تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد۲۲ / شماره /۷٤ / بهار و تابستان / ۱٤۰۲ / ص ٦۷-۸۰

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

تأثیر جایگزینی بخشی از چربی با آرد تاج‌خروس، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافت همبرگر کم‌چرب

محمد علائی [۱]، علیرضا رحمن [۲*]، مانیاصالحی‌فر [۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، تهران، ایران

۲* و ۳ به ترتیب: استادیار و دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، تهران، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۹/۰۷ **تاریخ پذیرش**: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱

چکیده

در این پژوهش آرد دانه تاج‌خروس در چهار سطح ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون همبرگر تهیه شده از گوشت گوساله به‌کارگرفته شد و ویژگی‌های همبرگرهای تولیدی شامل ترکیبات شیمیایی، بافت، رنگ، افت پخت و ویژگی‌های حسی ارزیابی شدند. نتایج ارزیابی نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی آرد دانه تاج‌خروس، مقدار پروتئین و خاکستر و رطوبت نمونه‌های همبرگر به طور معنی‌داری($p<۰/۰۵$) افزایش و افت پخت به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش می‌یابد. بررسی بافت نمونه‌های همبرگر در تیمارهای مختلف بیانگر افزایش سفتی و قابلیت جویدن بافت و کاهش پیوستگی بافت در اثر به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگر بود. همچنین مشخص گردید میزان آرد دانه تاج‌خروس بر قابلیت ارتجاعی بافت معنی‌دار نیست. ارزیابی حسی نشان داد به رغم اثر منفی آرد دانه تاج‌خروس بر کلیه ویژگی‌های حسی نمونه‌های همبرگر، به‌کارگیری حداکثر ۵ درصد آرد دانه تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگر از نظر مصرف کنندگان قابل قبول است که باعث کاهش نزدیک به ۵۰ درصد چربی شده است.

واژه‌های کلیدی: آرد دانه تاج‌خروس، جایگزین چربی، همبرگر کم‌چرب

مقدمه

اخیراً به دلیل زندگی پر مشغله دنیای مدرن، علاقه به مصرف غذاهای آماده افزایش یافته است. از این‌رو، تولیدکنندگان فرآورده‌های غذایی تشویق به ارائه انواع وسیع‌تری از محصولات با قیمت‌های مقرون به‌صرفه و دارای خواص سلامت‌زا با حفظ کیفیت محصول نهایی شده‌اند (Soltanizadeh *et al.*, 2015). همبرگر از جمله فرآورده‌های گوشتی محبوبی است که میلیون‌ها مصرف کننده در سراسر جهان دارد. میزان چربی در فرآورده‌های گوشتی بر ویژگی‌های حسی و بافتی آنها نقش اساسی دارد(Fellendorf *et al.*, 2017) . با این حال، چربی حیوانی حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب اشباع شده و کلسترول است و ارتباط آشکار بین اسیدهای چرب اشباع و کلسترول در رژیم غذایی و توسعه بیماری‌های قلبی و عروقی، چاقی و سرطان کلون ودیگر بیماری‌ها باعث شده است تا مصرف کنندگان حساسیت بیشتری در مورد مقدار چربی در رژیم غذایی خود نشان دهند(Chikwanha *et al.*, 2018) . کاهش مستقیم

نگارنده مسئول: Email : a.rahman@qodsiau.ac.ir

http://doi:10.22092/FOODER.2023.360720.1354

© 2023,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدار چربی فرآورده‌های گوشتی کارآمدترین روش تولید محصول کم‌چرب است. با این حال تحقیقات نشان داده است که کاهش مستقیم چربی سبب کاهش شدید کیفیت محصول از جمله کاهش مطلوبیت بافت محصول می‌شود. مواد متعددی به عنوان مکمل برای جبران اثرهای نامطلوب کاهش چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی فرآورده‌های گوشتی کم‌چرب بررسی شده‌اند (Biswas *et al*., 2011) (Zhuang *et al*., 2016) قابلیت پذیرش محصولات گوشتی مانند برگرها می‌تواند ببا افزودن انواع جایگزین کننده‌های چربی افزایش یابد. از افزودنی‌های غیرگوشتی استفاده شده به‌عنوان جایگزین چربی، پرکننده‌ها، اتصال دهنده‌ها و بهبود دهنده‌ها هستند (Cierach *et al*., 2009) .جایگزین‌های چربی معمولاً باعث بهبود بازده پخت، افزایش نگهداری آب، اصلاح بافت محصول و پایداری در انجماد و انجماد زدایی می‌شوند. در این تحقیق از آرد دانه گل تاج‌خروس به عنوان جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات استفاده شده است.

