مقاله کامل علمی-پژوهشی

نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد سیزدهم، شماره دوم، ۱۴۰۰
۷۹-۹۴
http://ejfpp.gau.ac.ir

DOI:10.22069/EJFPP.2021.18157.1624

ارزیابی ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی برگر کم‌چرب محتوی صمغ دانه قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین چربی

مهشید پورسعید[1*]، هدی شهیری طبرستانی[2]، سارا آقاجان‌زاده سورکی[2]

[1]گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی ساعی، گرگان، گلستان، ایران

[2]دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: امروزه مصرف‌کنندگان آگاه در جستجوی غذایی کم‌کالری و ایمن هستند. همبرگر با محتوای چربی نسبتاً بالا (۳۰-۲۰ درصد) جزء غذاهای چرب و با کالری بالا محسوب می‌شود و همچنین یکی از پرطرفدارترین فراورده‌های گوشتی در جهان است. از طرفی کاهش میزان چربی محصولات گوشتی سبب کاهش ویژگی‌های حسی (رنگ، آبداری، بافت، طعم و احساس دهانی) و تکنولوژیکی (ظرفیت نگه‌داری آب، بازده پخت) و ویژگی‌های رئولوژیکی محصول می‌گردد. به‌منظور به حداقل رساندن این موارد و بهبود کیفیت محصولات کم‌چرب از ترکیبات غیرگوشتی مانند هیدروکلوئیدها به‌عنوان جایگزین چربی استفاده می‌شود. بنابراین، در این پژوهش تأثیر صمغ دانه قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین چربی در سطوح مختلف (۰/۱، ۰/۵ و ۰/۹ درصد) بر ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی همبرگر کم‌چرب در مقایسه با نمونه‌های شاهد پرچرب (۱۰ درصد) و کم‌چرب (۲ درصد) فاقد هیدروکلوئید مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: سه نمونه از هر فرمولاسیون در آون با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد پخته شدند. پس از خنک شدن نمونه‌ها در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد)، تعیین درصد رطوبت به‌وسیله آون جریان هوای داغ، محتوای چربی به‌روش سوکسله، درصد پروتئین به‌روش کجلدال و تعیین درصد خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی مجهز به کنترل دما و زمان (دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۴ انجام گردید. اندازه گیری رطوبت نمونه‌های همبرگر خام نیز به منظور تعیین ظرفیت نگهداری رطوبت صورت گرفت. به‌منظور تعیین آنالیز پروفیل بافت و شاخص‌های رنگ به‌ترتیب از دستگاه‌های بافت‌سنج و هانترلب استفاده شد.

یافته‌ها: با افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی، درصد بازده پخت و ظرفیت نگه‌داری رطوبت در نمونه‌ها افزایش معنی‌داری یافت. افزودن صمغ تأثیر معنی‌داری بر روی شاخص روشنایی و قرمزی نمونه‌های خام نداشت. بیش‌ترین قرمزی، کم‌ترین روشنایی و زردی در نمونه پخته حاوی ۰/۹ درصد صمغ مشاهده شد. افزایش غلظت صمغ دانه قدومه شیرازی، سبب کاهش میزان سختی، قابلیت جویدن، پیوستگی، صمغیت، ارتجاعیت و چروکیدگی نمونه‌های حاوی صمغ گردید. کم‌ترین میزان سختی، پیوستگی، چروکیدگی و مقاومت برابر سوراخ شدن و همچنین بیش‌ترین درصد بازده پخت و ظرفیت نگه‌داری رطوبت در نمونه حاوی ۰/۹ درصد صمغ مشاهده شد. بر اساس نتایج آنالیز حسی، افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نمونه‌ها نداشت و نمونه با غلظت ۰/۹ درصد صمغ دارای بیش‌ترین پذیرش کلی بود.

*مسئول مکاتبه: pourshid14@gmail.com

نتیجه‌گیری: نمونه حاوی ۰/۹ درصد صمغ دانه قدومه شیرازی سبب بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی تیمارهای کم‌چرب در مقایسه با نمونه‌های شاهد گردید، بنابراین، به‌عنوان بهترین تیمار پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: برگر گوشت گوساله، هیدروکلوئید، دانه قدومه شیرازی، جایگزین چربی، آنالیز حسی

مقدمه

امروزه مصرف‌کنندگان در جستجوی غذایی سالم و ایمن هستند. فراورده‌های گوشتی حاوی پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی می‌باشند (۱۷). همبرگر یکی از پرطرفدارترین فراورده‌های گوشتی در جهان است که از گوشت گاو، چربی، مقادیر مشخص آب و ادویه‌های مختلف تشکیل شده است. علت افزایش روز افزون مصرف غذاهای فوری و نیمه‌آماده در سراسر جهان، راحتی آماده‌سازی و قیمت نسبتاً مناسب این محصولات است (۱۵). جنبه‌های منفی مصرف فراورده‌های گوشتی از جمله همبرگر مربوط به محتوای چربی نسبتاً زیاد (۳۰-۲۰ درصد) و کیفیت آن (وجود اسیدهای چرب اشباع و کلسترول) می‌باشد (۱۱). لیپیدها نقش مهمی در ایجاد ویژگی‌های حسی (رنگ، آبداری، بافت، طعم و احساس دهانی) و تکنولوژیکی (افت پخت، پایداری امولسیون، ظرفیت نگه‌داری آب، بازده و خواص رئولوژیکی) در محصولات دارند (۱۶، ۳۸). همچنین لیپیدها منبع تأمین انرژی (۹ کیلوکالری بر گرم)، اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی می‌باشند. مصرف میزان بالای چربی کل (بیش از ۱۰ درصد) موجب بروز بیماری‌های مختلفی مانند افزایش وزن، بیماری‌های قلبی عروقی، و برخی سرطان‌ها می‌شود (۴۱). از طرفی کاهش میزان چربی محصولات گوشتی، سبب کاهش کیفیت حسی و ویژگی‌های تکنولوژیکی محصول می‌گردد. بنابراین تولید فراورده‌های گوشتی سالم و کم‌چرب با کیفیت بالا به‌عنوان امری مهم در صنایع غذایی در نظر گرفته می‌شود (۳۰). در صنایع غذایی برای به حداقل رساندن این موارد و بهبود کیفیت محصولات کم‌چرب از جایگزین‌های چربی استفاده می‌گردد (۱۸). در برخی از پژوهش‌ها از پروتئین‌ها (۳۷، ۲)، روغن‌های گیاهی (۳۵، ۱۳)، فیبرها (۲۹، ۱، ۹) و هیدروکلوئیدها (۲۲) به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون فراورده‌های گوشتی کم‌چرب استفاده شده است. هیدروکلوئیدها گروه متنوعی از بیوپلیمرهای هیدروفیلی با وزن مولکولی بالا و زنجیر بلند و با ساختمان پلی‌ساکاریدی یا پروتئینی هستند که در طبیعت یافت می‌شوند و متداول‌ترین جایگزین‌های چربی به این گروه تعلق دارد (۷).

