است (Ghidurus et al. 2010). در سال‌های اخیر، افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان در زمینه ارتباط میان تغذیه و سلامت، منجر به تقاضای روز افزون آنان برای دریافت مواد خوراکی مغذی، سالم و با کیفیت شده است (Halilog et al. 2004; Siro et al. 2008; Nego et al. 2011). تحقیقات متعدد نشان داده که استفاده از هیدروکلوئیدها در کاهش میزان جذب روغن فرآورده‌های مختلف تأثیرگذار است (Garmkhani et al. 2010; Dehghannasiri et al. 2012; Li et al. 2022; Pirsā and Hafezi, 2022).

در مطالعه‌ای که به بررسی تأثیر استفاده از هیدروکلوئیدهای صمغ عربی، گوار و زانتان بر ویژگی‌های کیفی فلافل سرخ شده با تأکید بر کاهش مقدار روغن جذب شده پرداخته شد، دریافتند که افزودن هیدروکلوئیدها سبب حفظ بیشتر رطوبت در ماده غذایی و از دست رفتن آن و در نهایت، کاهش جذب روغن می‌شود. مقادیر روغن جذب شده و سفتی نمونه‌ها در اثر افزودن هیدروکلوئیدها کاهش معنی‌داری داشت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها رنگ ظاهری، تردی و پذیرش کلی نمونه‌های فلافل را افزایش می‌دهد، در حالی که شدت طعم اندکی کاهش می‌یابد (Hojjati et al. 2019). در مطالعه دیگر، محققان به بررسی تأثیر صمغ‌های زانتان و کربوکسی-متیل سلولز بر ریز ساختار و ویژگی‌های بافتی، رنگ و میزان جذب روغن سویا برگر پرداختند و دریافتند که استفاده از صمغ‌ها در فرمول فرآورده‌های برگری موجب بهبود ویژگی‌های بافتی، رنگ، جذب روغن و حسی محصول نهایی می‌شود (Basati et al. 2017).

در این پژوهش سعی بر تولید محصول فرآوری شده (کباب لقمه‌ای) از ماهی فیتوفاگ شد که جذب روغن نیز در آن کاهش یافته باشد. لذا برای دستیابی به فرمول مناسب تولید کباب لقمه ماهی، از غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲٪) صمغ زانتان استفاده شد تا علاوه بر حفظ کیفیت و طعم مناسب، سبب کاهش جذب روغن در هنگام سرخ شدن شود و این محصول را به غذایی سالم‌تر و رژیمی تبدیل کند تا فاقد کالری و چربی اضافی بوده و سلامت مصرف‌کننده را به خطر نیندازد.

مواد و روش‌ها

برای تهیه کباب لقمه‌های ماهی فیتوفاگ، آرد (گل‌ها، ایران)، ادویه جات (برتر، ایران)، و دیگر مواد افزودنی از بازار محلی خریداری شدند. صمغ زانتان از شرکت دی جی شیمی تهیه شد. روغن مایع مخصوص سرخ کردنی بدون پالم از شرکت اویلا تهیه شد. π -هگزان از شرکت مجلی و دیگر مواد شیمیایی از شرکت سیگما خریداری شدند.

روش تهیه کباب لقمه

برای تهیه کباب لقمه ماهی، ماهی فیتوفاگ به مقدار ۲۰ کیلوگرم با وزن متوسط 500 ± 2000 گرم از بازار ماهی فروشان شهرستان صومعه‌سرا، گیلان خریداری، و سپس به همراه یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا ماهی‌ها شسته و تخلیه شکمی شده، پوست و باله‌ها جدا، و مجدداً شسته شدند. بعد از آن، جداسازی استخوان از فیله ماهی انجام شد و پس از آبکشی، فیله‌ها به مدت دوساعت در محلول آلیمو و آب پیاز استراحت داده شدند. سپس فیله‌ها از محلول خارج شده و در سبد قرار گرفتند تا آب اضافی از آن‌ها خارج شود. در مرحله بعد، پروتئین سویا به مدت ۲۰ دقیقه پخته شد. سپس، ۶۰۰ گرم فیله ماهی، ۴۰۰ گرم پروتئین سویا، ۱۰۰ گرم پیاز با چرخ گوشت چرخ شدند. در ادامه ۱۰۰ گرم آرد گندم، ۲ قاشق چای‌خوری ادویه مخصوص ماهی، دو حبه سیر و مقداری نمک و فلفل به مخلوط ماهی و سویا افزوده، و به خوبی ورز داده شد. در آخر به ترتیب ۱، ۱/۵ و ۲ گرم پودر زانتان به ۹۹، ۹۸/۵ و ۹۸ گرم مواد کباب لقمه اضافه، و مواد به خوبی ورز داده شد تا مخلوط شوند (Hojjati et al. 2019). پس از این مرحله کباب لقمه‌ها توسط ترازو به گلوله‌های ۳۰ گرمی تقسیم شدند و با قالب

به ابعاد ۲/۵ در ۷ سانتی‌متر شکل داده شدند و به فریزر انتقال یافتند.

