بهبود ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی برگر ماهی با افزودن آرد سویا و تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز

عاطفه نجاتی ساربان[1]، هما بقایی[2*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاداسلامی، واحد دامغان، گروه علوم و صنایع غذایی، دامغان، ایران
۲- استادیار دانشگاه آزاداسلامی، واحد دامغان، گروه علوم و صنایع غذایی، دامغان، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۱۹)

چکیده

طی سال‌های اخیر اصلاح فرمولاسیون فرآورده‌های ماهی یک چالش برای صنایع غذایی دریایی بوده است. آنزیم ترانس‌گلوتامیناز، که پروتئین‌ها را از طریق واکنش‌های انتقال آسیل پلیمریزه می‌کند، یکی از سیستم‌های مورد علاقه در بهبود فرمولاسیون فرآورده‌های گوشتی و ماهی می باشد. در پژوهش حاضر تاثیر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی در دو سطح ۰/٤ و ۰/۸ درصد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی برگر ماهی و برگر ماهی حاوی ۵ درصد آرد سویا مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) فعالیت آبی (a_w) تیمارهای برگر ماهی شد. همچنین افزودن آرد سویا سبب کاهش معنی‌دار شدت روشنایی (L^*) و زردی (b^*) نمونه‌ها شد. افزودن آنزیم ترانس-گلوتامیناز و آرد سویا به فرمولاسیون برگر ماهی درصد جمع‌شدگی در نمونه‌های برگر را بطور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) کاهش و بازده پخت را افزایش داد. نتایج ارزیابی ویژگی‌های بافتی نشان داد افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز سبب افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) سفتی، ارتجاعیت، پیوستگی، قابلیت جویدن و خاصیت صمغی بودن بافت نمونه‌های برگر ماهی شد. همچنین افزودن آرد سویا کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) ارتجاعیت و قابلیت جویدن نمونه‌ها را به همراه داشت. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و آرد سویا به فرمولاسیون سبب بهبود قابل توجه ($P<۰/۰۵$) ویژگی‌های حسی فرآورده برگر ماهی شد.

کلید واژگان: برگر ماهی، ترانس گلوتامیناز، آرد سویا، بافت

[*] مسئول مکاتبات: Baghaei.homa@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۱- مقدمه

تغذیه سالم یکی از ابعاد سبک زندگی سالم و یکی از فاکتورهای مهم اجتماعی تعیین‌کننده سلامت می‌باشد. گروهی از مواد غذایی که تأثیر مهمی در سلامت انسان و پیشگیری از بیماری‌ها دارند، ماهی‌ها و به طور کلی آبزیان می‌باشند [۱]. امروزه به خوبی آشکار شده است که گوشت ماهی ویژگی‌های مهم و منحصر به فردی مانند اسیدهای چرب امگا-۳ و پروتئین‌های با کیفیت بالا را دارا می‌باشد [۲]. یک رژیم غذایی متعادل که شامل انواعی از ماهی و محصولات ماهی باشد می‌تواند در سلامت قلب و رشد مناسب کودکان نقش بسزایی داشته باشد [۳]. با این وجود ارزیابی بازار ماهی و آبزیان در ایران حاکی از آن است که از نظر گرایش و تقاضای کمی مردم برای مصرف انواع مواد غذایی پروتئینی، عموما آبزیان در موقعیت مناسبی قرار نگرفته‌اند. از دلایل عدم استقبال مصرف کنندگان از ماهی می‌توان مشکلات مربوط به زندگی ماشینی، مسئله کمبود وقت در تهیه غذا و مشکل مصرف‌کنندگان در تمیز کردن و آماده طبخ نمودن ماهی را نام برد. یکی از راه‌های رفع این مشکلات روی آوردن به صنایع تبدیلی ماهیان است. در این میان برگر ماهی[1] به عنوان غذای آماده مصرف شیلاتی، بیشتر از بقیه محصولات شیلاتی مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار گرفته است و در حال حاضر به شکل‌های گوناگون و با ضخامت‌های مختلف تولید و به صورت منجمد عرضه می‌شود [٤]. برگرها علاوه بر ویژگی‌های گوشت ماهی خالص دارای مزایای دیگری نیز هستند. قیمت نهایی تولید این فرآورده‌ها نسبت به گوشت ماهی پایین‌تر بوده و توانایی استفاده طبقات کم درآمد از این محصولات بیشتر است [۵]. با وجود مزایای برگر ماهی پژوهشگران صنعت غذا همواره در پی ارتقا ویژگی‌های کیفی مواد غذایی با استفاده از روش‌های مختلف می‌باشد تا بدین نحوه رضایت مصرف کنندگان را جلب کنند. یکی از استراتژی‌هایی که اخیرا در جهت بهبود ویژگی‌های بافتی و ارگانولپتیکی محصولات مختلف از جمله محصولات گوشتی به کار گرفته شده است، اصلاح پروتئین‌ها از طریق روش‌های آنزیمی، شیمیایی یا فیزیکی می‌باشد. در این زمینه، آنزیم ترانس-گلوتامیناز میکروبی (MTGase[2], EC 2.3.2.13) یک محصول کارآمد و امیدوار کننده است، چرا که می‌تواند واکنش‌هایی مانند ایجاد اتصالات عرضی، انتقال آسیل و دآمیداسیون را در بسترهای پروتئینی کاتالیز یا تسریع کند [٦]. با دآمیداسیون یا پلیمریزاسیون توسط آنزیم ترانس‌گلوتامیناز، ساختار سیستم‌های پروتئینی تحت تاثیر قرار گرفته و خصوصیات کاربردی آن‌ها تغییر می‌کنند. به این ترتیب خواص عملکردی پروتئین‌ها بهبود یافته و می‌توان محصولاتی جدید با ویژگی‌های بافتی مورد نظر تولید نمود [۷]. یکی از مصارف عمده صنعتی MTGase، اصلاح ساختار محصولات گوشتی است که از طریق پیوندهای عرضی آن را بهبود می‌بخشد. آنزیم باعث پایداری و بهبود خواص مکانیکی (بافت)، زیان کمتر در طول پخت و پز و ظاهر مناسب‌تر محصول می‌گردد، به نحوی که بافت و ظاهر فرآورده شبیه عضلات دست نخورده و سالم می‌شود [۸]. مصارف ترانس گلوتامیناز در فرآوری آبزیان براساس توانایی تاثیر گذاری مثبت آنزیم بر خواص تکنولوژیکی بافت ماهی است، خواصی مانند: سفت شدن بافت‌ها و ظرفیت نگهداری آب در بافت‌ها. در نتیجه اثرات این آنزیم، به عنوان یک فاکتور اقتصادی نیز مطرح می‌شود [۹]. پژوهش‌های متعددی در ارتباط با تاثیر آنزیم بر فرآورده‌های گوشتی مختلف صورت گرفته است. در پژوهشی هرو[3] و همکاران (۲۰۰۸) اثر ترانس‌گلوتامیناز میکروبی بر ویژگی‌های ساختاری پروتئین بسترهای گوشتی را به وسیله طیف سنجی رامان[4] و همچنین ارتباط آن با ویژگی‌های بافتی را مورد بررسی قرار دادند. بررسی نتایج آزمون پروفایل بافت[5] (TPA) نشان داد که افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز موجب افزایش قابل توجه سفتی[6]، ارتجاعی بودن[7] و پیوستگی[8] در بستر