تاج‌خروس[1] از گیاهان گلدار و دو لپه‌ای شبه غلات است، بیش از ۶۰ گونه متفاوت دارد که حداقل ۱۷ گونه آن دارای برگ‌های خوراکی و سه جنس آن عمدتاً برای تولید دانه استفاده می‌شود Paredes-López *et al*., (2018). از ویژگی‌های تغذیه‌ای برتر دانه تاج‌خروس نسبت به سایر دانه‌های غلات معمولی میزان بالای گلوبولین و آلبومین به عنوان پروتئین اصلی این دانه‌ها و فقدان پروتئین گلوتن در آن است که آن را یک افزودنی مناسب برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک می‌کند. دانه تاج‌خروس سطوح نسبتاً بالایی اسید آمینه ضروری لیزین[2] و اسیدهای آمینه متیونین[3] و سیستئین[4] دارد (Marcone *et al*., 2000) حاوی مقدار قابل توجهی اسید لینولئیک (۱۸:۲)، اسید اولئیک (۱۸:۱) و اسید لینولنیک (۱۸:۳) (Biswas *et al*., 2011) و منبع خوبی از فیبر رژیمی است (Savadkoohi *et al*., 2014). اسکوالن[5] موجود در این روغن ۸-۶ درصد است که در مقایسه با مقدار اسکوالن روغن زیتون ۰/۵-۰/۲ درصد مقدار بسیار بالایی است (Biswas *et al*., 2011). دانه تاج خروس به دلیل وجود پلی فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها، فلاوونوئیدها، بتالین‌ها[6] و توکوفرول دارای خواص آنتی اکسیدانی است. مطالعات نشان داده است که این دانه دارای سطح بالایی از توکوفرول (ویتامین E) در مقایسه با دیگر غلات معمولی و سویاست. این گیاه منبع مناسبی از ویتامین‌ها به‌خصوص ویتامین‌های گروه B و ویتامین E و عناصر معدنی مهم مانند پتاسیم، فسفر، کلسیم، آهن، روی، منگنز و مس است (Zhang *et al*., 2012). تاکنون تلاش‌های متعددی در جهت کاهش مقدار چربی در فرآورده‌های غذایی مختلف صورت گرفته است، در حالی که دامنه این تحقیقات در زمینه فرآورده‌های گوشتی با توجه به مصرف روز افزون آن رو به افزایش است و تحقیقات بسیاری در این زمینه دنبال می‌شود. تاکنون پژوهشی در مورد بررسی اثر افزودن دانه تاج‌خروس به عنوان جایگزین نسبی چربی در فرآورده‌های گوشتی صورت نگرفته است ولی از این گیاه در فرمولاسیون دیگر مواد غذایی به‌خصوص فرآورده‌های لبنی استفاده شده است (Dehghani *et al*., 2019). پژوهش پیش رو به بررسی استفاده از آرد دانه گل تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگر به منظور کاهش مقدار چربی فرآورده گوشتی و حفظ خواص حسی این فرآورده می‌پردازد.

1-Amaranth

مواد و روش‌ها

مواد

مواد اولیه برای تهیه همبرگر شامل گوشت ران گوساله و قلوه‌گاه گوسفندی، آرد سوخاری، پیاز، ادویه و نمک از بازار تهران خریداری شد. دانه تاج‌خروس گونه *آمارانتوس کروئنتوس*[1] از شرکت سلامت اندیشان شهرستان زنجان تهیه گردید. مواد شیمیایی گرید آزمایشگاهی شامل سنگ جوش، اسید سولفوریک، سولفات مس، سولفات پتاسیم، دی اکسید سلنیم، اسید بوریک، اسید کلریدریک و پراکسید هیدروژن از شرکت کیمیا پارس ایران تهیه گردید.

روش‌ها

تهیه آرد دانه تاج‌خروس

برای تهیه آرد دانه تاج‌خروس از آسیاب نیمه‌صنعتی استفاده شد. پس دانه‌های خرد شده از الک با مش ۱۶ عبور داده شدند و تا زمان بررسی خصوصیات آن در کیسه‌های پلی‌اتیلن بسته‌بندی و نگهداری شدند.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد دانه تاج‌خروس

ویژگی‌های آرد دانه تاج‌خروس شامل درصد رطوبت (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۶)، پروتئین (استاندارد ملی ایران، شماره ۶۹۵۰)، خاکستر (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۷۰۶) و چربی (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۶۲) مورد بررسی قرار گرفت.

تهیه همبرگر

نمونه همبرگر حاوی ۶۰ درصد گوشت قرمز، ۱۸ درصد چربی و عاری از آرد دانه تاج‌خروس به عنوان نمونه شاهد و تیمارهای کم‌چرب حاوی ۶۰ درصد گوشت قرمز، ۹ درصد چربی و حاوی سطوح ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد آرد دانه تاج‌خروس مطابق با الزام‌های مندرج در استاندارد ملی ایران (شماره ۲۳۰۴) تولید شدند. برای این منظور ابتدا قطعات گوشت استخوان‌گیری شدند و پس از قطعه کردن چرخ شدند. کلیه مواد اولیه شامل پیاز، آرد سوخاری، آرد دانه تاج‌خروس، یخ، نمک، ادویه و سایر مواد افزودنی جداگانه توزین و طبق فرمولاسیون ارائه شده در جدول (۱) ترکیب و به درون محفظه دستگاه همزن منتقل شدند تا به خمیر یکنواختی تبدیل شوند. بعد از ترکیب‌شدن، خمیر حاصل دوباره با تیغ و پنجره ۵/۲ میلی‌متری چرخ شد و خمیر حاصل به یخچال زیر صفر درجه منتقل گردید تا دمای آن به دمای ۲/۵- درجه سلسیوس برسد. با استفاده از دستگاه همبرگر زن، همبرگرهایی با قطر ۱۰۶ و ضخامت ۱۱ میلی‌متر با وزن تقریبی ۱۰۰ گرم قالب‌زنی و روی کاغذهای مومی پارافینه قرار داده شدند. همبرگرهای تولید شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۸ - درجه سلسیوس به منظور ایجاد قوام و تشکیل بافت در فریزر نگهداری شدند.