پخت نمونه‌ها

برای سرخ کردن کباب لقمه‌ها، ۵ عدد کباب لقمه از هر تیمار در ماهی‌تابه سرخ شدند. به‌منظور یکسان بودن شرایط برای همه نمونه‌ها، بعد از سرخ کردن هر تیمار روغن‌تابه خالی شد و تازه مجدداً شسته و خشک شد. سپس نمونه‌های تیمار بعدی سرخ شدند. هر طرف کباب لقمه‌ها ۴ دقیقه سرخ شدند. سپس از تابه خارج شده و بعد از رسیدن به دمای محیط، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی آن‌ها انجام شد (Hosseini et al. 2014).

ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی کباب لقمه‌ها

اندازه‌گیری میزان رطوبت و روغن

اندازه‌گیری رطوبت به روش خشک کردن در آون انجام شد. به این منظور، ابتدا ظروف پلیت شسته شدند و در آون (Laboven، تهران، ایران) قرار گرفتند تا خشک شوند. سپس، برای سرد شدن، ظروف به دسیکاتور انتقال یافتند و در انتها پلیت‌ها وزن و نام‌گذاری شدند و وزن آن‌ها یادداشت شد. ۱۰ گرم از نمونه خورد شده از هر تیمار کباب لقمه در پلیت‌ها ریخته شد و به مدت ۱۸-۱۶ ساعت در آون با دمای ۱۰۰-۱۰۲ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک شدند. مجدداً نمونه‌ها تا رسیدن به دمای محیط به دسیکاتور انتقال یافتند. در آخر، نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتال وزن شدند. مقدار وزنی که نمونه‌ها از دست دادند، به عنوان میزان رطوبت در نظر گرفته شد (AOAC, 1995). میزان رطوبت بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$100 \times \text{وزن نمونه تر} / [\text{اوزن ظرف} - (\text{وزن ظرف و نمونه خشک})] = \text{درصد ماده خشک}$$

بعد تا نصف اندازه ظرف، π -هگزان داخل ظروف ریخته، و در دستگاه جای‌گذاری شدند. دستگاه روی دمای ۹۰ درجه به مدت ۴۵ دقیقه تنظیم شد. بعد از اتمام کار دستگاه، نمونه‌ها تا خنک شدن به دسیکاتور انتقال داده شدند و سپس نمونه‌ها مجدداً توزین شده و چربی کل بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (AOAC, 1995).

برای اندازه‌گیری چربی کل، از روش سوکسله استفاده شد. نمونه‌هایی که در آون خشک شده بودند، در این مرحله در هاون پودر شدند. سپس ۱ گرم از هر تیمار، در ۳ تکرار در داخل کاغذصافی‌هایی که از قبل در آون خشک و وزن شده بودند، ریخته، و با نخ بسته شدند تا نمونه‌ها حین کار در دستگاه پاره نشوند. نمونه‌ها درون لوله‌های دستگاه سوکسله قرار داده شدند و در ظرف مخصوص دستگاه جای گرفتند.

$$\text{وزن کاغذ صافی} - (\text{وزن کاغذ صافی} + \text{نمونه چربی زدایی شده}) = \text{وزن نمونه بدون چربی}$$

۱۰۰ × وزن نمونه خشک شده / (وزن نمونه بدون چربی - وزن نمونه خشک شده) = درصد چربی در ماده خشک

اندازه گیری کاهش میزان جذب روغن

کاهش میزان جذب روغن در کباب لقمه‌های سرخ شده نهایی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Sakhale et al. 2011):

۱۰۰ × [درصد چربی نمونه شاهد / (درصد چربی نمونه تحت تیمار - درصد چربی نمونه شاهد)] = میزان کاهش جذب روغن

آزمون رنگ سنجی

سنجش رنگ نمونه‌های کباب لقمه با استفاده از روش رنگ-سنجی CIE Lab از طریق شاخص‌های رنگی انجام شد و با استفاده از جعبه مخصوص رنگ‌سنجی (محفظه نوری) از نمونه‌ها برای تعیین شاخص‌های رنگی کباب لقمه، عکس-برداری شد. سپس عکس‌ها به نرم افزار ImageJ انتقال و با فعال کردن فضای Lab شاخص‌های L^* ، a^* ، b^* تعیین شدند. شاخص (L^*) از صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)، شاخص (a^*) از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص (b^*) از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر است (KHazaei et al. 2016).

آزمون بافت سنجی (TPA)^۱

برای اندازه گیری ویژگی‌های بافتی کباب لقمه‌های ماهی، نمونه‌ها در ابعاد ۱ × ۳ سانتی‌متر برش داده شده و آزمون بافت شامل تست برش که با دستگاه تکسچر آنالایزر مدل بروکفیلد CT3 انجام شد (Brokfield, USA). در تست برش، نیروی برش به میزان ۲ نیوتن برای برش بافت قطعات کباب لقمه ماهی توسط دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد مجهز به پروب TA53 اعمال شد (Farajzadeh et al. 2013).