1. Fish Burger

2. Microbial transglutaminase
3. Herrero
4. Raman spectroscopy
5. Texture profile analysis
6. Hardness
7. Springiness
8. Cohesiveness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

گوشتی شده است. همچنین ارتباط معنی‌داری بین تغییرات ساختاری ثانویه در پروتئین گوشت و خصوصیات بافتی (سفتی، ارتجاعی بودن و پیوستگی) در سیستم‌های گوشتی یافت شد [١٠]. در پژوهشی دیگر رادمهر و معتمدزادگان (١٣٩٢) اثر آنزیم ترانس‌گلوتامیناز میکروبی و نمک را روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی ناگت مرغ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها حاکی از این بود که آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و نمک هر دو از عوامل مؤثر در کاهش مقدار آب تراوش یافته می‌باشند. صفات قابلیت جویدن، چسبندگی و سختی نمونه‌ها با افزایش فعالیت آنزیمی، نمک و زمان اثر آنزیم بطور غیر معنی‌داری افزایش یافتند. در نهایت نتایج این محققین نشان دهنده پتانسیل خوب آنزیم ترانس‌گلوتامیناز در تولید ناگت مرغ کم‌نمک بود [١١]. نتایج سقایی و همکاران (١٣٩٠) نیز حاکی از اثر مطلوب آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر بهبود خواص امولسیون‌کنندگی پروتئین-های ماهی فیتوفاگ بود [١٢]. از سوی دیگر بررسی پژوهش‌های متعددی نشان می‌دهد که آرد سویا با دارا بودن پروتئین‌های مانند گلوبولین‌های ١١S و ٧S سوبسترای مناسبتری نسبت به پروتئین-های گوشت ماهی برای عملکرد آنزیم ترانس‌گلوتامیناز می‌باشند [١٣]. انتظار می‌رود این آنزیم به دلیل ایجاد شبکه گسترده پروتئینی بتواند به کمک آرد سویا اثرات مطلوب‌تری بر ویژگی-های بافتی و ارگانولپتیکی برگرماهی بگذارد. بر این اساس هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف آنزیم ترانس گلوتامینار بر برگر ماهی و برگر ماهی تلفیق شده با آرد سویا می-باشد تا بدین وسیله خواص بافتی و ارگانولپتیکی برگر ماهی را بهبود بخشد.

٢- مواد و روش‌ها

٢-١- مواد

ماهیان فیتوفاگ با وزن تقریبی ١٠٠٠ تا ١٥٠٠ گرم در فصل تابستان بصورت تازه از بازار ماهی بعثت، واقع در جنوب تهران تهیه و در کوتاه‌ترین زمان ممکن داخل یونولیت همراه با پودر یخ به آزمایشگاه همکاران PIP (کرج، ایران) منتقل گردید. پودر سوخاری، پودر پیاز، پودر سیر و ادویه از فروشگاههای معتبر محلی و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی از شرکت آرتین شیمی ایران خریداری شد.

٢-٢- روش‌ها

٢-٢-١- تولید برگر ماهی

به منظور تولید برگر ابتدا ماهیان فیتوفاگ با آب تمیز شستشو و پس از قطع سر، امعاء و احشای آن‌ها تخلیه گردید. پس از شستشوی مجدد، با استفاده از دستگاه استخوان‌گیر، گوشت ماهی از پوست و استخوان‌ها جدا و سپس برای کاهش بو و طعم ماهی با محلول آب نمک ٠/٣ درصد سرد شده به نسبت ٤:١ (چهار قسمت آب و یک قسمت ماهی) شستشو گردید. پس از این گوشت استخوان‌گیری شده توسط دستگاه چرخ گوشت با منافذی به قطر ٣ میلیمتر چرخ شده و جهت ترکیب با سایر مواد متشکله در دمای ٢+ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. گوشت چرخ شده ماهی و سایر مواد متشکله طبق فرمولاسیون تعیین شده مطابق با جدول ١ بوسیله دستگاه ترازو بدقت توزین گردید و در ادامه توسط دستگاه مخلوط کن (Moulinex type A85، ساخت اسپانیا) به طور کامل همگن شد. به منظور فعالیت آنزیم ترانس‌گلوتامیناز تیمارهای حاوی آنزیم به مدت ٧ ساعت در دمای ٥+ یخچال نگهداری شدند [١٤]. جهت فرم‌دهی خمیرهای تولیدی از دستگاه قالب زنی دستی به ضخامت ١ سانتی‌متر و قطر ٨ سانتی‌متر استفاده شد، و بلافاصله در داخل فریزر به مدت ٢٤ ساعت منجمد گردید. سپس قطعه‌های برگر درون کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن (زیپ کیپ) در قطعات ٤ عددی بسته بندی و نشانه گذاری گردیدند. محصول تولید شده تا زمان انجام آزمایشات در داخل کارتن و در شرایط فریزر (برودت ١٨- درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید. به منظور انجمادزدایی، برگرها در دمای ٤+ درجه سانتی‌گراد به مدت ١٢ ساعت نگهداری شده و برای پخت نمونه ها از ماهی‌تابه چدنی بدون روغن استفاده شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