هیدروکلوئیدها ترکیباتی با ویژگی‌های عملکردی مختلف مانند تغلیظ‌کنندگی[1]، ژل‌کنندگی[2]، تثبیت‌کنندگی، کف‌کنندگی، پوشش‌دهی، افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و چربی و همچنین بهبود احساس دهانی می‌باشند (۶). انتخاب هیدروکلوئیدها باید براساس عملکرد آن‌ها باشد و وزن مولکولی، انعطاف‌پذیری[3]، قطبیت، آب‌گریزی و نوع برهمکنش بیوپلی‌مرهای غذایی (هیدروکلوئیدها) تعیین‌کننده ویژگی‌های عملکردی آن‌ها است (۳۴). استفاده از صمغ‌ها می‌تواند ویژگی‌های عملکردی و رئولوژیکی جدیدی را به‌همراه آورد و ویژگی‌های بافتی محصولات غذایی کم‌چرب را بهبود بخشد (۲۳). تا کنون پژوهش‌های بسیاری در این زمینه صورت گرفته است؛ از جمله افزودن صمغ‌های زانتان، گوار،

1. Thickness
2. Gelling
3. Flexibility

کاراگینان و خرنوب در سطوح مختلف (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) که سبب کاهش محتوای رطوبت و چربی و همچنین افزایش خاکستر و حجم بافت کوفته‌های گوشت کم‌چرب حاوی صمغ شد (۱۰). در پژوهشی دیگر مشاهده شد که افزودن سطوح مختلف صمغ دانه "به"[1] به‌عنوان جایگزین چربی، چروکیدگی[2] و افت پخت همبرگرهای کم‌چرب را کاهش داد اما میزان سختی بافت و ظرفیت نگهداری رطوبت آن‌ها به‌میزان قابل توجهی افزایش یافت (۴۱). همچنین لین و همکاران (۲۰۰۶) اثر افزودن صمغ‌های کاراگینان و آلژینات سدیم در غلظت‌های ۰/۵ و ۰/۱۵ درصد را به همبرگرهای گوشت گاو کم‌چرب و نیمه‌آماده مورد ارزیابی قرار دادند که با توجه به نتایج، نمونه‌های کم‌چرب حاوی صمغ، ویژگی‌های عملکردی و بافتی مشابه نمونه شاهد پرچرب داشتند (۲۲).

استفاده از صمغ‌های گیاهی جدید با ویژگی‌های عملکردی و حسی مناسب در صنایع غذایی، همیشه مورد توجه محققین بوده است. صمغ‌های حاصل از دانه‌ها و موسیلاژهای دانه‌ای به‌دلیل در دسترس بودن و قیمت مناسب مورد توجه بوده و در فرمولاسیون‌های غذایی کاربرد دارند (۱۲).

گیاه قدومه شیرازی با نام علمی *Alyssum homolocarpum* و نام انگلیسی Madwort از خانواده کروسیفرا[3] گیاهی علفی، مرتعی و یک‌ساله است و برگچه‌های آن هر یک دارای دو دانه صورتی کم‌رنگ می‌باشد. این گیاه بومی مناطق وسیعی از خاورمیانه، اروپای شرقی، مرکزی و شمال آفریقا است. رویشگاه آن در مناطق شمالی و مرکزی ایران و در استان‌های گیلان، مازندران، لرستان و اصفهان می‌باشد (۱۴).

صمغ دانه قدومه شیرازی، صمغی آنیونی با وزن مولکولی پائین ($۶۶/۳\times۱۰^{۵}$ دالتون) و با زنجیر نسبتاً انعطاف‌پذیر است که قابلیت جذب آب بسیار بالایی دارد. این صمغ دارای مقادیر کمی اورونیک اسید (۵/۶۳ درصد) می‌باشد و با توجه به محتوای ۸۵/۳۳ درصد کربوهیدرات کل، خلوص بالایی دارد. ترکیبات قندی اصلی تشکیل‌دهنده صمغ شامل گالاکتوز (۸۲/۹۷)، گلوکز (۵/۷)، رامنوز (۵/۰۴)، زایلوز (۲/۷۲)، مانوز (۳/۰۴) و آرابینوز (۰/۵۳) است و با توجه به محتوای بالای گالاکتوز، صمغی گالاکتونی محسوب می‌شود. صمغ دانه قدومه شیرازی به‌علت حضور گروه‌های کربوکسیل و هیدروکسیل در ساختار خود، مانند یک پلی‌الکترولیت ضعیف رفتار می‌کند. از نظر رئولوژیکی دیسپرسیون‌های آن دارای رفتار سودوپلاستیک غیرنیوتنی است و در غلظت‌های بیشتر، رفتار ژلی ضعیفی دارد. صمغ دانه قدومه شیرازی، با توجه به بازده استخراج بالا (۲۸۷/۳ گرم بر کیلوگرم)، می‌تواند به‌عنوان صمغی تجاری مورد استفاده قرار گیرد (۱۴). صمغ استخراج شده از دانه قدومه شیرازی به‌عنوان تغلیظ‌کننده (۱۹)، تثبیت‌کننده (۲۰)، جایگزین چربی در فرمولاسیون غذاها (۴، ۵) و به‌عنوان فیلم (۲۷، ۲۸) و یا پوشش خوراکی (۴۰) در بسته‌بندی مواد غذایی مورد بررسی قرار گرفته است. اما کاربرد آن به‌عنوان جایگزین چربی در فراورده‌های گوشتی کم‌چرب بررسی نشده است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵ و ۰/۹ درصد به‌عنوان جایگزین چربی بر روی ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی همبرگر کم‌چرب با هدف تولید همبرگر رژیمی با پذیرش حسی مشابه محصول پرچرب به کمک صمغ دانه قدومه شیرازی می‌باشد.

1. Quince Seed Gum
2. Shrinkage
3. Cruciferae

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: گوشت سردست تازه گوساله بدون چربی ظاهری، آب مقطر، آرد سوخاری، روغن آفتابگردان و ادویه‌ها (جدول ۱) از مراکز معتبر در شهر گرگان و همچنین پودر صمغ دانه قدومه شیرازی از شرکت ریحان گام پارسیان (گلستان) تهیه گردید. ترکیب شیمیایی صمغ مطابق توضیحات شرکت تولیدکننده در جدول ۲ آورده شده است.

تهیه همبرگر: گوشت سردست تازه گوساله بدون چربی ظاهری با استفاده از دستگاه چرخ گوشت مجهز به دیسک با اندازه منافذ ۴ میلی‌متر چرخ گردید. مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۴، میزان چربی و پروتئین آن (به‌ترتیب برابر ۱/۳ و ۱۹/۱ درصد) اندازه‌گیری گردید. سپس گوشت و کلیه مواد مطابق مقادیر تعیین شده در فرمولاسیون با یکدیگر مخلوط شدند (جدول ۳). در مورد نمونه‌های کم‌چرب حاوی صمغ، مقادیر مشخص از صمغ هیدراته شده (هیدراته شده مطابق مقادیر تعیین شده در فرمولاسیون) در سه سطح (۰/۱، ۰/۵ و ۰/۹ درصد وزنی/ وزنی) به کلیه ترکیبات اضافه و به‌منظور یکنواختی مواد، به‌مدت ۵ دقیقه ورز داده شدند. نمونه‌های همبرگر با وزن‌های یکسان ۵۰ گرمی توزین و به قطر ۸ و ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر قالب‌گیری شدند. همبرگرهای آماده شده در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری گردید. همبرگرهای منجمد به‌منظور انجمادزدایی در طول شب در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگه‌داری شدند. سپس با استفاده از آون جریان هوای داغ (مدل ED115، BINDER، آمریکا) با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۵ دقیقه برای هر طرف پخته شدند.