پروفایل اسید چرب

برای سنجش پروفایل اسیدچرب، نمونه‌های حاوی زانتان، از تیمارهایی که در آزمون‌های قبلی بهترین امتیازات را کسب کرده بودند، استفاده شد و با پروفایل اسیدچرب تیمار شاهد (فاقد زانتان) مقایسه شدند. به این منظور، استخراج چربی بر اساس روش Folch (۱۹۵۷) با کمی تغییر، با استفاده از حلال کلروفرم:متانول بانسبت حجمی (۱:۲:۷) (v/v1:2)

حاوی ۰/۰۱٪ هیدروکسیل تولوئن به عنوان آنتی اکسیدان انجام شد. برای بررسی پروفایل اسیدچرب متیل استر (FAME) با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) فیلیپس مدل GC-PU4400، مجهز به ستون موئین از نوع (BPX70, 60 m × 0/32 mm ID, 0/25-μm) و (film thickness, SGM, Victoria, Australia) آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (FID) استفاده شد. از هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹٪ به عنوان گاز حامل استفاده شد و حجم نمونه تزریق شده ۰/۲ μL بود که به نسبت ۱:۲۰ تقسیم شد. دمای آون برای بالا بردن دما از ۱۶۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در ۲۰ درجه بر دقیقه و از ۱۸۰ به ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد در ۱/۵ درجه بر دقیقه و از ۲۱۰ به ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد در ۲۰ درجه بر دقیقه برنامه ریزی شد. دمای آشکار ساز و محل تزریق به ترتیب ۲۸۰ و ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. شناسایی اسید چرب و اندازه‌گیری آن‌ها بر اساس نقاط پیک FAME و استفاده از نرم-افزار (Prague, Czech, DataApex) Clarity™ (Republic) انجام شد (Momenzadeh et al. 2018).

آزمون حسی

بررسی ویژگی‌های حسی نمونه‌های کباب لقمه ماهی سرخ شده، توسط ۲۰ نفر از افراد آموزش‌دیده بر روی نمونه‌های تولیدی انجام شد. ویژگی‌های مورد آزمون شامل عطر و طعم، رنگ، شکل ظاهری، نرمی و سفتی بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی بود. شرایط سنجش برای داوران حسی کاملاً یکسان بود و برای افزایش دقت چشایی در بین فواصل بررسی نمونه‌ها از آب و نان استفاده شد. آزمون در مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای طراحی شده و حد پذیرش ۲/۵ در نظر گرفته شد (Farajzadeh et al. 2013).

^۱Texture Analyzer

مؤلفه حسی	امتیاز			
	خیلی خوبی (۵)	خوب (۴)	متوسط (۳)	بد (۲)
عطر				غیر قابل خوردن (۱)
طعم				
رنگ				
شکل ظاهری				
کیفیت بافت				
احساس دهانی				
پذیرش کلی				

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در مطالعه حاضر تمامی آزمون‌ها با ۳ تکرار انجام شد و تجزیه و تحلیل آماری در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد و داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰، سنجش شد. برای بررسی بین هر تیمار از سنجش واریانس یکطرفه در سطح ۵٪ استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. برای بررسی نتایج آزمون حسی از روش ناپارامتری Kraskal-wallis استفاده شد.

نتایج

میزان رطوبت، چربی و کاهش جذب روغن نمونه‌های

کباب لقمه

نتایج تغییر میزان رطوبت، چربی و کاهش جذب روغن ناشی از افزودن صمغ زانتان در داخل فرمول کباب لقمه در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که در این جدول مشخص است، بین نمونه شاهد با غلظت‌های ۱/۵ و ۲٪ زانتان در مقدار رطوبت و چربی اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.05$). کمترین مقدار رطوبت در نمونه شاهد و بیشترین مقدار در تیمار حاوی ۲٪ زانتان مشاهده شد ($p < 0.05$). همچنین کمترین میزان چربی در تیمار حاوی ۲٪ زانتان مشاهده شد. بین تیمار شاهد با تیمارهای ۱/۵ و ۲٪ زانتان اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0.05$). بیشترین میزان کاهش جذب روغن نیز در نمونه حاوی ۲٪ زانتان مشاهده شد.

جدول ۱ نتایج حاصل از افزودن غلظت‌های ۱، ۱/۵ و ۲٪ صمغ زانتان در فرمول کباب لقمه ماهی فیتوفاگ بر میزان رطوبت، چربی و کاهش میزان جذب روغن.

تیمارها	میزان رطوبت (%)	میزان چربی (%)	میزان کاهش جذب روغن (%)
شاهد	42.52 ± 0.94^c	21.66 ± 1.15^a	—
کباب لقمه حاوی ۱٪ زانتان	43.7 ± 0.70^c	21 ± 1^a	۳/۰۴
کباب لقمه حاوی ۱/۵٪ زانتان	49.59 ± 0.61^b	19.66 ± 1.15^b	۹/۲۳
کباب لقمه حاوی ۲٪ زانتان	55.36 ± 0.64^a	17.66 ± 1.52^c	۱۸/۴۶

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنادار میان تیمارها است ($p < 0.05$).

بررسی رنگ نمونه‌های کباب لقمه

یکی از شاخص‌های مهم در ماده غذایی، رنگ آن است که تأثیر زیادی در جلب توجه مصرف‌کننده دارد. در جدول ۲

تأثیر افزودن زانتان در غلظت‌های مختلف بر شاخص‌های رنگی کباب لقمه نشان داده شده است. بعد از افزودن زانتان به کباب لقمه‌ها از میزان روشنایی (L^*) نمونه‌ها کاسته شد.