جدول ۱ فرمولاسیون تیمارهای مختلف برگرماهی

	فرمولاسیون				
درصد مواد متشکله	تیمار شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
گوشت ماهی	۷۵	۷٤/٦	۷٤/۲	٦۹/٦	٦۹/۲
پودر سوخاری	۹/۷	۹/۷	۹/۷	۹/۷	۹/۷
پودر پیاز	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
پودر سیر	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
رب گوجه‌فرنگی	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
آبلیمو	۰/٦	۰/٦	۰/٦	۰/٦	۰/٦
نمک	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱
ادویه	۰/٤	۰/٤	۰/٤	۰/٤	۰/٤
آنزیم ترانس‌گلوتامیناز	۰	۰/٤	۰/۸	۰/٤	۰/۸
آرد سویا	۰	۰	۰	۵	۵

۲-۲-۲- اندازه گیری pH

اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (Metrohm, model pH 827) انجام گرفت. به منظور انجام آزمایش ابتدا نمونه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در طول شب در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انجماد زدایی شدند. سپس نمونه از یخچال خارج و به محیط وارد شدند تا دمای آن ها ثابت و با دمای محیط متعادل شوند. در مرحله بعد میزان ۵ گرم از هر نمونه مربوطه در ٤۵ میلی‌لیتر آب مقطر در یک بشر یکنواخت شد و پس از صاف کردن نمونه، پروب pH متر کالیبره شده در داخل بشر قرار گرفت و زمانی که عدد ثابت شد، مقدار ثبت گردید [۱۵].

۲-۲-۳- رنگ سنجی[1]

ارزیابی رنگ نمونه‌های خام برگرماهی با استفاده از دستگاه رنگ سنج (Minolta CR 300 Series، ساخت ژاپن) انجام گرفت. که در آن L* (L.value)، b*(b.value) و a*(a.value) به ترتیب نشان‌دهنده شدت سیاهی- سفیدی، شدت زردی- آبی و شدت سبزی-قرمزی می‌باشد [۱٦].

۲-۲-٤- اندازه گیری فعالیت آبی[2]

میزان فعالیت آبی نمونه‌های مختلف برگرماهی خام با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری واتراکتیویته (Lab Master، ساخت سوئیس) در آزمایشگاه همکاران PIP (کرج، ایران) تعیین شد. به منظور انجام آزمایش مقدار مشخصی از تیمارهای مختلف برگرماهی خام در محفظه مخصوص قرار گرفت و سپس میزان فعالیت آبی از روی نمایشگر دیجیتال قرائت شد [۱٦].

۲-۲-۵- ویژگی های پخت[3]

به منظور تعیین ویژگی‌های پخت، نمونه برگرماهی ابتدا بدون روغن و در ماهی تابه چدنی بدون روغن با حرارت متوسط گریل شد و با دماسنج سوزنی (مدل ۹۸۸۱۲ ساخت شرکت MIC، تایوان) دمای مرکز برگر اندازه‌گیری شد. زمانی که دمای مرکز به ۷۵ درجه سانتی گراد رسید، طرف دیگر برگر گریل گردید [۱٤].

۲-۲-۵-۱- میزان جمع‌شدگی[4]

قطر و ضخامت برگر قبل از پخت و پس از آن اندازه‌گیری شد سپس طبق رابطه شماره ۱ درصد میزان جمع‌شدگی برگرها محاسبه گردید [۱٤].

1. Colorimetry

2. Water activity
3. Cooking characteristics
4. Shrinkage

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

$$\text{درصد جمع شدگی} = \frac{((a-b))+(c-d))}{(a+c)} \times 100$$

a= ضخامت برگر خام (mm)

b= ضخامت برگر پخته (mm)

c= قطر برگر خام (mm)

d= قطر برگر پخته (mm)

۲-۲-۵-۲- درصد بازده پخت[1]

به منظور تعیین بازده پخت، وزن برگر قبل و پس از پخت اندازه-گیری شده، سپس بازده پخت طبق رابطه شماره ۲ محاسبه گردید [١٤].

$$\text{درصد بازده پخت} = \frac{\text{(وزن برگر پخته)}}{\text{(وزن برگر خام)}} \times 100$$

۲-۲-٦- آزمون پروفیل بافت

آزمون پروفیل بافت (TPA[2]) غالب‌ترین آزمون تقلیدی مورد استفاده می‌باشد، که نمونه به تقلید از اقدامات انسان در طی عمل جویدن دو بار فشرده می‌شود. TPA توسط دستگاه سنجش بافت[3] (Stable Micro System، مدل TA.XT.PLUS، ساخت انگلستان) و با استفاده از پروپ مربعی با ابعاد ۷*۷ سانتی‌متر و سایز برگر ۲*۲ سانتی‌متر، مطابق روش مین و گرین[4] (۲۰۰۸) انجام گرفت. سرعت پروب ٦٠ میلی‌متر بر دقیقه تنظیم شد و پروپ تا ۷۰٪ ارتفاع اولیه، نمونه‌های برگر ماهی را در دو سیکل متوالی کمپرس کرد. به منظور بازگشت نمونه به حالت اولیه بین سیکل اول فشرش و سیکل دوم ۵ ثانیه بازه زمانی تعیین شد. در این آزمون ویژگی‌هایی همانند سختی، چسبندگی[5]، پیوستگی، ارتجاعی‌بودن و قابلیت جویدن[6] بررسی شد [١٦]. به منظور انجام آزمایش نمونه برگرماهی ابتدا بدون روغن و در ماهی تابه چدنی با حرارت متوسط گریل شود و با دماسنج سوزنی دمای مرکز برگر گرفته شد زمانی که دما به ۷۵ درجه سانتی گراد رسید، طرف دیگر برگر گریل گردید. سپس نمونه پخته بلافاصله برای آزمایشات بافت سنجی به دستگاه بافت‌سنج انتقال داده شد.