جدول ۱- نوع و درصد ادویه‌های مورد استفاده در فرمولاسیون همبرگر

Table 1- Type and percentage of species used in the beef burger formulation

ادویه‌ها Spices		درصد (%)
نمک	Salt	1
پودر سیر	Garlic powder	0.5
پودر پیاز	Onion powder	0.5
پودر فلفل سیاه	Black pepper powder	0.5
پودر دارچین	Cinnamon powder	0.25
پودر کاری	Curry powder	0.25

جدول ۲- آنالیز شیمیایی صمغ دانه قدومه شیرازی

Table 2- Chemical analysis of *Alyssum homolocarpum* seed gum

ترکیب شیمیایی Chemical compounds		(%)
رطوبت	(Moisture)	4-5
پروتئین	(Protein)	1-3
چربی	(Fat)	1-3
خاکستر	(Ash)	5-7
کربوهیدرات کل	(Total Carbohydrate)	82-88

آماده‌سازی صمغ دانه قدومه شیرازی: پودر صمغ دانه قدومه شیرازی مطابق مقادیر تعیین شده (جدول ۳) با استفاده از ترازو (مدل Jc.320AB، HK&HUAK، چین) توزین و با آب مقطر هیدراته گردید. بدین منظور با همزن مغناطیسی (مدل basic RH، IKA، آلمان) به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط هم‌زده شد و سپس نمونه‌ها به‌منظور هیدراتاسیون کامل ۲۴ ساعت در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

جدول ۳- فرمولاسیون برگر شاهد پرچرب، شاهد کم‌چرب و نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف صمغ دانه قدومه شیرازی

Table 3- Formulations of high-fat control, low-fat control and burgers containing different gum concentrations

تیمار (درصد وزنی/ وزنی) Treatment (%)	گوشت Meat	ادویه Spices	آرد سوخاری Bread crumbs	روغن آفتابگردان Sunflower oil	آب Water	صمغ Gum
شاهد پرچرب (۱۰٪ چربی) HC (10% fat)	68	3	9	10	10	–
شاهد کم‌چرب (۲٪ چربی) LC (10% fat)	68	3	9	2	18	–
نمونه محتوی ۰/۱٪ صمغ 0.1% G	68	3	9	2	17.9	0.1
نمونه محتوی ۰/۵٪ صمغ 0.5% G	68	3	9	2	17.5	0.5
نمونه محتوی ۰/۹٪ صمغ 0.9% G	68	3	9	2	17.1	0.9

HC = High fat control (10% fat + 0% gum); LC = Low fat control (2% fat + 0% gum); 0.1 G = 2% fat + 0.1% gum; 0.5 G = 2% fat + 0.5% gum; 0.9 G = 2% fat + 0.9% gum

آزمون‌های شیمیایی همبرگر خام: آزمون‌های شیمیایی انجام شده برروی همبرگر خام شامل اندازه‌گیری درصد رطوبت (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۵)، درصد چربی به‌روش سوکسله (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۲)، درصد پروتئین به‌روش کجلدال (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۴) و درصد خاکستر توسط کوره الکتریکی مجهز به کنترل دما و زمان (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۴) بود. به‌منظور اندازه‌گیری pH، یک گرم از نمونه خام به‌همراه ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر، جهت به‌دست آوردن محلولی یکنواخت، به‌مدت ۱ دقیقه در دمای محیط توسط همزن مغناطیسی (مدل RH basic2، IKA، آلمان) هم‌زده شد. سپس pH محلول توسط pH متر (مدل Calimatic ۷۶۶، Knick، آلمان) تعیین گردید.

مقاومت در برابر سوراخ شدن[1] بافت: مقاومت در برابر سوراخ شدن بافت، با ایجاد فشار از طریق پروب استیل به قطر ۶ میلی‌متر در ۴ نقطه مختلف بر روی همبرگر پخته تعیین گردید. میزان مقاومت در برابر سوراخ شدن بافت بر حسب واحد نیوتن گزارش شد.

چروکیدگی: درصد چروکیدگی (رابطه ۱) بر اساس تفاوت قطر همبرگر خام و پخته و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۲).

رابطه ۱.

$$\text{درصد وزنی چروکیدگی} = \frac{\text{قطرنمونه خام} - \text{قطرنمونه پخته}}{\text{قطرنمونه خام}} \times ۱۰۰$$

بازده پخت: بازده پخت بر حسب درصد (رابطه ۲) و بر اساس نسبت وزن نمونه پخته به وزن نمونه خام محاسبه شد (۳۷).

1. Puncture Force

رابطه ۲.

$$\text{درصد بازده پخت} = \frac{\text{وزن نمونه پخته}}{\text{وزن نمونه خام}} \times ۱۰۰$$

ظرفیت نگه‌داری رطوبت: درصد ظرفیت نگه‌داری رطوبت[1] بر اساس اندازه‌گیری میزان رطوبت نمونه خام و پخته و با استفاده از رابطه ۳ به‌دست آمد (۱).

رابطه ۳.

$$\text{درصد ظرفیت نگه‌داری رطوبت} = \frac{\text{رطوبت نمونه پخته} \times \text{وزن نمونه پخته}}{\text{رطوبت نمونه خام} \times \text{وزن نمونه خام}} \times ۱۰۰$$

آنالیز پروفایل بافت: بعد از خنک شدن نمونه پخته شده، جهت بررسی آنالیز پروفایل بافت (TPA)[2] از بخش مرکزی محصول مکعبی با ابعاد ۱×۱×۱ سانتی‌متر مکعب تهیه شد. آزمون فشرده‌سازی دو مرحله‌ای توسط دستگاه بافت‌سنج (Stable Micro Systems،TA-XT.plusC، انگلیس) مجهز به پروب صفحه گرد به قطر ۲۵ میلی‌متر و تنظیمات لود سل ۲۵ کیلوگرم، سرعت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه و میزان فشردگی تا ۶۰ درصد ارتفاع اولیه، انجام شد. فاکتورهای سختی[3]، قابلیت جویدن[4]، پیوستگی (انسجام)[5]، ارتجاعیت[6] و صمغیت توسط نرم‌افزار دستگاه گزارش گردید.

رنگ‌سنجی: به‌منظور تعیین شاخص‌های رنگی نمونه‌های همبرگر خام و پخته از دستگاه رنگ‌سنج هانترلب (مدل CAM-System 500، Lovibond، انگلیس) استفاده شد و سه مولفه b^*، a^* و L^* به‌ترتیب معادل زردی، قرمزی و روشنایی به‌دست آمد.

ارزیابی ویژگی‌های حسی: همبرگرهای پخته به‌صورت تصادفی کدگذاری گردید و نمونه‌ها از نظر رنگ، ظاهر، مزه، بو، بافت، یکنواختی و پذیرش کلی توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده (۴۰ تا ۵۵ سال) در مقیاس توصیفی ده نقطه‌ای (یک نشان‌دهنده نمونه بسیار ضعیف و ده نشان‌دهنده نمونه بسیار عالی) مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور نمونه پخته قبل از ارزیابی به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد گرم شد. سپس نمونه‌های کدگذاری شده در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت و نتایج در فرم‌های تهیه شده ثبت گردید (۲۵).

تجزیه و تحلیل آماری: کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف صمغ دانه قدومه شیرازی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی همبرگر کم‌چرب با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت گرفت. نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۰) آنالیز و جهت رسم نمودار از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

آنالیز تقریبی: نتایج مربوط به آنالیز شیمیایی نمونه‌های همبرگر خام در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، تیمار شاهد پرچرب با کم‌ترین میزان رطوبت (۶۳/۳۳ درصد) تفاوت معنی‌داری با تیمار حاوی ۰/۹ درصد صمغ (۶۹/۹ درصد رطوبت) نشان داد ($P<۰/۰۵$). کاهش درصد رطوبت تیمارهای حاوی ۰/۵ و ۰/۹ درصد صمغ نسبت به نمونه شاهد کم‌چرب (۷۰/۹۴ درصد)، با توجه به ظرفیت نگه‌داری رطوبت بالای نمونه‌های حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد کم‌چرب فاقد صمغ (جدول ۵) قابل توجیه است. بنابراین، افزودن صمغ در افزایش درصد رطوبت همبرگر تأثیر معنی‌داری داشت. لین و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی کوفته‌های کم‌چرب حاوی صمغ‌های کاراگینان و آلژینات سدیم در سطوح مختلف و همچنین