معنی دار مشاهده شد ($p < 0.05$). همچنین، مقدار قرمزی (b^*) نمونه‌ها بعد از افزودن زانتان افزایش یافت، به طوری که بین شاهد و باقی تیمارها تفاوت معنی دار وجود داشت ($p < 0.05$).

نمونه شاهد که فاقد زانتان بود، بیشترین میزان روشنایی را داشت. بین تیمار شاهد با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت ($p < 0.05$). شاخص (a^*) نیز بعد از افزودن زانتان افزایش یافت و بین شاهد با سه تیمار دیگر اختلاف

جدول ۲ نتایج حاصل از افزودن غلظت‌های ۱، ۱/۵ و ۲٪ صمغ زانتان در فرمول کباب لقمه ماهی فیتوفاگ بر شاخص‌های رنگی (L^* , a^* , b^*) کباب لقمه (میانگین $\pm$ خطای استاندارد، $n = 20$).

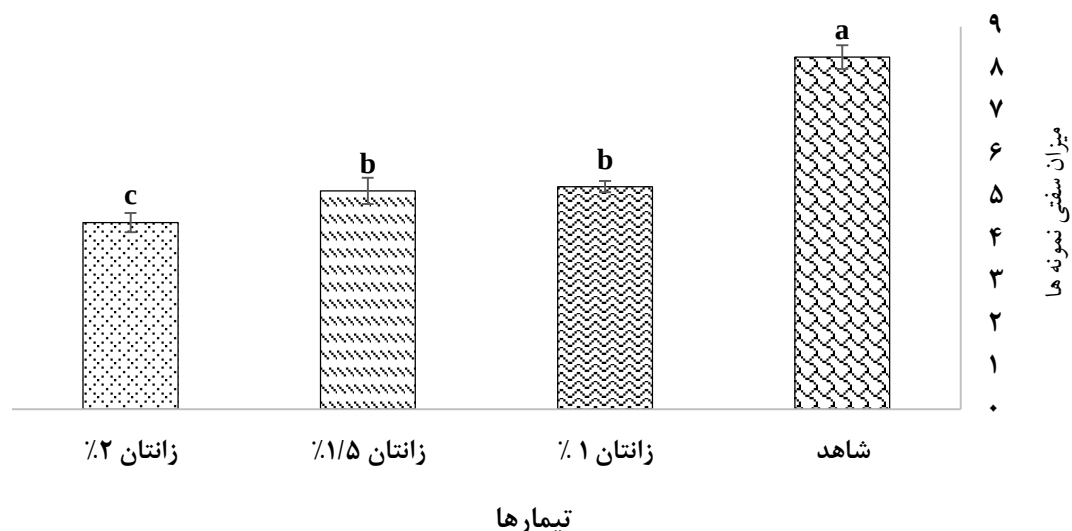
رنگ سنجی	L^*	a^*	b^*
شاهد	$46/40 \pm 0/54^a$	$20/40 \pm 1/34^c$	$24/80 \pm 0/83^d$
کباب لقمه حاوی ۱٪ زانتان	$37/00 \pm 1^b$	$23/20 \pm 0/83^b$	$27/60 \pm 1/14^c$
کباب لقمه حاوی ۱/۵٪ زانتان	$33/00 \pm 1/58^c$	$24/20 \pm 1/30^{ab}$	$30/80 \pm 1/30^b$
کباب لقمه حاوی ۲٪ زانتان	$34/20 \pm 1/30^c$	$25/40 \pm 1/14^a$	$35/40 \pm 1/94^a$

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار میان تیمار هاست ($p < 0.05$).

صمغ زانتان از میزان سفتی نمونه‌ها کاسته شد، به طوری که تیمار شاهد بیشترین سفتی را داشت و بین شاهد با باقی تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت ($p < 0.05$). کمترین میزان سفتی در تیمار حاوی ۲٪ صمغ زانتان مشاهده شد.

سفتی نمونه‌های کباب لقمه

تأثیر افزودن مقادیر مختلف زانتان بر بافت کباب لقمه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج بررسی میزان سفتی نمونه‌ها با دستگاه بافت‌سنج نشان داد که بعد از افزودن



شکل ۱ نتایج حاصل از افزودن غلظت‌های ۱، ۱/۵ و ۲٪ صمغ زانتان در فرمول کباب لقمه ماهی فیتوفاگ بر سفتی بافت (میانگین $\pm$ خطای استاندارد؛ $n=3$).

زانتان به کباب لقمه، میزان SFA^1 کاهش یافت و با تیمار شاهد اختلاف معنی دار داشت ($p < 0.05$). میزان $USFA^2$ نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت ($p < 0.05$). $\mu MUFA$

پروفایل اسید چرب نمونه‌های کباب لقمه

نتایج بررسی پروفایل اسید چرب کباب لقمه ماهی در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد که بعد از افزودن صمغ

³ Mono Unsaturated fatty acids

¹ Saturated fatty acids

² Unsaturated fatty acids

در نمونه شاهد بیش از تیمار حاوی زانتان محاسبه شد. بعد از افزودن صمغ زانتان^۱ PUFA به طور معنی دار افزایش یافت ($p < 0.05$). همچنین، مقدار EPA+DHA و DHA/EPA نیز در تیمار حاوی زانتان با نمونه شاهد اختلاف معنی دار داشت ($p < 0.05$).