۲-۲-۷- ارزیابی حسی

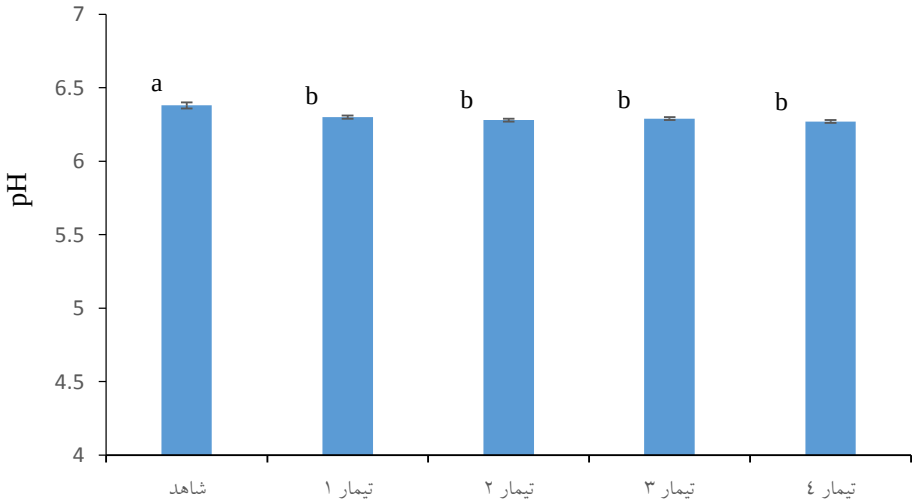
ویژگی‌های حسی نمونه‌های برگر ماهی شامل ظاهر، طعم، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی بوسیله یک پانل ارزیاب زن آموزش‌دیده ۱۰ نفره در آزمایشگاه همکاران PIP (کرج، ایران) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی ویژگی‌های حسی از روش هدونیک پنج نقطه‌ای استفاده شد که رتبه‌بندی آن شامل بسیار خوب (۵ امتیاز)، خوب (٤ امتیاز)، متوسط (۳ امتیاز)، ضعیف (۲ امتیاز) و بسیار ضعیف (۱ امتیاز) بود. قبل از ارزیابی، نمونه‌ها گریل و داخل فویل پیچیده شده سپس به طریق سه شماره‌ای کدگذاری و در اختیار داوران قرار داده شد [١٤].

۲-۲-۸- روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها دست‌کم در سه تکرار انجام شدند و نتایج به صورت میانگین ± انحراف از معیار ارائه شدند. نتایج حاصل بر اساس طرح کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌های ویژگی-های‌های مختلف استفاده شد و مقادیر در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) انجام و نمودارها با Exell 2013 رسم شد.

1. Cooking yield
2. Texture Profile Analysis
3. Texture Analyzer
4. Min & Green
5. Adhessiveness
6. Chewiness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۱ اثر افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و آرد سویا بر pH نمونه های برگر ماهی

۳- نتایج و بحث

pH -۱-۳

نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) pH در برگر ماهی و برگرماهی حاوی آرد سویا شد، اما افزایش سطح متغیر مستقل آنزیم (از ۰/٤ به ۰/۸) تأثیر معنی‌داری بر افت pH برگر ماهی نداشت (شکل ۱). به‌طور کلی آنزیم ترانس گلوتامیناز با تغییر پروتئین‌های سیستم غذایی بر ویژگی‌های عملگرایی ماده غذایی تأثیرگذار است و تأثیری بر pH فرآورده ندارد [۱۷،۱۸]. با این وجود کاهش pH در نتیجه افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز را می‌توان به به فرمولاسیون تجاری آنزیم نسبت داد. آندرس-بلو[1] و همکاران (۲۰۱۱) طی تولید فرآورده بازساخته بر پایه ماهی تحت تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز نیز بیان کردند که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز به فرمولاسیون فرآورده سبب کاهش معنی‌دار pH می‌شود که آن‌ها نیز این تاثیر را ناشی از فرمولاسیون تجاری آنزیم دانستند [۱۹].

۳-۲- رنگ سنجی

یافته‌های آماری تأثیر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز بر شاخص-های رنگی نمونه‌های برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که قابل مشاهده است افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز تاثیر معنی‌داری بر روشنایی، قرمزی و زردی نمونه‌های برگر ماهی نداشت ($P>۰/۰۵$). مطابق با این نتایج کیلیک[2] (۲۰۰۳) گزارش کرد که آنزیم ترانس گلوتامیناز تأثیر معنی‌داری بر رنگ کباب جوجه نداشت [۲۰]. همچنین نتایج نشان می‌دهد که جایگزینی گوشت ماهی با آرد سویا سبب کاهش قابل‌توجه ($P<۰/۰۵$) روشنایی و افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) قرمزی در فرآورده شد (جدول ۲). تأثیر آرد سویا بر کاهش روشنایی و افزایش قرمزی فرآورده برگر ماهی می‌تواند ناشی از حضور بالای آمینواسید لیزین در آن باشد، بطوریکه گروه‌های آزاد آمینو لیزین با قندهای کاهنده واکنش داده و سبب تشکیل واکنش‌های قهوه‌ای میلارد می‌شوند [۲۱].

1. Andre´s-Bello

2. Kilic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

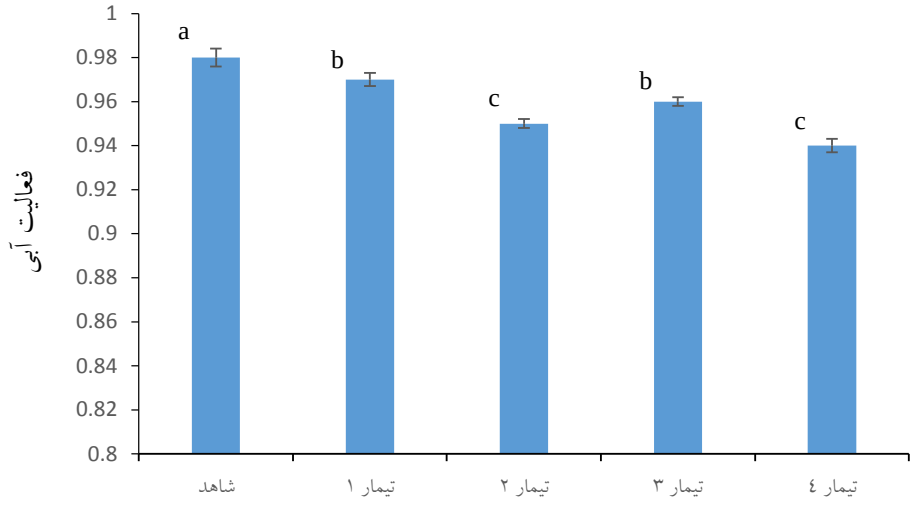
جدول ٢ اثر افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و آرد سویا بر پارامترهای رنگی نمونه های برگر ماهی

تیمار	L^*	a^*	b^*
شاهد	٥٢/٣٤±٥/٥٥ a	٢/٥٦±٠/٣١ b	٤٠/٤٢±٥/٧٠ a
تیمار ١	٥١/١٩±٣/٨٧ a	٢/٨٩±٠/٣٦ b	٤١/٢٨±٨/٨٣ a
تیمار ٢	٥٠/٥٣±٤/٠٦ a	٢/٣٨±٠/٢٥ b	٤٠/٩٢±٦/٤٥ a
تیمار ٣	٤٣/٦٥±٣/٦٩ b	٤/٣٧±٠/٦٤ a	٣٥/٣٠±٣/٢٩ b
تیمار ٤	٤٤/١٧±٢/٣٤ b	٤/٦٨±٠/١١ a	٣٦/١٠±٣/٦٢ b

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح P=٠/٠٥ می‌باشد.