1. Moisture Retention (MR)
2. Texture Profile Analysis
3. Hardness
4. Chewiness
5. Cohesiveness
6. Springiness

به‌صورت ترکیبی با یکدیگر نشان دادند که نمونه شاهد پرچرب دارای کم‌ترین درصد رطوبت بود. همچنین افزایش غلظت صمغ سبب کاهش درصد رطوبت نمونه‌های خام حاوی صمغ شد (۲۲). بر اساس نتایج بدست آمده محتوای چربی کلیه تیمارها تقریباً به‌میزان افزوده شده در انواع فرمولاسیون همبرگر گوشت گوساله (نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی صمغ) نزدیک بود و تیمار شاهد پرچرب با اختلاف معنی‌داری بالاترین محتوای چربی معادل ۱۰/۲ درصد را نشان داد (P<۰/۰۵). تغییرات درصد چربی در تیمارهای حاوی صمغ و شاهد کم‌چرب از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و تقریباً برابر ۳/۳ درصد بود (P>۰/۰۵). میزان پروتئین همبرگر به محتوای پروتئین گوشت اولیه (۱۹/۱ درصد) بستگی دارد. با توجه به یکسان بودن میزان گوشت، تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین (تقریباً ۱۵ درصد) کلیه تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان خاکستر به‌ترتیب معادل ۱/۲ درصد و ۱/۸۱ درصد و مربوط به تیمارهای محتوی ۰/۹ درصد صمغ و شاهد کم‌چرب بود (P<۰/۰۵). کاهش محتوی چربی و همچنین غلظت صمغ با اختلاف معنی‌داری سبب کاهش میزان خاکستر شد. میزان خاکستر به اجزای تشکیل‌دهنده همبرگر (گوشت، روغن، صمغ، آب و ادویه) بستگی دارد. افزایش میزان خاکستر در تیمارهای کم‌چرب حاوی صمغ در مقایسه با تیمارهای شاهد به‌میزان خاکستر صمغ (۷-۵ درصد) مرتبط می‌باشد. دمیرسی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر صمغ زانتان، گوار، کاراگینان و خرنوب بر کباب کم‌چرب بیان کردند که افزودن صمغ سبب افزایش معنی‌داری در میزان خاکستر شد (۱۰).

جدول ٤- آنالیز شیمیایی همبرگرهای گوشت گوساله حاوی صمغ دانه قدومه شیرازی و تیمارهای شاهد

Table 4- Chemical analysis of the controls and beef burgers prepared with gum (%)

کربوهیدرات Carbohydrate	خاکستر Ash	چربی Fat	پروتئین Protein	رطوبت Moisture	تیمار Treatments
8.62 ± 1.51^{a}	1.99 ± 0.02^{c}	10.17 ± 1.83^{a}	15.48 ± 0.57^{a}	63.33 ± 0.32^{c}	شاهد پرچرب (۱۰٪) HC (10% fat)
7.91 ± 1.59^{a}	1.82 ± 0.01^{d}	3.36 ± 1.89^{b}	14.97 ± 1.38^{a}	70.94 ± 0.34^{a}	شاهد کم‌چرب (۲٪) LC (2% fat)
7.83 ± 0.47^{a}	1.95 ± 0.03^{b}	3.28 ± 0.52^{b}	15.02 ± 0.03^{a}	70.96 ± 0.14^{a}	صمغ ۰/۱ درصد 0.1% G
7.77 ± 0.57^{a}	1.94 ± 0.003^{b}	3.43 ± 0.08^{b}	15.18 ± 0.99^{a}	70.55 ± 0.16^{a}	صمغ ۰/۵ درصد 0.5% G
8.89 ± 0.60^{a}	1.99 ± 0.0004^{a}	3.24 ± 0.39^{b}	15.21 ± 0.57^{a}	69.90 ± 0.78^{b}	صمغ ۰/۹ درصد 0.9% G

(HC) شاهد پرچرب (۱۰٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ (LC) شاهد کم‌چرب (۲٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ 0.1% G (۲٪ چربی + ۰/۱٪ صمغ)؛ 0.5% G (۲٪ چربی + ۰/۵٪ صمغ)؛ 0.9% G (۲٪ چربی + ۰/۹٪ صمغ)

HC = High fat control (10% fat + 0% gum); LC = Low fat control (2% fat + 0% gum); 0.1 G = 2% fat + 0.1% gum; 0.5 G = 2% fat + 0.5% gum; 0.9 G = 2% fat + 0.9% gum

مقاومت به سوراخ شدن بافت: بر اساس نتایج حاصل (جدول ۵)، تیمار شاهد کم‌چرب با اختلاف معنی‌داری از بیش‌ترین میزان مقاومت به سوراخ شدن بافت (۴/۶۹) برخوردار بود. تیمارهای حاوی صمغ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و افزایش غلظت صمغ، مقاومت به سوراخ شدن بافت را به‌میزان ۰/۲۲ کاهش داد (P>۰/۰۵). تیمارهای شاهد پرچرب و کم‌چرب دارای اختلاف معنی‌داری بودند و

افزایش درصد چربی مقاومت به سوراخ شدن بافت را کاهش داد (P<۰/۰۵). ظرفیت بالای صمغ در حفظ چربی و رطوبت در حین پخت، ویژگی‌های پخت را بهبود و نیروی برشی همبرگر را کاهش می‌دهد. این نتایج با گزارش تروی و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی ویژگی‌های پخت همبرگر گوشت گاو محتوی جایگزین‌های چربی مطابقت دارد (۳۷).

چروکیدگی بافت: نتایج مربوط به‌میزان چروکیدگی همبرگرها (جدول۵) حاکی از آن است که افزودن صمغ تأثیر معنی‌داری بر چروکیدگی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های شاهد نداشت (P>۰/۰۵). کاهش قطر همبرگر بعد از پخت به محتوای چربی و رطوبت نمونه و همچنین دناتوره شدن پروتئین بستگی دارد.

جدول۵- تغییرات مقاومت در برابر سوراخ شدن، چروکیدگی، بازده پخت، ظرفیت نگه‌داری رطوبت و pH بافت همبرگر گوشت گوساله حاوی صمغ دانه قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین چربی و تیمارهای شاهد

Table 5- Changes in puncture force, shrinkage, cooking yield, moisture retention, and pH of beef burger texture containing *Alyssum homolocarpum* seed gum as a fat replacer and controls

pH	ظرفیت نگهداری رطوبت Moisture Retention (%)	بازده پخت Cooking Yield (%)	چروکیدگی Shrinkage (%)	مقاومت به سوراخ شدن Puncture Force (N)	تیمار Treatments
5.43± 0.03^{a}	82.48 ± 0.97^{ab}	88.75 ± 1.04^{a}	9.84 ± 1.56^{a}	3.79 ± 0.21^{b}	شاهد پرچرب (۱۰٪) HC (10% fat)
5.42± 0.01^{a}	77.84 ± 1.40^{c}	84.29 ± 1.60^{b}	12.88 ± 1.63^{a}	4.69 ± 0.46^{a}	شاهد کم‌چرب (۲٪) LC (2% fat)
5.41± 0.01^{a}	78.73 ± 1.40^{c}	85.20 ± 1.50^{b}	12.16 ± 3.91^{a}	0.39 ± 0.23^{c}	صمغ ۰/۱ درصد 0.1% G
5.41± 0.01^{a}	81.74 ± 1.50^{b}	87.86 ± 1.38^{a}	12.05 ± 1.22^{a}	0.23 ± 0.03^{c}	صمغ ۰/۵ درصد 0.5% G
5.42± 0.01^{a}	84.29 ± 0.64^{a}	89.63 ± 1.31^{a}	9.44 ± 1.28^{a}	0.17 ± 0.04^{c}	صمغ ۰/۹ درصد 0.9% G