جدول ۳ نتایج آزمون بافت تیمارهای مختلف کباب لقمه ماهی تولید شده (میانگین $\pm$ خطای استاندارد؛ $n=3$).

تیمارها	SFA	USFA	MUFA	PUFA	EPA+DHA	DHA/EPA
شاهد	$9/26 \pm 0/05^a$	$90/6 \pm 0/07^b$	$71/61 \pm 0/61^a$	$17/8 \pm 0/56^b$	$0/81 \pm 0^b$	$0/24 \pm 0/01^b$
کباب لقمه حاوی ۱/۵٪ زانتان	$7/2 \pm 0/05^b$	$92/7 \pm 0/03^a$	$40/9 \pm 0/8^b$	$50/5 \pm 0/47^a$	$0/91 \pm 0/02^a$	$0/33 \pm 0/01^a$

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار میان تیمارهاست ($p < 0.05$).

ویژگی های حسی نمونه های کباب لقمه
جدول ۴ نتایج حاصل از بررسی ویژگی های حسی مختلف کباب لقمه شامل عطر، طعم، رنگ، شکل ظاهری، کیفیت بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی را نشان می دهد.

بررسی نتایج حسی نشان داد که همه نمونه ها با امتیاز بالا مورد پسند ارزیابان قرار گرفتند. بین نمونه شاهد با هیچ یک از نمونه های حاوی زانتان در مؤلفه های مورد آزمون اختلاف معنی دار مشاهده نشد ($p > 0.05$).

جدول ۴ ارزیابی حسی کباب لقمه ها پس از سرخ کردن با افزودن ۱، ۱/۵، ۲٪ صمغ زانتان در داخل فرمول کباب لقمه ماهی فیتوفاگ (میانگین $\pm$ خطای استاندارد؛ $n=20$).

ارزیابی حسی	عطر	طعم	رنگ	شکل ظاهری	کیفیت بافت	احساس دهانی	پذیرش کلی
شاهد	$0/81^a$	$4/2 \pm 0/89^a$	$0/87^a$	$0/71^a$	$0/91^c$	$0/88^b$	$4/1 \pm 0/7^{ab}$
	$4/15$		$4/35$	$4/25$	$3/75$	$3/95$	
کباب لقمه حاوی ۱٪ زانتان	$4/1 \pm 1/02^a$	$4/2 \pm 1/05^a$	$4/65 \pm 0/48^a$	$4/5 \pm 0/68^a$	$0/94^a$	$0/98^b$	$3/95 \pm 0/9^{ab}$
					$4/05$	$3/85$	
کباب لقمه حاوی ۱/۵٪ زانتان	$0/94^a$	$0/93^a$	$4/2 \pm 0/89^a$	$0/74^a$	$0/85^a$	$0/88^a$	$1/01^c$
	$4/05$	$3/85$		$4/35$		$3/55 \pm 0/88^a$	$3/75$
کباب لقمه حاوی ۲٪ زانتان	$4/25 \pm 0/63^a$	$3/8 \pm 0/89^a$	$4/15$	$0/99^a$	$0/88^a$	$0/76^a$	$3/7 \pm 0/93^c$
				$3/95$	$3/95$		

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار میان تیمارهاست ($p < 0.05$).

فرآورده های نیمه آماده غذایی در مقدار زیادی روغن با دمای بالا و در حضور اکسیژن سرخ می شوند، روغن فراوانی به خود جذب می کنند. به طوری که غالباً تا حدود یک سوم وزن کل ماده غذایی سرخ شده را روغن تشکیل می دهد (Daraei Garmakhany et al. 2014).

لذا در تحقیق حاضر از پودر زانتان برای کاهش جذب روغن استفاده شد. برای بررسی روند تغییرات جذب روغن و کیفیت کباب لقمه ها در حضور زانتان، آزمون های متعددی انجام شد که در این بخش به بحث در مورد آن ها پرداخته می شود.

بحث
امروزه در سطح دنیا با توجه به پیشرفت فناوری، تغییر سبک زندگی و کمبود وقت برای پخت و پز و مصرف انواع فرآورده های گوشتی رواج پیدا کرده است. در ایران نیز به دلیل ماشینی شدن زندگی و کمبود وقت برای پخت و پز، مصرف این نوع فرآورده ها روز به روز افزایش می یابد و تنوع قیمت این قبیل محصولات توان خرید را برای عموم مردم جامعه فراهم آورده است (Farajzadeh et al. 2013). کباب لقمه ماهی یک نوع فرآورده گوشتی است که از گوشت چرخ شده ماهی به همراه سویا، پیاز، مواد اتصال-دهنده و ادویه جات تهیه می شود. با توجه به این که این نوع

¹ Poly Unsaturated fatty acids

قهوه‌ای شدن، کاراملیزاسیونی سرخ کردن و خشک کردن باشد (Yaghobi et al. 2014).

در تحقیق حاضر با افزودن زانتان به فرمول کباب لقمه میزان، روشنایی (L^*) کاهش یافت، ولی میزان زردی (a^*) و قرمزی (b^*) نمونه‌ها افزایش یافت که با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند، زیرا سرخ کردن در دمای بالا باعث ایجاد واکنش میلارد و کاراملیزاسیون می‌شود و در نتیجه، رنگ نمونه‌ها تیره می‌شود و حضور هیدروکلوئیدها این تغییر رنگ را تشدید می‌کند (Romani et al. 2009). هیدروکلوئیدها حاوی انواع متفاوتی از قندهای کربونیلی هستند که در واکنش قهوه‌ای شدن میلارد شرکت می‌کنند (Hojjati et al. 2019).