٣-٣- فعالیت آبی

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب کاهش معنی‌دار (P<٠/٠٥) فعالیت آبی تیمارهای برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا شد (شکل ٢). کاهش فعالیت آبی فرآورده تحت تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز می‌تواند ناشی از افزایش ظرفیت نگهداری آب پروتئین‌های ماتریس غذایی و کاهش آب در دسترس باشد [٧]. کاهش فعالیت آبی می‌تواند تأثیر شایانی درکاهش احتمال خطر فساد میکروبی فرآورده داشته باشد. کاهش فعالیت آبی تحت تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز در فرآورده‌های ماهی توسط آندرس-بلو و همکاران (٢٠١١) نیز گزارش شد [١٩]. همچنین مقایسه تیمارهای برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا حاکی از فعالیت آبی پایین‌تر برگرهای ماهی حاوی آرد سویا بود. این نتیجه می‌تواند ناشی از قدرت پروتئین‌های آرد سویا در جذب مولکول‌های آب و از دسترس خارج نمودن آن باشد [٢١].



شکل٢ اثر افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و آرد سویا بر فعالیت آبی نمونه های برگر ماهی

٣-٤- ویژگی‌های پخت

نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب کاهش معنی‌دار درصد جمع شدگی در نمونه‌های برگر ماهی و برگرماهی حاوی آرد سویا نسبت به نمونه شاهد شد (جدول ٣). همچنین جایگزینی آرد سویا در برگر ماهی قبل از تیمار آنزیمی موجب کاهش بیشتر درصد جمع شدگی نسبت به تیمارهای فاقد آرد سویا شد. یافته‌های آماری نشان داد بازده پخت برگر ماهی با افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز در برگر ماهی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

و برگر ماهی حاوی آرد سویا افزایش معنی‌داری پیدا کرد و در این میان افزودن آرد سویا قبل از تیمار آنزیمی سبب افزایش بیشتر بازده پخت شد (جدول ۳). دناتوراسیون پروتئین‌های گوشت و از دست رفتن مایعات (رطوبت و چربی) دو عامل عمده در مقدار جمع شدگی برگر می‌باشند [۲۲]. همچنین افزودن فیبرهای خوراکی[1] گیاهی و منابع پروتئینی غیر گوشتی می‌تواند باعث کاهش جمع‌شدگی و افزایش بازده پخت برگر شود [۱٤]. ظرفیت نگهداری آب[2] (WHC) توانایی پروتئین‌ها در به دام انداختن و حفظ مولکول‌های آب درون ماتریس‌های پروتئینی ازجمله گوشت ماهی، از طریق فعل و انفعالات بین پروتئین و آب است [۲۳]. از آنجایی که آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب بهبود ظرفیت نگهداری آب در فرآورده می‌شود [۷]، تأثیر این متغیر در کاهش درصد جمع شدگی و افزایش بازده پخت را می‌توان ناشی از توانایی این ترکیب در کاهش افت رطوبت طی پخت برگر دانست. افزایش بازده پخت فرآورده‌های غذایی تحت تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز در پژوهش‌های پیشین نیز گزارش شده است. به‌طور مثال، رنزتی[3] و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز به فرمولاسیون نان سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب پروتئین‌ها و در نتیجه کاهش افت پخت (افزایش بازده پخت) شد [۲٤]. همچنین نتایج نشان داد تیمارهای حاوی آرد سویا در مقایسه با تیمارهای فاقد این ترکیب درصد جمع شدگی پایین‌تر و بازده پخت بالاتری داشت (جدول ۳). آرد سویا حاوی مقادیر بالایی پروتئین با ویژگی‌های عملگرایی همچون ظرفیت نگهداری آب و چربی بالا و همچنین ویژگی‌های امولسیفایری می‌باشد. ویژگی‌های عملگرایی پروتئین‌های سویا سبب کاهش افت رطوبت و چربی طی پخت فرآورده شده و در نتیجه درصد جمع شدگی کاهش و بازده پخت افزایش یافت. مطابق با این نتایج راکوسکی[4] و همکاران (۱۹۷٤) گزارش کردند که استفاده از آرد سویا در تولید فرآورده‌های گوشتی منجر به کاهش جمع‌شدگی و افزایش بازده پخت شد [۲۵].

1. Dietary fiber
2. Water-Holding Capacity
3. Renzetti
4. Rakosky

۳-۵- ویژگی‌های بافتی

یافته‌های بررسی آماری اثر مقادیر مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز بر برگر ماهی و برگرماهی حاوی آرد سویا در جدول ٤ نشان داده شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) سفتی در برگر ماهی و برگرماهی حاوی آرد سویا شد. همچنین نتایج نشان داد که جایگزینی گوشت ماهی با آرد سویا قبل از تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز تاثیر معنی‌داری بر سفتی نمونه‌های برگر ماهی نداشت ($P>۰/۰۵$). یکی از کاربردهای آنزیم ترانس‌گلوتامیناز بهبود بافت فرآورده‌های گوشتی و کاهش افت پخت در این فرآورده‌ها است [۲٦]. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز به سوبستراهای پروتئینی که غنی از آمینواسیدهایی از جمله گلوتامین، لیزین، ژلاتین و میوزین می‌باشند سبب تشکیل پیوندهای عرضی شده و متعاقب آن سفتی بافت فرآورده را موجب می‌شوند [۲۷]. مطابق با نتایج پژوهش حاضر کاتایاما[5] و همکاران (۲۰۰٦) بیان کردند که استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز در فرمولاسیون سوسیس تهیه شده از گوشت گاو موجب سفت شدن بافت فرآورده نهایی شد [۲۸]. در رابطه با شاخص چسبندگی، نتایج آنالیز داده‌ها (جدول ٤) نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز تأثیر معنی‌داری بر چسبندگی تیمارها برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا نداشت ($P>۰/۰۵$).