(HC) شاهد پرچرب (۱۰٪ چربی+ ۰٪ صمغ)؛ (LC) شاهد کم‌چرب (۲٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ 0.1 % G (۲٪ چربی+ ۰/۱٪ صمغ)؛ 0.5% G (۲٪ چربی + ۰/۵٪ صمغ)؛ 0.9% G (۲٪ چربی + ۰/۹٪ صمغ)

HC = High fat control (10% fat + 0% gum); LC = Low fat control (2% fat + 0% gum); 0.1 G = 2% fat + 0.1% gum; 0.5 G = 2% fat + 0.5% gum; 0.9 G = 2% fat + 0.9% gum

بازده پخت: تغییرات درصد بازده پخت نمونه‌های همبرگر در جدول ۵ نشان داده شده است. بیش‌ترین بازده پخت با اختلاف معنی‌داری مربوط به تیمار محتوی ۰/۹ درصد صمغ (۸۹/۶۲ درصد) بود. افزایش محتوای چربی و غلظت صمغ با اختلاف معنی‌داری به‌ترتیب سبب افزایش بازده پخت به میزان ۴/۴۶ درصد و ۴/۴۲ درصد شد. هیدروکلوئیدها با توانایی حفظ چربی و رطوبت سبب کاهش چروکیدگی و افت پخت برگرها می‌شوند (۳). این امر می‌تواند به‌علت گرفتار شدن چربی و آب در شبکه ژل پایدار حاصل از صمغ باشد که در نتیجه، آب کمتری در فرایند پخت آزاد شده و سبب کاهش چروکیدگی و افزایش بازده پخت می‌گردد (۲۱). در پژوهشی مشابه افزودن صمغ کاراگینان به فراورده‌های گوشتی کم‌چرب با ایجاد شبکه ژل سبب افزایش جذب و حفظ رطوبت در محصول کم‌چرب و کاهش میزان چروکیدگی و افزایش بازده پخت شد (۲۴). سلطانی‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) نیز دریافتند افزودن ۰/۵ درصد وزنی ژل آلوئه‌ورا تأثیر معنی‌داری بر کاهش میزان چروکیدگی و افزایش بازده پخت همبرگر کم چرب داشت (۳۶).

ظرفیت نگه‌داری رطوبت: بررسی ظرفیت نگه‌داری رطوبت در تیمارهای مختلف (جدول ۵) حاکی از قابلیت اتصال به آب بالای صمغ دانه قدومه شیرازی است؛ به‌طوری که ظرفیت حفظ رطوبت به‌طور معنی‌داری با افزایش غلظت صمغ افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). بیش‌ترین ظرفیت حفظ رطوبت (۸۴/۳ درصد) مربوط به فرمولاسیون همبرگر گوشت گوساله حاوی ۰/۹ درصد صمغ بود. در پژوهشی مشابه افزودن صمغ‌های زانتان و کاراگینان (۲۶) و همچنین صمغ گوار در غلظت ۰/۱ درصد سبب افزایش ظرفیت نگه‌داری رطوبت سوسیس‌های کم‌چرب گردید (۸).

آنالیز پروفیل بافت: بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۶) نمونه شاهد کم‌چرب از بیش‌ترین میزان سختی (۳۲/۰۸) و قابلیت جویدن (۴/۱۸) و تیمار محتوی ۰/۹ درصد صمغ از کم‌ترین سختی (۱۸/۸۹) و قابلیت جویدن (۰/۸۴) برخوردار بودند. افزایش درصد صمغ از ۰/۱ تا ۰/۹ درصد، سبب کاهش سختی همبرگر به‌میزان ۱۰/۰۴ شد ($P<۰/۰۵$). صمغ در نمونه‌های کم‌چرب با حفظ رطوبت و همچنین کاهش اتصالات بین پروتئین‌ها در شبکه ژلی و ایجاد بافتی نرم سبب کاهش سختی، قابلیت جویدن و صمغیت گردید. در پژوهشی مشابه، افزودن مخلوط اینولین (۳/۱ درصد) و β-گلوکان (۳/۲ درصد) به همبرگر سبب کاهش معنی‌داری در میزان سختی، قابلیت جویدن و صمغیت نمونه‌های کم‌چرب گردید (۱). کاروالهو و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی اثر افزودن فیبر گندم هیدراته به فرمولاسیون همبرگر اعلام کردند که افزایش درصد فیبر گندم هیدراته سبب کاهش معنی‌داری در میزان سختی، قابلیت جویدن و صمغیت نمونه‌های کم‌چرب شد (۹). کومار و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر آلژینات سدیم (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) را بر روی خواص کوفته‌های کم‌چرب بررسی و اعلام کردند که کاهش معنی‌داری در میزان صمغیت تیمارهای حاوی صمغ در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد (۲۱).

جدول ٦- تغییرات سختی، قابلیت جویدن، صمغیت، پیوستگی و ارتجاعیت بافت همبرگر گوشت گوساله حاوی صمغ دانه قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین چربی و تیمارهای شاهد

Table 6- Changes in hardness, chewiness, gumminess, cohesiveness, and springiness of beef burger texture containing *Alyssum homolocarpum* seed gum as a fat replacer and control treatments

تیمار Treatments	سختی Hardness (N)	قابلیت جویدن Chewiness (N mm)	صمغیت Gumminess (N)	پیوستگی Cohesiveness	ارتجاعیت Springiness (mm)
شاهد پرچرب (۱۰٪) HC (10% fat)	28.29 ± 2.91^{a}	4.06 ± 0.92^{a}	8.04 ± 1.23^{a}	0.28 ± 0.02^{a}	0.50 ± 0.04^{a}
شاهد کم‌چرب (۲٪) LC (2% fat)	32.08 ± 1.19^{a}	4.18 ± 0.43^{a}	8.83 ± 0.34^{a}	0.28 ± 0.02^{a}	0.47 ± 0.04^{ab}
صمغ ۰/۱ درصد 0.1% G	29.29 ± 5.91^{a}	3.47 ± 0.68^{a}	8.00 ± 1.16^{a}	0.28 ± 0.02^{a}	0.43 ± 0.03^{b}
صمغ ۰/۵ درصد 0.5% G	20.31 ± 3.44^{b}	1.21 ± 0.30^{b}	4.65 ± 1.20^{b}	0.23 ± 0.03^{b}	0.26 ± 0.02^{c}
صمغ ۰/۹ درصد 0.9% G	18.89 ± 1.29^{b}	0.84 ± 0.12^{b}	3.63 ± 0.28^{b}	0.19 ± 0.004^{b}	0.23 ± 0.02^{c}

(HC) شاهد پرچرب (۱۰٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ (LC) شاهد کم‌چرب (۲٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ 0.1% G (۲٪ چربی + ۰/۱٪ صمغ)؛ 0.5% G (۲٪ چربی + ۰/۵٪ صمغ)؛ 0.9% G (۲٪ چربی + ۰/۹٪ صمغ)

HC = High fat control (10% fat + 0% gum); LC = Low fat control (2% fat + 0% gum); 0.1 G = 2% fat + 0.1% gum; 0.5 G = 2% fat + 0.5% gum; 0.9 G =2% fat + 0.9% gum

رادر و همکاران (۲۰۱۶) اعلام کردند که افزایش غلظت صمغ گوار (۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد) سبب کاهش میزان صمغیت کوفته گوشت کم‌چرب گردید (۳۳). در مغایرت با نتایج به‌دست آمده یولیو (۲۰۰۶) نشان داد که افزودن صمغ کاراگینان (۱ درصد) سبب افزایش سختی و قابلیت جویدن کباب‌های گوشت کم‌چرب شد (۳۹). همچنین یوسفی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که افزودن صمغ دانه "به" در غلظت‌های مختلف سبب افزایش معنی‌دار در سختی بافت همبرگرهای کم‌چرب شد (۴۱).