1-Amaranthus cruenthus

جدول ۱- فرمولاسیون نمونه‌های همبرگر تولید شده (درصد)

Table 1- Treatments Formulation (%)

نمونه Treatment	گوشت ران گوساله Veal meat	گوشت قلوه گاه Flank meat	ترکیبات مجاز* permitted ingredients	آرد سوخاری breadcrumbs	آرد تاج خروس Amaranth flour	آب Water
T_0	42	18	20	10	0	10
T_1	60	0	20	0	2.5	17.5
T_2	60	0	20	0	5	15
T_3	60	0	20	0	7.5	12.5
T_4	60	0	20	0	10	10

*ترکیبات مجاز شامل نمک، ادویه و پیاز است **Allowed additives: Salt, Spices and Onions**

آماده‌سازی نمونه‌های همبرگر برای اجرای آزمون‌ها

پیش از اجرای آزمون‌ها، نمونه‌های همبرگر یخزدایی شدند. برای این منظور نمونه‌ها ۱۲ ساعت پیش از آزمایش در یخچال با دمای ۲±۶ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پخت همبرگرها تا رسیدن دمای داخلی نمونه‌ها به ۱۷۵ درجه سلسیوس در مدت زمان ۶ دقیقه در دستگاه گریل و بدون استفاده از روغن صورت گرفت.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی همبرگر

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی همبرگر شامل درصد رطوبت (استاندارد ملی ایران، شماره ۷۴۵)، پروتئین (استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲۴)، خاکستر (استاندارد ملی ایران، شماره ۷۴۴)، چربی (استاندارد ملی ایران، شماره ۷۴۲)، pH (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۲۸) و افت پخت (استاندارد AA۵۰-۱۶) مورد بررسی قرار گرفت.

ارزیابی بافت

نمونه‌های همبرگر به‌صورت خام در ابعاد (۱× ۱×۱ سانتی‌متر) بریده شدند. نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Texture Analyser/USA/Lloyd Version 3:4) در معرض آزمون فشرده‌سازی دومرحله‌ای قرار گرفتند. میزان سرعت پروب استوانه‌ای ۱۰ سانتی‌متری، ۲۰ سانتی‌متر بر دقیقه و میزان فشرده‌سازی تا ۵۰ درصد از ارتفاع نمونه‌های همبرگر در نظر گرفته شد. پارامترهای سفتی[1]، پیوستگی[2]، صمغی بودن[3]، قابلیت جویدن[4] و قابلیت ارتجاعی[5] بررسی شدند (Fernández-López *et al.*, 2006).

ارزیابی رنگ

تغییرات رنگ در فرآورده‌های تولیدی و بررسی تأثیر آرد تاج‌خروس بر رنگ محصول، با استفاده از دستگاه هانترلب مدل Colorflex ez ساخت آمریکا مطابق روش استاندارد AOCS ۵۷۲۵-۱ ارزیابی شد. تغییرات روشنایی (ΔL^*)، قرمزی (Δa^*) و زردی (Δb^*) برای هر یک از نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد تعیین و تغییرات رنگ (ΔE^*)، با استفاده از رابطه ۱ بررسی گردید.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta b^2 + \Delta a^2} \quad (۱)$$

1-Hardness
2-Cohesiveness
3-Gumminess
4-Chewiness
5-Springiness

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی شامل طعم و مزه، رنگ، بافت، بو و پذیرش کلی توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش‌دیده بر اساس مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای ارزیابی شد.

طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج به‌دست آمده در آزمایش‌ها برای داده‌های تجربی (آزمایشی) به صورت میانگین ± انحراف معیار در سه بار تکرار بیان شدند. داده‌های آزمایش‌ها با تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مقایسه و تفاوت‌های معنی‌دار آماری بین مقادیر میانگین‌ها (در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی‌دار باشد) با استفاده از آزمون تعقیبی چند دامنه‌ای دانکن تعیین شد. نتایج آزمون‌های آماری به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶پردازش شد. سطح معنی‌داری $p \leq ۰/۰۵$ برای مقایسه داده‌ها در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

ویژگی‌های آرد دانه تاج‌خروس مورد استفاده در تهیه همبرگر کم‌چرب می‌تواند بر ویژگی‌های نهایی محصول اثرگذار باشد. از این رو ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد دانه تاج‌خروس مورد استفاده تعیین گردید. در بررسی این ویژگی‌های درصد رطوبت ۷/۰۱±۰/۱۷، خاکستر ۴/۰±۷۴/۲۷، چربی ۵/۴۶±۰/۱۰، پروتئین ۱۷/۷۳±۰/۱۲ تعیین و میزان pH معادل ۰/۵ ±۶/۲ اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های همبرگر در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های همبرگر تولید شده (درصد)

Table 2- Physicochemical Properties of the Treatments (%)

آرد دانه تاج خروس Amarant flour	رطوبت Moisture	خاکستر Ash	چربی Fat	پروتئین Protein	افت پخت Cooking loss
0	62.71±0.69 a	3.15±0.25 a	18.79±0.37 a	12.94±0.17 a	17.29±0.36 a
2.5	69.24±0.50 b	3.44±0.18 b	9.56±0.30 b	13.36±0.20 b	13.55±0.24 b
5	68.73±0.22 c	3.93±0.00 cb	9.94±0.27 cb	13.51±0.11 cb	11.61±0.41 c
7.5	67.00±0.32 d	4.28±0.12 c	10.86±0.30 cb	13.71±0.09 c	9.92±0.41 d
10	65.74±0.32 c	4.86±0.21 d	10.33±0.11 c	14.16±0.24 d	7.71±0.45 e

***حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار است (p<۰/۰۵).**

Different letters in each column indicate statistically significant differences (p<0.05)

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

ویژگی‌های آرد دانه تاج‌خروس مورد استفاده در تهیه همبرگر کم‌چرب می‌تواند بر ویژگی‌های نهایی محصول اثرگذار باشد. از این رو ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد دانه تاج‌خروس مورد استفاده تعیین گردید. در بررسی این ویژگی‌های درصد رطوبت ۷/۰۱±۰/۱۷، خاکستر ۴/۰±۷۴/۲۷، چربی ۵/۴۶±۰/۱۰، پروتئین ۱۷/۷۳±۰/۱۲ تعیین و میزان pH معادل ۰/۵ ±۶/۲ اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های همبرگر در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به آنالیز واریانس نتایج حاصل از ارزیابی میزان رطوبت تفاوت معنی‌داری در میزان رطوبت در نمونه‌های همبرگر وجود دارد (p<۰/۰۵). مهم‌ترین علت این تفاوت ناشی از تفاوت در میزان آب موجود در فرمولاسیون در تیمارهای مختلف (جدول ۱) است. با مقایسه میزان رطوبت موجود در نمونه همبرگر شاهد و نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد دانه تاج‌خروس به‌روشنی افزایش میزان رطوبت با به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگر مشهود است. این افزایش رطوبت با ویژگی جذب آب توسط گرانول‌های کوچک نشاسته تاج‌خروس و همچنین وجود فیبر خام در آرد دانه تاج‌خروس در ارتباط است که باعث افزایش میزان جذب رطوبت شده است. افزایش میزان رطوبت و ظرفیت نگهداری آب با افزودن آرد دانه تاج‌خروس در محصولات نانوایی (Tosi *et al.*, 2002)و فرآورده‌های گوشتی (Tom Sen *et al.*, 2016)گزارش شده است. افزایش معنی‌دار رطوبت فرآورده گوشتی کم‌چرب با به‌کارگیری فیبر در فرمولاسیون گزارش شده است(Turhan *et al.*, 2005) . نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد افزودن آرد دانه تاج‌خروس اثر معنی‌داری (p<۰/۰۵) بر میزان خاکستر نمونه‌های همبرگر داشته است، به طوری که با افزایش درصد آرد دانه تاج‌خروس درصد خاکستر کل افزایش یافته است. این مطلب به دلیل بالا بودن میزان فیبر محلول آرد دانه تاج‌خروس است که به طور مستقیم بر مقدار خاکستر نمونه‌ها تأثیرگذار است. افزایش درصد خاکستر کل در اثر به‌کار گیری آرد دانه تاج‌خروس در فراورده‌های گوشتی مانند ناگت مرغ (Tom Sen *et al.*, 2016) و همبرگر معمولی (Sabzi Belekhkanlu *et al.*, 2016) و سوسیس (Sharoba *et al.*, 2009) گزارش شده است. نتایج بررسی میزان چربی در نمونه‌های همبرگر نشان داد بین مقدار چربی نمونه شاهد و تیمارها اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) وجود دارد که علت آن کاهش چربی در فرمولاسیون تیمارها، اختلاف در گوشت به کار گرفته شده در فرمولاسیون است. نتایج همچنین نشان داد با افزایش درصد آرد دانه تاج‌خروس، میزان چربی افزایش یافته است که با مقدار چربی موجود در آرد تاج‌خروس در ارتباط است. بررسی میزان پروتئین نمونه‌های همبرگر نشان داد تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۵) در میزان پروتئین نمونه شاهد و تیمارها وجود دارد که به‌طور مستقیم با به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس مرتبط است. افزایش میزان پروتئین با به‌کارگیری جایگزین‌های چربی مانند آرد دانه خشخاش (Gök *et al.*, 2011)، آرد مورینگا (Sharaf *et al.*, 2009)، آرد تاج‌خروس (Tom Sen *et al.*, 2016)در فرآورده‌های گوشتی مختلف گزارش شده است. افت پخت در همبرگر بر اثر از دست دادن آب و چربی در فرآیند پخت حاصل می‌شود. نتایج بررسی

میزان افت پخت نشان داد که نمونه شاهد دارای افت پخت بالاتری نسبت به بقیه تیمارهاست، که علت آن مقدار چربی بالاتر در این نمونه نسبت به بقیه تیمارهاست. در بین تیمارهای مورد بررسی، با افزایش میزان آرد دانه تاج‌خروس افت پخت کاهش یافته است، تورم گرانول‌های نشاسته آرد دانه تاج‌خروس به‌هنگام پخت ماتریس ژل پروتئینی تشکیل می‌دهد که میزان قدرت جذب آب را افزایش می‌دهد، زیاد بودن میزان فیبر خام موجود در دانه تاج‌خروس نیز می‌تواند دلیل کاهش افت پخت محسوب گردد. کاهش افت پخت در اثر افزودن آرد جو به عنوان جایگزین چربی پاتی گوشت گاو (Serdaroglu *et al*., 2006)، آرد پوسته مغز فندق در همبرگر کم‌چرب (Turhan *et al*., 2005)، آرد دانه بادام‌زمینی بامبر در پاتی گوشت گاو (Alakali *et al*., 2010) نیز گزارش شده است.