همچنین مقایسه میانگین مقادیر چسبندگی تیمارهای حاوی آرد سویا و فاقد آن نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای حاوی آرد سویا در مقایسه با تیمارهای فاقد آن وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) ارتجاعیت در تیمارهای برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا شد (جدول ٤). این نتایج نشان داد که تیمار شاهد دارای نقاط شکست داخلی[6] بیشتری است که به فرآورده اجازه بازگشت به حالت اولیه را پس از اعمال نیرو نمی‌دهد [۲۹].

5. Katayama
6. Inner fractures

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

جدول ٣ اثر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و آرد سویا بر ویژگی‌های پخت نمونه های برگر ماهی

تیمار	افزایش ضخامت پخت (درصد)	کاهش قطر (درصد)	جمع‌شدگی (درصد)	بازده پخت (درصد)
شاهد	٣٠/٥٤± ٠/٢٤ ^{a}	١٥/٢٦± ٠/٤٤ ^{a}	٩/٦٩± ٠/٣٥^{a}	٦٦/٢٥± ٠/٤٠^{e}
تیمار ١	٢٨/٩٨± ٠/١٩^{b}	١١/٦٥± ٠/٢٥^{b}	٧/٧١± ٠/١٩^{b}	٦٧/٦٤± ٠/٤٢^{d}
تیمار ٢	٢٨/٢٢± ٠/٢٥^{c}	١٢/٤٥± ٠/٣٢^{b}	٦/٤٩± ٠/١٩^{b}	٦٩/٩٨± ٠/٢٧^{c}
تیمار ٣	٢٦/١٥± ٠/٣٥^{d}	٨/١١± ٠/٢٩^{c}	٥/٧١± ٠/٢٨^{c}	٧١/٩١± ٠/١٧^{b}
تیمار ٤	٢٥/٠٠± ٠/٣٤ ^{e}	٩/٧٥± ١/٠١^{d}	٤/٧٥± ٠/٨١^{d}	٧٤/٣٧± ٠/٤٤^{a}

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح P=٠/٠٥ می‌باشد.

تأثیر مثبت افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز بر بهبود ارتجاعیت فرآورده‌های گوشتی در مطالعات پیشین نیز گزارش شد. آندرس-بلو و همکاران (٢٠١٠) طی پخت فرآورده‌های بازساخته ماهی[1] با استفاده از سطوح مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز و نمک نشان دادند افزایش سطح آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب بهبود ارتجاعیت فرآورده نهایی شد [١٩].

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) تیمارهای حاوی آرد سویا دارای ارتجاعیت پایین‌تری نسبت به تیمارهای فاقد آرد سویا بودند (P<٠/٠٥). دلیل کاهش ارتجاعیت تیمارهای حاوی آرد سویا را می‌تواند به توانایی بالای آرد سویا و پروتئین‌های آن در افزایش ظرفیت نگهداری آب و چربی فرآورده و پر نمودن فضاهای خالی درون شبکه‌ای ماتریس پروتئینی گوشت دانست که درنتیجه آن فضا برای فشرده شدن و بازگشت به حالت اولیه کاهش می‌یابد [١٩]. نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که با افزایش سطح آنزیم ترانس گلوتامیناز پیوستگی تیمارهای برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا به طور معنی داری (P<٠/٠٥) افزایش یافت (جدول ٤). نتایج همچنین نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای حاوی آرد سویا و فاقد آن ازنظر ویژگی پیوستگی وجود نداشت (P>٠/٠٥). با افزایش سطح آنزیم ترانس گلوتامیناز پیوندهای آمینواسیدی درون ماتریس‌های پروتئینی افزایش یافته و درنتیجه ویژگی‌های بافتی فرآورده ازجمله پیوستگی آن بهبود یافت [١٦]. این نتایج مطابق نتایج گزارش شده توسط کاردوسو[2] و همکاران (٢٠٠٧) بود [٣٠]. همچنین یافته‌های آماری نشان داد که با افزایش سطح آنزیم ترانس گلوتامیناز قابلیت جویدن و خاصیت صمغی بودن تیمارهای برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا افزایش معنی-داری (P<٠/٠٥) پیدا کرد. همچنین تیمارهای حاوی آرد سویا در مقایسه با تیمارهای فاقد آن قابلیت جویدن پایین‌تری داشتند. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب ایجاد شبکه‌های پروتئینی قوی در بین ذرات نمونه می‌شود که این تغییرات افزایش سفتی بافت، قابلیت جویدن و خاصیت صمغی بودن را به همراه دارد. نتایج این پژوهش مشابه نتایج گزارش شده توسط مین و گرین (٢٠٠٨) بود [١٦].

1. Restructured fish products

2. Cardoso

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

جدول ٤ اثر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و آرد سویا بر ویژگی‌های بافتی نمونه های برگر ماهی

تیمار	سفتی (N)	چسبندگی (kg.s)	ارتجاعیت (mm)	پیوستگی (-)	قابلیت جویدن (N.mm)	صمغی بودن (-)
شاهد	٤٠/٤٥± ٢/٤٧^{c}	٠/٠٧± ٠/٠١^{a}	٠/١١± ٠/٠٢^{d}	٠/٨٠± ٠/٠٢^{c}	٣/٥٦± ٠/٦٨^{d}	٣٢/٣٦± ٢/٣٢^{d}
تیمار ١	٤٣/٣١± ١/٨٤^{b}	٠/٠٧± ٠/٠١^{a}	٠/١٢± ٠٠/٠^{c}	٠/٨٥± ٠/٤٣^{b}	٤/٤١± ٠/٦٨^{c}	٣٦/٨١± ١/٤٥^{c}
تیمار ٢	٤٥/٩١± ٢/٧٧^{a}	٠/٠٦± ٠/٠٠^{a}	٠/١٥± ٠/٠٠^{a}	٠/٨٩± ٠/١٨^{a}	٦/١٢± ٠/٥٥^{a}	٤٠/٨٦± ٢/٥٥^{a}
تیمار ٣	٤٤/٥٧± ٤/٣١^{b}	٠/٠٦± ٠/٠٢^{a}	٠/١٠± ٠/٠٠^{e}	٠/٨٦± ٠/٠٩^{b}	٣/٨٣± ٠/٧٠^{d}	٣٨/٣٣± ٣/٠١^{b}
تیمار ٤	٤٦/٠٨± ١/٢٦^{a}	٠/٠٦± ٠/٠١^{a}	٠/١٣± ٠/٠٠^{b}	٠/٩٠± ٠/١٤^{a}	٥/٣٩± ٠/٣٨^{b}	٤١/٢٧± ١/٠٨^{a}

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح $P=٠/٠٥$ می‌باشد.