نتایج مربوط به‌میزان پیوستگی و ارتجاعیت در جدول ۶ نشان داده شده است. بیشترین میزان پیوستگی و ارتجاعیت مربوط به شاهد پرچرب (به‌ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۵) بود و اختلاف معنی‌داری با شاهد کم‌چرب نداشت. به‌طور کلی مشاهده شد که با افزایش غلظت صمغ از ۰/۱ به ۰/۹ درصد، پیوستگی به‌میزان ۰/۰۸۴ کاهش یافت. نمونه حاوی ۰/۹ درصد صمغ از کم‌ترین میزان پیوستگی و ارتجاعیت (به‌ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۲۳) برخوردار بود. ارتجاعیت میزان برگشت‌پذیری نمونه به حالت اولیه بعد از حذف نیروی تغییردهنده است. بنابراین، یک ساختار شبکه‌ای پایدار سبب افزایش ارتجاعیت محصول می‌شود. افزودن هیدروکلوئیدها به‌دلیل کاهش خواص الاستیکی در فراورده‌های گوشتی و همچنین به‌دلیل وزن مولکولی بالا، از تشکیل شبکه پروتئینی یکپارچه جلوگیری کرده و با کاهش مقاومت درونی بافت، سبب کاهش ارتجاعیت می‌شود (۳). رادر و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر صمغ زانتان در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد روی کباب گوشت کم‌چرب بیان کردند که افزودن صمغ تأثیر معنی‌داری بر پیوستگی نداشت اما سبب افزایش ارتجاعیت گردید (۳۲).

جدول۷- شاخص‌های رنگ همبرگر خام و پخته گوشت گوساله حاوی صمغ دانه قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین چربی و تیمارهای شاهد

Table 7.Color indicators of raw and cooked beef burgers containing *Alyssum homolocarpum* seed gum as a fat replacer and control treatments

تیمار Treatments	Raw			Cooked		
	b^*	a^*	L^*	b^*	a^*	L^*
شاهد پر چرب (۱۰٪) HC (10% fat)	11.00 ± 0.8^{a}	13.6 ± 1.61^{a}	47.83 ± 4.43^{a}	9.57 ± 0.56^{a}	10.47 ± 0.46^{ab}	41.47 ± 0.83^{ab}
شاهد کم چرب (۲٪) LC (2% fat)	10.73 ± 0.46^{a}	13.57 ± 1.22^{a}	46.03 ± 0.46^{a}	9.67 ± 0.46^{a}	10.73 ± 0.46^{ab}	42.37 ± 0.35^{a}
صمغ ۰/۱ درصد 0.1% G	11.27 ± 0.46^{a}	12.27 ± 1.17^{a}	48.63 ± 4.39^{a}	9.93 ± 0.46^{a}	9.93 ± 0.46^{b}	42.47 ± 1.46^{a}
صمغ ۰/۵ درصد 0.5% G	11.80 ± 0.00^{a}	12.53 ± 1.33^{a}	48.77 ± 4.05^{a}	9.40 ± 0.00^{a}	11.27 ± 0.46^{a}	40.30 ± 0.95^{bc}
صمغ ۰/۹ درصد 0.9% G	11.53 ± 0.46^{a}	13.3 ± 0.8^{a}	46.8 ± 1.18^{a}	8.60 ± 0.80^{b}	11.27 ± 0.46^{a}	39.20 ± 1.06^{c}

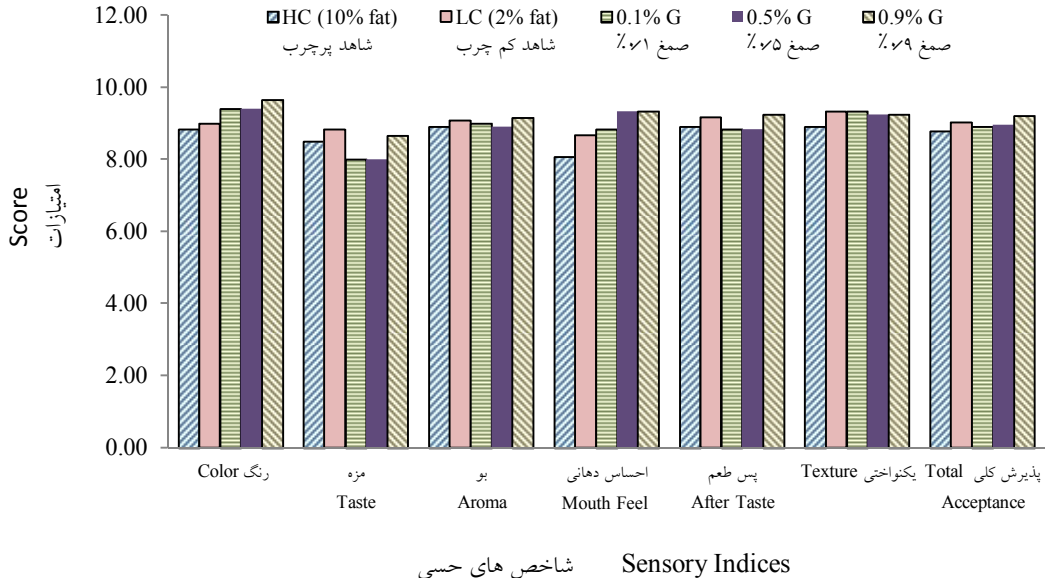
(HC) شاهد پرچرب (۱۰٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ (LC) شاهد کم‌چرب (۲٪ چربی + ۰٪ صمغ)؛ 0.1 G% (۲٪ چربی + ۰/۱٪ صمغ)؛ 0.5 G% (۲٪ چربی + ۰/۵٪ صمغ)؛ 0.9 G% (۲٪ چربی + ۰/۹٪ صمغ)

HC = High fat control (10% fat + 0% gum); LC = Low fat control (2% fat + 0% gum); 0.1 G = 2% fat + 0.1% gum; 0.5 G = 2% fat + 0.5% gum; 0.9 G = 2% fat + 0.9% gum

شاخص‌های رنگی: نتایج مربوط به تأثیر افزودن سطوح مختلف صمغ دانه قدومه شیرازی بر روی شاخص‌های روشنایی (L^*)، قرمزی (a^*) و زردی (b^*) همبرگرهای خام و پخته در جدول ۷ آورده شده است. مطابق نتایج به‌دست آمده بین کلیه تیمارهای خام با نمونه‌های شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده

نشد و افزودن صمغ تأثیر کم و غیرمعنی‌داری بر روی رنگ محصول داشت (P>۰/۰۵). در کلیه نمونه‌ها بعد از پخت شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی کاهش یافت. بیشترین و کم‌ترین شاخص روشنایی نمونه‌های پخته با اختلاف معنی‌دار به‌ترتیب در نمونه‌های حاوی ۰/۱ درصد صمغ (۴۲/۴۷) و نمونه حاوی ۰/۹ درصد صمغ (۳۹/۲) مشاهده شد (P<۰/۰۵).ویژگی‌های رنگی گوشت و فراورده‌های گوشتی خام و پخته ناشی از رنگدانه‌های گوشت و همچنین تغییرات رنگدانه‌ها در فرایند پخت می‌باشد. در مواردی مانند تحقیق حاضر که میزان گوشت و در نتیجه میوگلوبین نمونه‌ها یکسان است رنگ محصول بیشتر تحت تأثیر میزان چربی، مواد غیر گوشتی و آب اضافه شده در فرمولاسیون قرار دارد (۲۶). محصولات کم‌چرب، تیره‌تر و قرمزتر از محصولات پرچرب هستند. رنگ تیره‌تر و قرمزتر محصولات گوشتی کم‌چرب می‌تواند به‌علت کاهش در پراکندگی نور ناشی از کاهش چربی باشد (۳۱).