ویژگی‌های بافتی کباب لقمه‌های تولیدشده

نتایج آزمون بافت در تحقیق حاضر نشان داد که نمونه شاهد نسبت به همه تیمارهای اعمال شده، بیشترین سفتی را داشت. این موضوع ممکن است به این دلیل باشد که با افزودن زانتان به کباب لقمه‌ها میزان رطوبت آن‌ها بهتر حفظ شده و افزایش میزان رطوبت و کاهش میزان چربی نیروی برش را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طوری که میزان کاهش چربی نمونه‌ها سبب افزایش میزان رطوبت و کاهش درصد سفتی آن‌ها می‌شود (Farajzadeh et al. 2013). Asiamah و همکاران (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های عملکردی و حسی توپک‌های سیب زمینی پرداختند. آن‌ها نیز گزارش کردند که افزودن زانتان و کربوکسی متیل سلولز به توپک سیب زمینی، باعث نرم‌تر شدن بافت آن‌ها می‌شود. همچنین، استفاده از این دو در توپک سیب زمینی، باعث کاهش جذب روغن در محصول نهایی شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

پروفاایل اسید چرب کباب لقمه ماهی

ترکیب اسیدهای چرب موجود در غذاهای دریایی از شاخص‌های مهم تغذیه‌ای این دسته از مواد غذایی است، همان گونه که قبلاً ذکر شد، آنچه اهمیت تغذیه‌ای مصرف ماهی را بین دیگر مواد غذایی حائز اهمیت خاص ساخته است، به نوع چربی موجود در آن مربوط می‌شود. بیشتر ماهیان دارای مقادیر بالایی از اسید چرب غیر اشباع هستند که ویژگی‌های سودمند بسیاری برای جلوگیری از بیماری

میزان رطوبت و چربی کباب لقمه‌های تولید شده

در حین فرایند سرخ کردن و تغییرات ساختاری ماده غذایی، به دلیل دمای بالای روغن شاهد کاهش رطوبت ماده غذایی هستیم. کاهش رطوبت فراورده منجر به افزایش میزان تخلخل در آن می‌شود و در حین سرخ کردن، روغن این حفره‌ها را پر می‌کند (Dana and Saguy, 2006). در تحقیق حاضر بعد از افزودن زانتان در فرمول کباب لقمه ماهی، رطوبت و چربی تیمارهای استفاده شده از ۱/۵ و ۲٪ زانتان با نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند. علت این امر خاصیت سدکنندگی صمغ‌هاست که مانع خروج رطوبت از داخل بافت حین سرخ کردن می‌شوند و همین‌طور ممکن است به خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت‌دهی مربوط باشد (Primo-Martín et al. 2014; Negadi and Rahimi, 2010). توانایی پوشش‌های هیدروکلوئیدی در تشکیل فیلم در طی حرارت‌دهی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر میزان کاهش جذب روغن است. از طرفی، توانایی صمغ‌ها در نگهداری آب به دلیل وجود پیوند هیدروژنی است (Farajzadeh et al. 2013). میزان رطوبت و روغن کباب لقمه‌ها به عواملی از جمله ترکیبات تشکیل دهنده خمیر، اندازه گلوله خمیر کباب لقمه و شرایط سرخ کردن همچون دما و مدت زمان سرخ کردن بستگی دارد. در تحقیق حاضر اندازه گلوله‌های خمیر و شرایط سرخ کردن همه نمونه‌ها یکسان بود تا تأثیر هیدروکلوئید بهتر نشان داده شود. هیدروکلوئیدها به دلیل ظرفیت بالای اتصال با آب و خاصیت سدکنندگی خود در برابر خروج رطوبت در حین سرخ شدن ماده‌ی غذایی، مانع خروج رطوبت بافت از سطح ماده غذایی بر اثر حرارت شده و مقدار رطوبت بیشتری را در ماده غذایی حفظ می‌کنند (Farajzadeh et al. 2013).

ویژگی‌های رنگی کباب لقمه‌های تولید شده

رنگ غذا اولین شاخص کیفی است که توسط مصرف‌کننده ارزیابی می‌شود و در پذیرش محصول نقش اساسی دارد. رنگ از جنبه‌های کیفی مهم غذاهای فرآوری نشده و فرآوری شده است. رنگ به همراه طعم و بافت نقش مهمی در مقبولیت غذا ایفا می‌کند و اولین عاملی است که باعث افزایش جلب توجه مشتری می‌شود. علاوه بر این، رنگ می‌تواند نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی در مواد غذایی، مانند

حسی آن نمی‌گذارد. در تحقیق حاضر، عدم تفاوت مشهود بین خصوصیات حسی تیمارهای مختلف مشاهده شد.