جدول ٥ اثر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و آرد سویا بر ویژگی‌های حسی برگر ماهی

تیمار	ظاهر	عطر و بو	طعم	بافت	پذیرش کلی
شاهد	٤/٥٠± ٠/٥٨^{a}	٢/٢٥± ٠/٥٠^{c}	٢/٢٥± ٠/٥٠^{b}	٢/٥٠± ٠/٥٨^{d}	٢/٥٠± ٠/٣٠^{c}
تیمار ١	٤/٠٠± ٠/٨٢^{a}	٢/٢٥± ٠/٥٠^{c}	٢/٤٥± ٠/٥٨^{b}	٢/٧٥± ٠/٥٠^{d}	٣/٠٠± ٠/٨٢^{b}
تیمار ٢	٤/٠٠± ٠/٨٢^{a}	٢/٥٠± ٠/٥٨^{bc}	٢/٥٠± ٠/٥٠^{b}	٣/٢٥± ٠/٥٠^{c}	٣/٢٠± ٠/٨٢^{b}
تیمار ٣	٤/٥٠± ٠/٥٨^{a}	٣/٢٥± ٠/٥٠^{b}	٣/٩٥± ٠/٥٠^{a}	٤/٠٥± ٠/٥٠^{b}	٤/٥٠± ٠/٥٨^{a}
تیمار ٤	٤/٥٠± ٠/٥٨^{a}	٣/٧٥± ٠/٥٠^{a}	٤/٠٠± ٠/٨٢^{a}	٤/٨٠± ٠/٥٨^{a}	٤/٨٠± ٠/٠٠^{a}

حروف غیر یکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح P=٠/٠٥ می‌باشد.

٣-٦- ارزیابی حسی

نتایج آنالیز آماری (جدول ٥) نشان داد آنزیم ترانس گلوتامیناز تأثیر معنی‌داری بر امتیاز ظاهر تیمارهای برگر ماهی و برگر ماهی حاوی آرد سویا نداشت ($P>٠/٠٥$). همچنین نتایج نشان داد که جایگزینی گوشت ماهی با آرد سویا تأثیر معنی‌داری بر امتیاز ظاهر فرآورده نداشت (جدول ٥) ($P>٠/٠٥$). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، طعم فرآورده برگر ماهی تحت تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز قرار نگرفت. با این وجود جایگزینی گوشت ماهی با آرد سویا سبب بهبود معنی‌دار ($P<٠/٠٥$) این ویژگی حسی در مقایسه با تیمارهای فاقد آرد سویا شد. یافته‌های آماری نشان داد که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب بهبود معنی‌دار ($P<٠/٠٥$) نمرات حسی بافت برگر ماهی شد. جایگزینی آرد سویا با گوشت ماهی نیز افزایش معنی‌دار ($P<٠/٠٥$) نمرات حسی بافت برگر ماهی را به همراه داشت. نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد پذیرش کلی مصرف کننده بطور معنی‌داری ($P<٠/٠٥$) تحت تاثیر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و آرد سویا به نمونه‌های برگر ماهی بود و با افزودن این ترکیبات امتیاز پذیرش کلی مصرف کننده نیز افزایش قابل توجهی داشت. فریرا[1] و همکاران (٢٠١٢) تأثیر افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی همبرگر گوشت گوسفند را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش نمودند با افزایش سطح آنزیم ترانس گلوتامیناز بافت فرآورده سفت‌تر شد ولی ویژگی-های حسی ظاهر، عطر و بو و پذیرش کلی تحت تأثیر این آنزیم قرار نگرفت [٨].

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز سبب کاهش فعالیت آبی تیمارهای برگر شد. همچنین افزودن آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و آرد سویا به فرمولاسیون برگر درصد جمع-شدگی را در نمونه‌های برگر کاهش و بازده پخت را بهبود بخشید. ارزیابی ویژگی‌های بافتی نشان داد افزودن آنزیم ترانس-گلوتامیناز سبب بهبود ویژگی‌های بافتی فرآورده شد. همچنین ارزیابی حسی حاکی از تاثیر مثبت آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و آرد

1. Ferreira

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

سویا بر بهبود ویژگی‌های حسی و پذیرش مصرف کننده بود. به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزودن آرد سویا قبل از تیمار آنزیمی سبب مطلوب‌تر شدن ویژگی‌های کیفی برگرماهی شد.

۵- منابع

[1] Trondsen, T., Scholderer, J., Lund, E., & Eggen, A. E. (2003). Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women. Appetite, 41(3), 301-314.

[2] Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G., & Özkütük, S. (2004). Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (− 18 C). European Food Research and Technology, 218(5), 420-423.

[3] Hui, Y.H. (2007).General food quality factors. In: Nollet, L.M.L. (ed.) Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality. Blackwell Publishing.

[4] Taşkaya, L., Çakli, S., Kişla, D., & Kilinç, B. (2003). Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 20, 147-154.

[5] Maghsoudi, SH. (2005). Production hamburger. Publication of Agricultural Sciences, First Edition. pp 190.

[6] Rachel, N. M., & Pelletier, J. N. (2013). Biotechnological applications of transglutaminases. Biomolecules, 3(4), 870-888.

[7] GasPar, A. L. C., & de Góes-Favoni, S. P. (2015). Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food Proteins: A review. Food Chemistry, 171: 315–322.

[8] Ferreira, M. S., Mársico, E. T., Medeiros, R. J., Pombo, C. R., Freitas, M. Q., São Clemente, S. C., et al. (2012). Comparação das características físico-químicas esensoriais de hambúrgueres de carne bovina elaborados com cloreto de sódio, polifosfato e transglutaminase.Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 34(1),52–60.