یادگاری و همکاران (۱۳۹۸) اثر افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی، متیل سلولز و ترکیب این دو صمغ به‌عنوان پوشش خوراکی را بر خصوصیات کیفی و جذب روغن سیب‌زمینی سرخ شده بررسی و اعلام کردند که استفاده از صمغ دانه قدومه شیرازی بدون تغییر در میزان شاخص قرمزی، تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های روشنایی و زردی داشت. افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی در غلظت‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد سبب کاهش قرمزی، زردی و روشنایی رنگ محصول شد (۴۰). همچنین استفاده از صمغ گوار سبب کاهش معنی‌داری در شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی کباب گوشت کم‌چرب در مقایسه با تیمار شاهد گردید (۳۳).



شکل ۱- ارزیابی حسی همبرگر گوشت گوساله حاوی صمغ دانه قدومه شیرازی به‌عنوان جایگزین چربی و تیمارهای شاهد

Figure 1. Sensory analysis of beef burgers containing *Alyssum homolocarpum* seed gum as a fat replacer and control treatments

ارزیابی حسی: مطابق نتایج به‌دست آمده در ارزیابی حسی نمونه‌های همبرگر (شکل ۱)، میان تمامی نمونه‌ها از نظر رنگ، مزه، بو، بافت، پس‌طعم، یکنواختی و پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). نمونه حاوی ۰/۹ درصد صمغ از نظر پذیرش کلی دارای بیش‌ترین امتیاز بود. این نتیجه نشان می‌دهد که استفاده از این صمغ در مقادیر به‌کار رفته تأثیر نامطلوب بر ویژگی‌های حسی نمونه‌ها نداشته است. دمیرسی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که نمونه‌های کوفته گوشت کم‌چرب حاوی ۱ درصد صمغ خرنوب در مقایسه با نمونه شاهد دارای بیش‌ترین شدت بو، طعم و پذیرش کلی بود (۱۰). همچنین صمغ دانه "به" تأثیر مثبتی بر روی ویژگی‌های حسی و پذیرش کلی همبرگر کم‌چرب داشت و سبب افزایش شدت رنگ، ظاهر، بو و طعم نمونه‌ها شد (۴۱).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بدست آمده نشان داد که همبرگر محتوی صمغ دانه قدومه شیرازی از نظر ویژگی‌های شیمیایی با استانداردهای ملی ایران مطابقت دارد. افزودن صمغ به‌طور معنی‌داری سبب افزایش بازده پخت و ظرفیت نگه‌داری رطوبت گردید. تیمار محتوی ۰/۹ درصد صمغ از بیش‌ترین ظرفیت نگه‌داری رطوبت و بازده پخت نسبت به نمونه شاهد برخوردار بود. همچنین افزایش غلظت صمغ موجب کاهش چروکیدگی گردید که البته اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و نمونه شاهد مشاهده نشد. افزایش غلظت صمغ با اختلاف معنی‌داری سبب کاهش سختی بافت گردید و در نتیجه‌ی کاهش مقاومت درونی بافت، قابلیت جویدن، پیوستگی، ارتجاعیت و صمغیت کاهش معنی‌داری یافت. کم‌ترین میزان سختی (۱/۹۳) مربوط به تیمار محتوی ۰/۹ درصد صمغ بود. افزودن صمغ بر روی رنگ محصول خام در مقایسه با نمونه‌های شاهد تأثیر معنی‌داری نداشت. تیمار محتوی ۰/۵ درصد صمغ بیش‌ترین روشنایی و زردی را در مقایسه با نمونه‌های دیگر نشان داد. بیشترین قرمزی، کم‌ترین روشنایی و زردی در نمونه پخته حاوی ۰/۹ درصد صمغ مشاهده شد. نمونه حاوی ۰/۹ درصد صمغ از نظر پذیرش کلی دارای بیش‌ترین امتیاز بود. این تحقیق بیانگر این مسأله است که صمغ دانه قدومه شیرازی را می‌توان به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون همبرگر کم‌چرب بکار برد و ویژگی‌های کیفی و بافتی آن را تا حدی بهبود بخشید.

.

منابع

1. Afshari, R., Hosseini, H., Mousavi Khaneghah, A., and Khaksar, R. 2017. Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acide profile modification. LWT- Food Science and Technology. 78: 325-331.
2. Akesowan, A. 2010. Quality characteristics of light pork burgers fortified with soy protein isolate. Food Science and Biotechnology. 19: 5. 1143-1149.
3. Ammar, M. 2012. Influence of using mustard flour as extender on quality attribute of beef burger patties. Word Journal of Agricultural Science. 8: 1. 55-61.
4. Assadi Yasaghi, N., and Arianfar, A. 2019. The effect of Alyssum homolocarpum seed gum on physicochemical, rheological and sensory properties of low-fat yoghurt. Food Science and Technology. 15: 84. 189-201.
5. Azarnia, F., Roozbeh Nasiraii, L., Alaeddini, B., and Ebrahimi Pure, A. 2014. Effect of Alyssum homolocarpum gum as fat replacer on chemical and sensory properties of ultra-filtrated Iranian white cheese. First International Conference on Natural Food

Hydrocolloids, Mashhad, Iran, 22-23 October.
6. Azizinia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., and Rahimi, J. 2008. Whey protein concentrates and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. Journal of Dairy Science. 91: 7. 2545-2552.
7. Brewer, M.S. 2012. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality. A review. Meat Science. 91: 4. 385-395.
8. Candogan, K., and Kolsarici, N. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low- fat beef frankfurters. Meat Science. 64: 2. 199-206.
9. Carvalho, L.T., Pires, M.A., Baldin, J.C., Munekata, P.E.S., de Carvalho, F.A.L., Rodrigues, I., Polizer, Y.J., de Mello, J.L., Lapa- Guimarães, J.L., and Trindade, M.A. 2018. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. Meat Science. 147: 53-59.
10. Demirci, Z.O., Yilmaz, I., and Demirci, A.S. 2014. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. Journal of Food Science and Technology. 51: 5. 936-942.
11. Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., and PerezAlvarez, J. A. 2005. Meat products as functional foods: A review. Journal of Food Science. 70: 2. R37-R43.
12. Hardi, J. 2000. Examination of coagulation kinetics and rheological properties of fermented milk products: influence of starter culture milk fat content and addition of inulin. Mljekarstvo. 50: 3. 217-226.
13. Heck, R.T., Saldaña, E., Lorenzo, J.M., Correa, L.P., Fagundes, M.B., Cichoski, A.J., Ragagnin de Menezes, C., Wagner, R. and Campagnol, P.C.B. 2019. Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low- fat burgers with a healthier lipid profile. Meat Science. 156: 174- 182.
14. Hesarinejad, M.A., Razavi, S.M.A., and Koocheki, A. 2015. *Alyssum homolocarpum* seed gum: Dilute solation and some physico chemical properties. International Journal of Biological Macromolecules. 81: 418-426.
15. Hoogenkamp, H.W. 1997. Formulated meat patties-global taste preference changes. Fleischwirtschaft International. 5: 26-30.
16. Hughes, E., Cofrades, S., and Troy, D. J. 1997. Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Science. 45: 3. 273-281.
17. Hygreeva, D., Pandey, M.C., and Radhakrishna, K. 2014. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. Meat Science. 98: 1. 47-57.
18. Jimenez-Colmenero, F. 2000. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. Trends in Food Science and Technology. 11: 2. 56-66.
19. Koocheki, A., Mortazavi, S.A., Shahidi, F., Razavi, S.M.A., and Taherian, A.R. 2009a. Rheological properties of mucilage extracted from Alyssum homolocarpum seed as a new source of thickening agent. Journal of Food Engineering. 91: 490-496.
20. Koocheki, A., Kadkhodaee, R., Mortazavi, S.A.,Shahidi, F., and Taherian, A.R. 2009b. Influence of Alyssum homolocarpum seed gum on the stability and flow properties of O/W emulsion prepared by high intensity ultrasound. Food Hydrocolloids. 23: 2416-2424.
21. Kumar, M., Sharma, B.D., and Kumar, R.R. 2007. Evaluation of sodium alginate as a fat replacer on processing and shelf-life of low-fat ground pork patties. Asian-Australasian Journal Animal Science. 20: 4. 588-597.
22. Lin, K., and Keeton, J.T. 2006. Textural and physicochemical properties of low-fat, precooked ground beef patties containing carrageenan and sodium alginate. Journal of Food Science. 63: 4. 571-574.
23. Ma, Z., and Boye, J.I. 2013. Advances in the design and production of reduced- fat and reduced-cholesterol salad dressing and