منابع

- بساطی، ا.، حسینی، ا.، اصفهانی مهر، ع. ۱۳۹۶. تاثیر صمغ‌های زانتان و کربوکسی‌متیل سلولز بر ریز ساختار و ویژگی‌های بافتی، رنگ و میزان جذب روغن سویا برگر. پژوهش‌های صنایع غذایی ۲۸: ۶۷-۵۷.
- حسینی، و. ۱۳۹۹. تضمین کیفیت و ایمنی در فرآوری آبیان. علوم آبی پروری ۸: ۲۰۸-۱۹۷.
- حجتی، م.، مهرنیا، م.، کاکاآزاده، آ.، فقهی، س. ۱۳۹۸. تاثیر استفاده از برخی هیدروکلوئیدهای خوراکی بر ویژگی‌های کیفی فلافل سرخ شده با تأکید بر کاهش مقدار روغن جذب شده. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران ۱۴: ۸۸-۷۷.
- دادگر، ش.، صالحی، ح.، حاجی‌میررحیمی، س.د.، تیموری، م. ۱۳۹۳. سنجش سرانه مصرف آبیان و ارزیابی موانع و راهکارهای توسعه مصرف در استان مرکزی. مجله علمی سیالات ایران ۲۳: ۳۰-۱۷.
- عطاری، ب.، سیدالنگی، ز.، جرجانی، س. ۱۳۹۷. تاثیر افزودن هیدروکلوئید زانتان در پوشش میگوی سوخاری وانامی (*Litopenaeus vannamei*) بر جذب روغن، شاخص‌های کیفیت غذایی و خصوصیات حسی. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران ۱۴: ۱۱۸-۱۰۷.
- فرج‌زاده، ز.، رحیمی، ا.، حجت‌الاسلامی، م.، و مولوی، ه. ۱۳۹۱. تولید همبرگر سرخ شده کم چرب با استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی. بهداشت مواد غذایی ۲: ۷۰-۶۱.
- گرمخانی، الف.، میرزایی، ح.، مقصودلو، ی.، کاشانی‌نژاد، م. ۱۳۸۸. تاثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب زمینی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۶: ۱۲۲-۱۱۲.
- لطیفی، ز.، غفوری، ز.، منوچهری، ش.، خاک‌آرانی، س.، دانشنیا، م.، نصیرانی، ر.، جعفریان، س. ۱۳۹۹. بررسی اثر استفاده از هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با عصاره شاهی (*Lepidium sativum*) بر کاهش جذب روغن و کیفیت فیله سرخ شده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). علوم غذایی و تغذیه ۱۸: ۱۳۹-۱۲۵.

تصلب شریان دارند و نقش مهمی در سلامت انسان و در پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها و کنترل و کمک به بهبود اختلالات و عوارض مختلف ایفا می‌کنند (Attar et al. 2018). EPA و DHA دو اسید چرب مهم هستند که تأثیر مطلوبی بر کاهش عوارض ناشی از بیماری‌های قلبی و عروقی، رشد و عملکرد دستگاه عصبی، بینایی و تولیدمثل دارند (FAO, 2006; Wen et al. 2023).

از سویی، سرخ کردن یکی از روش‌های متداول و معمول برای آماده سازی مواد غذایی است که با انتقال گرما همراه است. حرارت‌دهی قطعات گوشت منجر به ایجاد تغییرات گسترده در ظاهر و خصوصیات فیزیکی آن می‌شود. از دیدگاه مصرف‌کننده، مطلوبیت غذای سرخ شده مربوط به خصوصیات بافتی و حسی مناسب آن شامل طعم، بافت و ظاهر است. تغییراتی که در طی سرخ کردن اتفاق می‌افتد، شامل جمع شدگی، خروج آب و چربی، تبخیر و تشکیل پوسته است. با توجه به اهمیت روغن‌های ماهی و همچنین تأثیر مخرب فرایند سرخ کردن بر روی آن‌ها، استفاده از روشی که بتواند این تغییرات را کاهش دهد، بسیار مطلوب است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با افزودن ۱/۵٪ زانتان میزان EPA، PUFA، MUFA، USFA + DHA و EPA/DHA نسبت به شاهد بیشتر بود که ممکن است به دلیل تأثیر مطلوب هیدروکلوئید مورد استفاده باشد. هیدروکلوئیدها در زمان تماس حرارت، یک لایه مقاوم به نفوذ روغن تشکیل می‌دهند که علاوه بر کاهش جذب روغن، اکسایش حرارتی اسیدهای چرب مفید را نیز کاهش می‌دهند و همین امر موجب حفظ بیشتر اسیدهای چرب مفید حاوی پیوند دوگانه و چند غیراشباع در نمونه حاوی زانتان می‌شود (Salehi, 2020).

ویژگی‌های حسی کباب لقمه ماهی

در تحقیق حاضر، نتایج نشان داد که تمام نمونه‌ها با امتیاز بالا مورد توجه ارزیابان قرار گرفتند و تمام تیمارهای اعمال شده بالاتر از حد پذیرش (۲/۵) را دریافت کردند که این امر نشان‌دهنده آن است که صمغ مورد استفاده، تأثیر نامطلوبی در تغییر پذیرش کباب لقمه از سوی مصرف‌کننده نداشته است. در کل می‌توان گفت از آنجا که زانتان هیدروکلوئیدی فاقد بو، طعم و رنگ خاص است، اگر در غلظت‌های مناسب در تولید فرآورده استفاده شود، تغییر منفی روی خصوصیات

روغن ذرت، روغن هسته انگور) بر پروفال اسید چرب مواد معدنی و ویتامین‌ها. مجله علمی شیلات ایران ۲۷: ۱۶۳-۱۴۹.