[9] Abouei, E., Jafarpour, A., & Motamed zadegan, A. (2016). Effects of microbial transglutaminase (MTGase) on functional and rheological properties of big head (Hypophtalmichthys nobilis) fish skin gelatin. Journal of Food Science and Tecnology. 58 (13), 93-106

[10] Herrero, A. M., Cambero, M. I., Ordóñez, J. A., De La Hoz, L., & Carmona, P. (2008). Raman spectroscopy study of the structural effect of microbial transglutaminase on meat systems and its relationship with textural characteristics.Food Chemistry, 109(1), 25–32.

[11] Radmehr, E. & Motamedzadegan, A. (2014). The effect of transglutaminase and sodium chloride on physicochemical properties of chicken nugget.Journal of Food Research. 3, 293-303.

[12] Saqaei, R., Motamedzadegan, E., & Rezaei, M. (2013). The effects of transglutaminase enzymeon on the stability of emulsion protein extracted from silver carp muscle (Hypophthalmichthys molitrix). Food Technology & Nutrition. 10(2), 27-44.

[13] Aalami, M., & Leelavathi, K. (2008). Effect of microbial transglutaminase on spaghetti quality. Journal of food science, 73(5), C306-C312.

[14] Moradi, Y., Mosadegh, M., & Danesh, M. (2014). Evaluation of physicochemical and sensory properties fish burgers made with different ratios of chicken and fish (kilka). Iranian Fisheries Science Research Institute. 22(2), 113-125.

[15] Suvanich, V., Jahncke, M. L., & Marshall, D. L. (2000). Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. Journal of food science, 65(1), 24-29.

[16] Min, B., & Green, B. W. (2008). Use of microbial transglutaminase and nonmeat proteins to improve functional properties of low NaCl, phosphate-free patties made from channel catfish (Ictalurus punctatus) belly flap meat.Journal of Food Science, 73(5), E218–E226.

[17] Truong, V. D., Clare, D. A., Catignani, G. L., & Swaisgood, H. E. (2004). Cross-linking and rheological changes of whey proteins treated with microbial transglutaminase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(5), 1170-1176.

[18] Ando, H., Adachi, M., Umeda, K., Matsuura, A., Nonaka, M., Uchio, R., &

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Motoki, M. (1989). Purification and characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms. Agricultural and Biological Chemistry, 53(10), 2613-2617.

[19] Andrés-Bello, A., García-Segovia, P., Ramírez, J. A., & Martínez-Monzó, J. (2011). Production of cold-setting restructured fish products from gilthead sea bream (Sparus aurata) using microbial transglutaminase and regular and low-salt level Producción de reestructurados de dorada (Sparus aurata) en frío usando transglutaminasa y niveles normales y bajos de sal. CyTA-Journal of Food, 9(2), 121-125.

[20] Kilic, B. (2003). Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. Meat Science, 63(3), 417-421.

[21] Singh, P., Kumar, R., SabaPathy, S. N., & Bawa, A. S. (2008). Functional and Edible Uses of Soy Protein Products. ComPrehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 7: 14-28.

[22] Ramadhan, K., Huda, N., & Ahmad, R. (2011). Physicochemical characteristics and sensory ProPerties of selected Malaysian commercial chicken burgers, International Food Research Journal, 18(4): 1349-1357.

[23] Damodaran, S. (2010). Aminoácidos, peptídeos e proteínas. In S. Damodaran, K. L. Parkin, & O. R. Fennema (Eds.),Química de alimentos de Fennema(4th ed., pp. 179–262). Porto Alegre: Artmed.

[24] Renzetti, S., Bello, F. D., & Arendt, E. K. (2008). Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different glutenfree flours treated with a microbial transglutaminase. Journal of Cereal Science, 48(1), 33–45.

[25] Rakosky, J Jr. (1974). Soy grits, flours, concentrates, and isolates in meat Products. JAOCS 51(3):123–7.

[26] Carlos, H. P., & Carreño, F. G. (2007). Transglutaminases: de importante papel fisiológico en los seres vivos al desarrollo novedoso de tecnología de alimentos. Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, 11(1), 21–27.

[27] Motoki, M., & Kumazawa, Y. (2000). Recent research trends in transglutaminase technology for food Processing. Food Science and Technology Research, 6(3), 151–160.

[28] Katayama, K., Chin, K.B., Yoshihara, S., & Muguruma, M. (2006). Microbial transglutaminase imProves the ProPerty of meat Protein and sausage texture manufactured with low-quality Pork loins. Aust. J. Anim. Sci. 19(1):102–108.

[29] Ramı´rez, J.A., Rodrı´guez, N.R., Uresti, R.M., Velazquez, G., & Va´zquez, M. (2007). Fiber-rich functional fish food from striPed mullet (*Mugil cePhalus*) using amidated low methoxyl Pectin. Food Hydrocolloids, 21(4), 527–536.

[30] Cardoso, C., Mendes, R., & Nunes, M. L. (2007). Effect of transglutaminase and carrageenan on restructured fish Products containing dietary fibres. Int J Food Sci Tech: 42:1257–64.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Improving the qualitative and sensory properties of fish burger by adding soybean flour and enzymatic treatment of transglutaminase

Nejati sareban, A.[1], Baghaei, H. [2*]

1. MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Damghan, Semnan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Damghan, Semnan, Iran

(Received: 95/1/29 Accepted: 95/5/19)

In recent years, modification of fish products formulation has been a challenge for sea food industries. Microbial transglutaminase (MTGase), which polymerizes the proteins through acyl transfer reactions, has been one of the systems of interest in modification of meat and fish products. In this study the effects of adding microbial transgutaminase (MTGase) (0.4 and 0.8%) into formulation of fish burger, as well as fish burger containing soybean flour (5%) on physic-chemical properties were investigated. The results revealed that addition of MTGase significantly ($P<0.05$) decreased the water activity (a_w) of fish burgers and fish burger containing soybean flour. The L* and b* colour parameters significantly decreased as soybean flour was added. The addition of MTGase and soybean flour considerably ($P<0.05$) decreased shrinkage and increased cooking yield of fish burger. Texture profile analysis showed that the hardness, springiness, cohesiveness, chewiness and guminess of fish burger were significantly ($P<0.05$) increased with adding of MTGase into formulation. As well, the addition of soybean flour into burger formulation significantly ($p<0.05$) decreased the springiness and chewiness of burger samples. According to the sensory evaluation, ddition of MTGase and soybean flour considerably ($P<0.05$) improved the organoleptic characteristics of fish burgers.

Keywords: Fish burger, Transglutaminase enzyme, Soybean flour, Texture.

* Corresponding author E-Mail Address: Baghaei.homa@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]