ارزیابی رنگ

نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌های رنگی نمونه‌های همبرگر در تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- اثر مقدار آرد تاج‌خروس بر پارامترهای رنگی محصول

Table 3- The Effect of the amount of Amaranth Flour on Color index

آرد دانه تاج خروس ٪ Amarant flour (%)	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
0	43.85±0.04 a	4.91±0.36 a	12.15±0.76 a	45.57±0.50 a
2.5	42.62±0.32 b	5.41±1.64 a	10.91±0.26 b	44.46±0.35 b
5	41.84±0. 20 c	5.38±1.07 a	11.34±0.54 ab	43.69±0.23 c
7.5	41.40±0.28 c	2.33±0.98 b	11.53±0.31 ab	43.28±0.46 c
10	41.69±0.41 c	1.54±0.34 b	12.21±0.45 a	43.22±0.45 c

*** حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار است (p<۰/۰۵).**

Different letters in each column indicate statistically significant differences(p<0.05)

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اختلاف معنی‌داری بین تغییرات روشنایی (ΔL*) در نمونه‌های همبرگر مورد بررسی در غلظت‌های ۰، ۲/۵ و ۵ درصد آرد دانه تاج‌خروس وجود دارد، به طوری که میزان روشنایی با افزایش آرد تاج‌خروس کاهش می‌یابد. این کاهش می‌تواند به علت تیرگی رنگ آرد تاج‌خروس اضافه شده به نمونه‌ها باشد و در درصدهای بالا از آرد دانه تاج‌خروس (۵ تا ۱۰ درصد) تفاوت معنی‌داری در تغییرات روشنایی حاصل نشده است. به عبارتی می‌توان گفت تغییرات حاصل در محدوده خطای آزمون قرار داشته است. این نتایج با گزارش‌های مربوط به اثر صمغ‌های مختلف بر پارامترهای کیفی سوسیس صبحانه کم‌چرب(Mittal *et al*., 1993) و اثر جایگزین کردن روغن دانه انگور و فیبر سبوس به جای چربی گوشت خوک در سوسیس کم‌چرب (Choi *et al*., 2010) مطابقت دارد. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۳) کاهش تغییرات شاخص قرمزی رنگ (Δa*) با افزایش درصد آرد

تاج‌خروس در نتیجه رقیق شدن رنگدانه میوگلوبین با افزایش درصد نشاسته است (Choi *et al.*, 2010) که از میزان شاخص قرمزی رنگ کاسته است. میزان بالای شاخص زردی (Δb^*) در نمونه شاهد می‌تواند ناشی از حضور آرد سوخاری، چربی بیشتر و تفاوت در نوع گوشت مورد استفاده باشد. با افزایش میزان آرد دانه تاج‌خروس، زردی نمونه‌های همبرگر افزایش یافته است که به دلیل حضور رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در نشاسته موجود در آرد دانه تاج‌خروس است. نتایج حاصل از بررسی تغییر رنگ کلی(ΔE^*) نسبت به نمونه مرجع نشان‌دهنده افزایش میزان تغییرات رنگ نسبت به نمونه مرجع با افزودن مقدار آرد دانه تاج‌خروس در نمونه‌های همبرگر است.

ارزیابی بافت

بافت از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی مواد غذایی و جزو اصلی‌ترین پارامترهای مؤثر در قابلیت‌پذیرش و مصرف فرآورده‌های گوشتی توسط مصرف‌کنندگان است. تفاوت در فرمولاسیون سبب ایجاد تفاوت در بافت این فرآورده‌ها می‌شود. بافت فرآورده‌های گوشتی بر اساس پنج پارامتر سفتی، پیوستگی، قابلیت جویدن، صمغی بودن، و قابلیت ارتجاعی تعریف می‌شود. پارامترهای بافت، تحت تأثیر بسیاری از عوامل فرآیندی مثل نوع، مقدار مواد تشکیل دهنده، مواد افزودنی، عملیات حرارتی و تجهیزات قرار می‌گیرد(Muthia *et al.*, 2010) . نتایج حاصل از ارزیابی بافت نمونه‌های همبرگر در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد با افزایش میزان آرد دانه تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگرها، سفتی بافت نمونه‌ها به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد به طوری که تفاوت معنی‌داری بین سفتی بافت در نمونه‌های همبرگر مشاهده می‌شود. تحقیقات متعددی افزایش میزان سفتی بافت را با کاهش میزان چربی در فرآورده‌های گوشتی گزارش کرده‌اند. با مقایسه تیمارهایی با میزان مشابه چربی و مقادیر متفاوت آرد دانه تاج‌خروس می‌توان به اهمیت نشاسته موجود در آرد دانه تاج‌خروس و تشکیل ماتریس ژله‌ای پی برد. به عبارتی، وجود نشاسته در آرد دانه تاج‌خروس می‌تواند دلیل اصلی افزایش سفتی بافت با افزایش آرد دانه تاج‌خروس در نمونه‌ها باشد.