یعقوبی‌سوره، ا.، علیزاده خالد آبادی، م.، رضازادباری، م. ۱۳۹۲. کاربرد پردازش تصویر برای تعیین شاخص‌های رنگی L^* , a^* , b^* در سنجش رنگ غذاها. پژوهش‌های صنایع غذایی ۲۳: ۴۲۲-۴۱۱.

AOAC. 1995. Official methods of analysis 16th ed", Association of official analytical chemists. Washington. DC. Unites States.

Asiamah, E., Buckman, E., Peget, F., Akonor, P.T., Padi, A., Boateng, C., Affrifah, N. 2022. Effect of xanthan and carboxymethyl cellulose on structure, functional, and sensorial properties of yam ball. Heliyon 8: e11200

Brannan, R., Mah, U., Schott, M., Yuan, S., Casher, K., Myers, A., Herrick, C.H. 2014. Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded food. The European Journal of Lipid Science and Technology 116: 240-254.

Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H., Maghsudlo, Y. 2014. Production of low fat french-fries with single and multilayerhydrocolloid coatings. Journal of Food Science Technology 51: 1334-1341.

Dana, D., Saguy, I.S. 2006. Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. Advances in Colloid and Interface Science 128: 267-272.

Dehghannasiri, M., Yazdani, T., Khodaparast, M. 2012. Effects of soy and corn flour addition on batter Rheology and quality of deep fat-fried shrimp nugget. Food and Bioprocess Technology 5: 1238-1245.

FAO. 2006. State of world aquaculture: FAO Fisheries Technical Paper, 500, Food and Agriculture Organization Rome. Italy.

Ghidurus, MI., Turtoi, M., Boskou, G., Niculita, P.E. Stan, V. 2010. Nutritional

معینی، س.، فرزانه، ع. ۱۳۸۴. بررسی امکان تولید فیش برگر از کوسه ماهی خلیج فارس. علوم کشاورزی ایران ۳۶: ۱۱۵۱-۱۱۴۳.

مومن‌زاد، ز.، خدانظری، آ.، غانمی، ک. ۱۳۹۶. تاثیر سرخ کردن فیله هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) با روغن‌های مختلف گیاهی (روغن زیتون،

and health aspects related to frying (I). Romanian Biotechnological Letters 15: 5675-5682.

Haliloğlu, H. İ., Bayır, A., Sirkecioğlu, A. N., Aras, N. M. and Atamanalp, M. 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. Food Chemistry 86: 9-55.

Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar R., Karimian Khosroshani, N., Babakhani, A. 2014. Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of Kutum Roach (*Rutilus frisii kutum*). Food Chemistry 148: 86-91.

Khazaei, N., Esmaeili, M., Emamdjomeh, Z. 2016. Effect of active edible coating made by basil seed gum and thymol on oil uptake and oxidation in shrimp during deep- fat frying. Carbohydrate Polymers 137: 249-254.

Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., Wu, Ch., Rao, Z., Du, L., Zhao, R., Yi, M., Wan, Q., Zhao, Y. 2020. Fish consumption and multiple health outcomes: umbrella review. Trend in Food Science and Technology 99: 273-283.

Nego, DH., Wijesekara, I., Vo, TS., Vanta, Q., Kim, SK. 2011. Marine food-derived functional ingredients as potential antioxidants in the food industry: An overview. Food Research International 44: 523-529.

Primo-Martín, C., Sanz, T., Steringa, D.W., Salvador, A., Fiszman, S. M., and Van Vliet, T. 2010. Performance of cellulose

- derivatives in deep-fried battered snacks: Oil barrier and crispy properties. *Food Hydrocolloid* 24: 702-708.
- Pirsa, S., Hafezi, K. 2022. Hydrocolloids: structure, preparation method, and application in food industry. *Food Chemistry* 399: 133967
- Rahimi, J., Ngadi, M.O. 2014. Effect of batter formulation and pre-drying time on oil distribution fractions in fried batter. *LWT-Food Science and Technology* 59: 820-826.
- Romani, S., Rocculi, P., Mendoza, F. 2009. Image characterization of potato chip appearance during frying". *Food Engineering* 93: 487-494.
- Sakhale, B., Badgujar, J., Pawar, V., Sananse, S. 2011. Effect of hydrocolloids incorporation in casing of samosa on reduction of oil uptake. *Journal of Food Science and Technology* 6: 769-772.
- Salehi, F., Roustaei, A.H., Haseli, A.R. 2021. Effect of surface coating with seeds mucilages and xanthan gum on oil uptake and physical properties of fried potato strips. *Food Science and Nutrition* 9: 6245-6251.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., Lugasi, A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance *Appetite* 51: 456-467.
- Salehi, F. 2020. Effect of coating made by new hydrocolloids on the oil uptake during deep-fat frying: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 44.
- WEN, Y., Xue, Ch., Zhang, H., Xu, L., Wang, X., Bi, S., Xue, Q., Xue, Y., Li, Z., Velasco, J., Jiang, X. 2023. Concomitant oxidation of fatty acids other than DHA and EPA plays role in the characteristic off-odor of oil fish. *Food Chemistry* 404: 134724.