mayonnaise: a Review. Food Bioprocess technology. 6: 648-670.
24. Mallika, E.N., Prabhakar, K., and Reddy, P.M. 2009. Low fat products- An overview. Veterinary World. 2: 9. 364-366.
25. Mansour, E.H., and Khalil, A.H. 1999. Characteristics of low- fat beef burgers as influenced by various types of wheat fibers. Journal of the Science of Food and Agriculture. 79: 4. 493-498.
26. Mittal, G.S., and Barbut, S. 1994. Effects of carrageenan and xanthan gum on the texture and acceptability of low fat frankfurters. Journal of Food Processing and Preservation. 18: 3. 201-216.
27. Mohammadi Nafchi, A., Bagheri, M., Nouri, L., Karimi, A.A., and Ariffin, F. 2017. Preparation and characterization of a novel edible film based on *Alyssum homolocarpum* seed gum. Journal of Food Science and Technology. 54: 6.1703-1710.
28. Monjazeb marvdashti, L., Koocheki, A., and Yavarmanesh, M. 2017. *Alyssum homolocarpum* seed gum-polyvinyl alcohol biodegradable composite film: physicochemical, mechanical, thermal and barrier properties. Carbohydrate Polymers. 155: 280-293.
29. Namir, M., Siliha, H., and Ramadan, M.F. 2015. Fiber pectin from tomato pomace: characteristics, functional properties and application in low- fat beef burger. Journal of Food Measurement and Characterization. 9: 3. 305-312.
30. Ospina, E.J.C., Sierra, C.A., Ochoa, O., Perez-Alvarez, J.A., and Fernandez-Lopez, J. 2012. Substitution of Saturated fat in processed meat products: a review. Critical Reviews in Food and Nutrition. 52: 2. 113-122.
31. Pietrasik, Z., and Li- Chan, E.C.Y. 2002. Binding and textural properties of beef gels as affected by protein, j-carrageenan and microbial transglutaminase addition. Food Research International. 35: 1. 91-98.
32. Rather, S.A., Masoodi, F.A., Akhter, R., Gani, A., Wani, S.M., and Malik, A.H. 2015. Xanthan gum as a fat replacer in goshtaba, a traditional meat product of India: Effects on quality and oxidative stability. Journal of Food Science and Technology. 52: 12. 8104-8112.
33. Rather, S.A., Masoodi, F.A., Akhter, R., Gani, A., Wani, S.M., and Malik, A.H. 2016. Effect of guar gum as fat replacer on some quality parameters of mutton goshtaba, a traditional Indian meat product. Small Ruminant Research. 137: 169-176.
34. Razavi, S.M.A., and Behrouzian, F. 2018. Biopolymers for Food Design. Ferdowsi University of Mashhad (FUM). Mashhad, Iran: 65-94.
35. Selani, M.M., Shirado, G.A.N., Margiotta, G.B., Saldaña, E., Spada, F.P., Piedade, S.M.S., Contrera-Castillo, C.J., and Canniatti-Bazaca, S.G. 2016. Effect of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. Meat Science. 112: 69-76.
36. Soltanizadeh, N., and Ghiasi- Esfahani, H. 2015. Qualitative improvement of law meat beef burger using Aloe Vera. Meat Science. 9: 75-80.
37. Troy, D.J., Desmond, E.M., and Buckley, D.J. 1999. Eating quality of low fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. Journal Food Science Agriculture. 79: 507-516.
38. Tufeanu, R., and Tita, O. 2016. Possibilities to develop low-fat products: a review. Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology. 20: 1. 3-19.
39. Ulu, H. 2006. Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs. Food Chemistry. 95: 600-605.
40. Yadegari, M., Esmaeilzadeh Kenari, R., and Hashemi, S.J. 2020. Investigation of effects of Alyssum homolocarpum seed and methyl cellulose gums and compound them on qualitative properties of fried potato. Iranian Journal of Food Science and Technology. 98: 90-101.
41. Yousefi, N., Zeynali, F., and Alizadeh, M. 2017. Optimization of low-fat meat hamburger formulation quince seed gum using response surface methodology. Journal of Food Science and Technology. 55: 2. 598-604.

EJFPP, Vol. 13 (2): 79-94
http://ejfpp.gau.ac.ir

Evaluation of Technological and Sensory properties of Low-fat Beef Burger Containing Madwort (*Alyssum homolocarpum*) Seed Gum as Fat Replacer

Mahshid Poursaeid[1*], Hoda Shahiri Tabarestani[2], Sara Aghajanzadeh Suraki[2]
[1]Department of Food Science and Technology, Saee Institute of Higher Education, Gorgan, Iran
[2]Faculty of Food Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
Received: 2020/07/08; Accepted: 2020/09/03

Abstract

Background and objectives: Conscious consumers today are looking for low-calorie and safe foods. Hamburger is a high-calorie food with a relatively high fat content (20-30%), and also one of the most popular meat products in the world. On the other hand, reducing the fat content of meat products reduces the sensory (color, juiciness, texture, flavor, and mouth feel), technological (water holding capacity, cooking yield), and rheological properties of the product. Non-meat ingredients such as hydrocolloids are used as fat substitutes to improve the quality of low-fat products. Therefore, in this research, the effect of various *Alyssum homolocarpum* seed gum (AHSG) concentration (0.1, 0.5 and 0.9%) as a fat replacer on the technological and sensory properties of low-fat beef burgers was investigated and compared with those of high-fat (10% fat) and low-fat (2% fat) control samples (without AHSG).

Materials and methods: For this purpose, three burgers from each formulation were cooked at 150°C and then cooled to room temperature. Moisture, fat, protein, and ash content of the burgers were determined according to Iranian National Standardization Organization (INSO) 2304. Textural profile analysis parameters were measured by the texture analyzer; and lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) values were determined by hunter lab system. All experiments were done in triplicate.

Results: Increasing the concentration of *Alyssum homolocarpum* seed gum increased the cooking yield and moisture retention capacity in the samples. The addition of AHSG, insignificantly affected the lightness (L*) and redness (a*) values of the samples. The lowest level of L* and b*, as well as the highest a* were observed in cooked samples containing 0.9% AHSG. The hardness, chewiness, cohesiveness, gumminess, and springiness reduced significantly with an increase in AHSG concentration. The lowest hardness, cohesiveness, shrinkage, and puncture force, as well as the highest cooking yield, and moisture retention capacity were observed in samples containing 0.9% AHSG. According to the results of sensory analysis, increasing the concentration of gum did not show a significant effect on the sensory characteristics, while the highest total acceptance was observed in low fat burger containing 0.9% AHSG.

Conclusion: According to the obtained results, the sample containing 0.9% AHSG improved the technological and sensory characteristics of low-fat treatments compared to the control samples. Therefore, the possibility of using 0.9% AHSG for developing low fat burger formulation is confirmed.

Keywords: Beef burger, Hydrocolloid, *Alyssum homolocarpum* seed, Fat replacer, Sensory properties

[*] Corresponding author: pourshid14@gmail.com