جدول ٤- پارامترهای بافتی نمونه‌های شاهد و تیمار شده همبرگر

Table 4- Textural Properties of the Treatments

آرد دانه تاج خروس (درصد) Amarant flour (%)	سختی (نیوتن) Hardness (N)	پیوستگی Cohesiveness	صمغی بودن (نیوتن) Gumminess (N)	قابلیت جویدن (میلی ژول) Chewiness (mJ)	قابلیت ارتجاعی (میلیمتر) Springiness (mm)
0	26.42 a	0.58 a	15.32 c	53.16 b	3.47 a
2.5	28.83 b	0.51 ab	14.70 b	51.56 b	3.48 a
5	29.47 b	0.46 b	13.55 a	47.29 a	3.49 a
7.5	38.37 c	0.42 b	16.11 d	56.22 cb	3.49 a
10	42.87 d	0.41 b	17.57 e	61.49 c	3.50 a

* حروف متفاوت در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

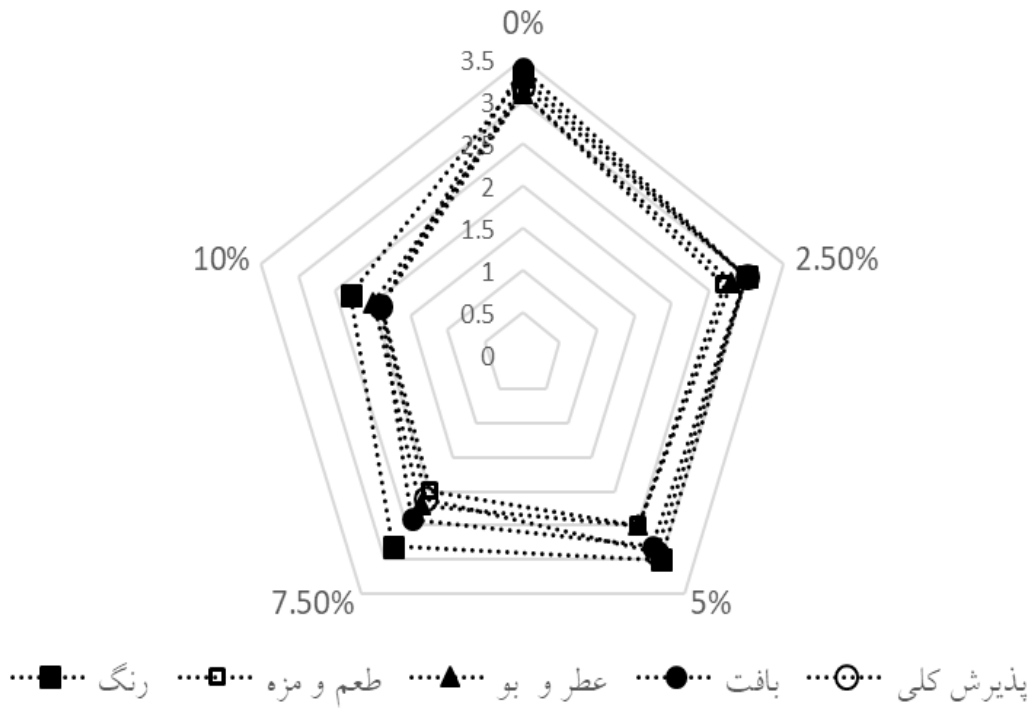
Different letters in each column indicate statistically significant differences (p<0.05)

افزایش میزان سفتی بافت با به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس در سوسیس گوشت گاو (Barekati, *et al*., 2018)نشاسته تاپیوکا به عنوان پرکننده در سوسیس ماهی (Prabpree R *et al*., 2011)، آرد سبوس برنج در کوفته گوشت خوک (Huang *et al*., 2005) و فیبر گندم به عنوان جایگزین چربی در سوسیس فرانکفورتر (Choe *et al*., 2013) گزارش شده است. نتایج بررسی‌ها نشان داد با افزایش میزان آرد دانه تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگرها، مقدار پیوستگی بافت نمونه‌ها که بیانگر مقاومت درونی ساختار همبرگر است به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند به دلیل کاهش چربی و رطوبت در تیمارهای حاوی آرد دانه تاج‌خروس باشد. نتایج بررسی‌ها بیانگر افزایش معنی‌دار میزان صمغی بودن و قابلیت جویدن بافت با افزایش میزان آرد تاج‌خروس در فرمولاسیون همبرگرهاست. کاهش رطوبت و افزایش نشاسته از مهم‌ترین دلایل افزایش این خاصیت‌ها به شمار می‌رود. روند مشابهی در پیوستگی و صمغی بودن بافت سوسیس گوشت گاو با افزایش سطح تفاله گوجه فرنگی گزارش شده است (Biswas *et al*., 2011). نتایج بررسی‌ها بیانگر نبود تأثیر معنی‌دار آرد دانه تاج‌خروس بر مقدار قابلیت ارتجاعی بافت نمونه‌های همبرگر. نبود تأثیر معنی‌دار افزودنی‌هایی مانند نشاسته تاپیوکا (Pabpree *et al*., 2011) و آرد سبوس برنج (Huang *et al*., 2005) بر مقدار قابلیت ارتجاعی بافت برخی فرآورده‌های گوشتی گزارش شده است.

ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های همبرگر در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج بررسی امتیازهای حسی نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری در امتیازهای حسی مورد بررسی در اثر به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس حاصل شده است، به طوری که با افزایش میزان آرد دانه تاج‌خروس امتیازهای حسی کاهش یافته‌اند. در بررسی امتیاز حسی رنگ، طعم و مزه، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی، بیشترین امتیازهای حسی به نمونه شاهد و کمترین امتیازهای حسی به نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد دانه تاج‌خروس اختصاص یافته‌است. بررسی پذیرش کلی نمونه‌های همبرگر نشان داد نمونه شاهد بالاترین امتیاز (۳/۲) و نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد دانه تاج‌خروس کمترین امتیاز (۱/۹) پذیرش کلی را کسب کرده‌اند، اما نمونه‌های حاوی ۲/۵ و ۵ درصد آرد دانه تاج‌خروس از پذیرش کلی قابل قبولی در مقایسه با نمونه شاهد برخوردارند.

تحقیقات صورت گرفته در زمینه به‌کارگیری آرد بادام‌زمینی بامبرا در پتی گوشت گاو (Alakali *et al*., 2010)، آرد بلغور جو دوسر هیدراته و توفو (خمیر سویا) در سوسیس کم‌چرب(Yang *et al*., 2007) ، آرد جو در کوفته گوشت گاو کم‌چرب(Serdaroglu *et al*., 2006) ، نشاسته تاپیوکا به عنوان پرکننده در سوسیس ماهی (Pabpree, R *et al*., 2011)، آرد سبوس برنج در کوفته گوشت خوک (Huang *et al*., 2005) و فیبر گندم به عنوان جایگزین چربی در سوسیس فرانکفورتر (Choe *et al*., 2013)، کاهش نسبی امتیازهای حسی را با افزایش میزان جایگزین چربی در فرآورده‌های گوشتی گزارش داده‌اند.



شکل ۱- اثر درصد آرد دانه تاج‌خروس بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های همبرگر

Fig 1- The Effects of Amaranth Flour on Sensory Properties of the Treatments

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق در بررسی به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس به عنوان جایگزین چربی موجود در گوشت قلوه‌گاه در فرمولاسیون همبرگر کم‌چرب نشان داد با افزایش میزان آرد دانه تاج‌خروس قابلیت جذب آب و در نتیجه میزان رطوبت نمونه‌های همبرگر افزایش می‌یابد و سبب افزایش معنی‌دار در مقدار پروتئین و خاکستر نمونه‌های همبرگر می‌شود. به‌کارگیری آرد دانه تاج‌خروس به طور معنی‌داری سبب افزایش پارامترهای سفتی، قابلیت جویدن و صمغی بودن نمونه‌های تولید شده می‌گردد و تأثیر معنی‌داری بر قابلیت ارتجاعی ندارد و باعث کاهش معنی‌دار میزان پیوستگی در تیمارهای تولیدی می‌شود. تیمارهای حاوی ۲/۵ و ۵ درصد آرد دانه تاج‌خروس از لحاظ ویژگی‌های حسی رنگ، طعم و مزه، بافت، بو و پذیرش کلی در سطح مطلوبی از لحاظ داوران بودند. تیمارهای حاوی ۷/۵ و ۱۰ درصد آرد دانه تاج‌خروس به‌رغم افت پخت پایین، به دلیل داشتن بافت و رنگ نامطلوب، در مقایسه با نمونه شاهد، از نظر داوران در رتبه‌ای پایین قرار گرفتند. از این رو، برای برخورداری از خواص عملکردی منحصر به فرد و سلامتی بخش آرد دانه تاج‌خروس و کاهش میزان چربی در نمونه‌های همبرگر، میزان ۵ درصد آرد دانه تاج‌خروس به عنوان حداکثر غلظت مورد استفاده و جایگزین چربی در همبرگر کم‌چرب پیشنهاد می‌گردد.

تعارض منافع

نویسندگان در رابطه با انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از اخلاق نشر تبعیت کرده و از موارد سوء اخلاق از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Alakali, J., Irtwange, S., Mzer, M., 2010. Quality evaluation of beef patties formulated with bambara groundnut (*Vigna subterranean* L.) seed flour. Meat Science, 85(2): 215-223.

Biswas, A., Kumar, V., Bhosle, S., Sahoo, J., Chatli, M., 2011. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. International Journal of Livestock Production, 2(4): 45-54.

Barekati, M., Beigmohammadi, Z. and Shahiri Tabarestani, H. 2018. Study on the Quality of Low-fat Chicken Burger Formulated by Carboxy Methyl Cellulose and Potato Starch. Food Engineering Research, 17(1): 1-14

Chikwanha, O.C., Vahmani, P., Muchenje, V., Dugan, M.E., Mapiye, C., 2018. Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. Food Research International, 104: 25-38.

Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., Kim, C.-J., 2013. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. Meat Science, 93(4): 849-854.

Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Jeong, J.-Y., Chung, H.-J., Kim, C.-J., 2010. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. Meat Science, 84(3): 557-563.

Cierach, M., Modzelewska-Kapituła, M., Szaciło, K., 2009. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. Meat Science, 82(3): 295-299.

Dehghani, S. 2019, Effect of adding Amaranth, Garlic and Thyme on Physicochemical, properties of Stirred Youghurt, The ۳rd National Conference on Knowledge and Technology of Agricultural Science National Resources and Enviroment of Iran, Tehran, Iran (In Persian).

Fellendorf, S., O'sullivan, M.G., Kerry, J.P., 2017. Effect of different salt and fat levels on the physicochemical properties and sensory quality of black pudding. Food Science & Nutrition, 5(2): 273-284.

Fernández-López, J., Jiménez, S., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., Pérez-Alvarez, J., 2006. Quality characteristics of ostrich (Struthio camelus) burgers. Meat Science, 73(2):295-303.

Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E., Bulut, S., 2011. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. Meat Science, 89(4): 400-404.

Han, M., Bertram, H.C., 2017. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. Meat Science, 133: 159-165.

Huang, S., Shiau, C., Liu, T., Chu, C., Hwang, D.,2005. Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. Meat Science, 70(4): 613-619.

Marcone, M.F., 2000. First report of the characterization of the threatened plant species Amaranthus pumilus (*Seabeach Amaranth*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(2): 378-382.

Mittal, G., Barbut, S.,1993. Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. Meat Science, 35(1): 93-103.

Muthia, D., Nurul, H., Noryati, I.,2010. The effects of tapioca, wheat, sago and potato flours on the physicochemical and sensory properties of duck sausage. International Food Research Journal, 17(4): 150-167.

Paredes-López, O., Amaranth Biology, Chemistry, and Technology:2018: CRC Press.

Prabpree, R., Pongsawatmanit, R.,2011. Effect of tapioca starch concentration on quality and freeze-thaw stability of fish sausage. Kasetsart J. (Nat. Sci.),45: 314-324.

Sabzi Belekhkanlu, A., Mirmoghtadayi, L., Hosseini, H., Hosseini, M., Ferdosi, R., Shojaee Aliabadi, S.,2016. Effect of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed flour as a Soya protein and bread crumbs on physicochemical and sensory properties of a typical meat hamburger. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 11(3): 115-122 (In Persian).

Savadkoohi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K., Farahnaky, A.,2014. Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. Meat Science, 97(4): 410-418. (In Persian).

Serdaroglu, M.,2006. The characteristics of beef patties containing different levels of fat and oat flour. International journal of food science & technology, 41(2): 147-153.

Serdaroğlu, M., Öztürk, B., Urgu, M.,2016. Emulsion characteristics, chemical and textural properties of meat systems produced with double emulsions as beef fat replacers. Meat Science,117: 187-195.

Sharaf, A., Ebrahium, M., Ammar, M., Abdel-Ghany, M.,2009. Influence of using moringa meal flour as meat extender on quality characteristics of beef burger patties during frozen storage. World Journal of Dairy & Food Sciences, 4(1):32-40.

Sharoba, A.,2009. Quality attributes of sausage substituted by different levels of whole amaranth meal. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 47(2): 105-120.

Soltanizadeh, N., Ghiasi-Esfahani, H.,2015. Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. Meat Science, 99: 75-80. (In Persian).

Tom Sen, M., Shokrkzizadeh, H., Soltanizadeh, N.,2016. The Effect of Replacing Wheat Flour with amaranth flour on physicochemical characteristics of chicken nuggets, Tarbiat Modares

University,. First International Congress and 24th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Tehran, Iranian Association of Food Science and Technology (In Persian).

Tosi, E., Re, E., Masciarelli, R., Sanchez, H., Osella, C., De La Torre, M.,2002. Whole and defatted hyperproteic amaranth flours tested as wheat flour supplementation in mold breads. LWT-Food Science and Technology, 35(5): 472-475.

Turhan, S., Sagir, I., Ustun, N.S.,2005. Utilization of hazelnut pellicle in low-fat beef burgers. Meat Science, 71(2):312-316.

Yang, H.-S., Choi, S.-G., Jeon, J.-T., Park, G.-B., Joo, S.-T.,2007. Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. Meat Science, 75(2):283-289

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E.J., Ahn, D.U.,2010. Improving functional value of meat products. Meat Science, 86(1):15-31 .

Zhuang, X., Han, M., Kang, Z.-L., Wang, K., Bai, Y., Xu, X.-L., Zhou, G.-H.,2016. Effects of the sugarcane dietary fiber and pre-emulsified sesame oil on low-fat meat batter physicochemical property, texture, and microstructure. Meat Science,113:107-115

Food Engineering Research/Vol.22/No.74/Spring & Summer 2023/ P: 67-80
Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

The Effect of Partial Fat Replacement by Amaranth Flour on the Physicochemical, Sensory and Textural Properties of Low-Fat Burgers

Mohammad Alaiee, Alireza Rahman*, Mania Salehifar

***Corresponding author:** Assistant Professor Food Science and Technology Department, Islamic Azad University, Shahr-e-Qods branch, Tehran, Iran. Email: a.rahman@qodsiau.ac.ir
Received:28 November 2022 Accepted: 12 July 2023
http://doi: 10.22092/FOODER.2023.360720.1354

Abstract

In this study, amaranth seed flour was used in four levels (2.5, 5, 7.5, and 10%) as a fat substitute in the burger recipe prepared from veal. The characteristics of the produced burgers, such as chemical composition, texture, color, cooking loss and sensory properties were evaluated. The results of three replicates were analyzed in a completely randomized factorial design. The results showed that increasing the amaranth seed meal increased the protein, ash, and moisture content of the burger samples and significantly decreased the cooking loss ($p < 0.05$). Texture evaluation of the burgers showed an increase in stiffness, gumminess, and chewiness, a decrease in cohesiveness, and no significant change in elasticity due to the use of amaranth flour in the burger formulation. The sensory evaluation showed that despite the negative effects of amaranth seed flour on all sensory properties of the burgers, the use of a maximum of 5% amaranth seed flour in the burger recipe is acceptable to consumers.

Keywords: Amaranth Seed Flour, Fat Replacement, Low Fat Burger