مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال چهاردهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۹۴-۸۵

تولید و ارزیابی سوسیس فرانکفورتر کم چرب با استفاده از ژل امولسیونی بر پایه اینولین و روغن سبوس برنج

نیوشا نوربهشت[۱]، هاجر شکرچی زاده[۲]، نفیسه سلطانی زاده[۳]

۱- کارشناسی ارشد صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. پست الکترونیکی: shekarchizadeh@cc.iut.ac.ir
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: امروزه تمایل به استفاده از غذاهای حاوی چربی کمتر در بین مصرف‌کنندگان به شدت دیده می‌شود. حذف چربی غذا منجر به ایجاد خواص حسی و عملکردی نامطلوبی می‌گردد. بنابراین ترکیبات متنوع و گسترده‌ای به عنوان جایگزین چربی برای دستیابی به محصولات غذایی کم‌چرب معرفی شده است. هدف از تحقیق حاضر، کاهش چربی مصرفی در تهیه سوسیس با استفاده از ژل امولسیونی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ژل امولسیونی تولید شده با استفاده از روغن سبوس برنج و اینولین و به کمک امواج اولتراسونیک به عنوان جایگزین چربی به میزان صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد در فرمولاسیون سوسیس فرانکفورتر جایگزین چربی شد و ویژگی‌های سوسیس کم چرب حاصل از نظر میزان ترکیبات شیمیایی، pH، ویژگی‌های بافتی، رنگ ، تخلخل، افت پخت، ظرفیت نگهداری آب و ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد سوسیس حاوی ژل امولسیونی رطوبت، خاکستر، pH، ظرفیت نگهداری آب و تخلخل بیشتری دارد. به طوری که با افزایش درصد جایگزینی، این شاخص‌ها نیز افزایش یافته است. از طرف دیگر چربی، افت پخت، نیروی لازم برای برش و ویژگی‌های بافتی (سفتی، پیوستگی میان بافتی، صمغی بودن و قابلیت جویدن) به جز قابلیت ارتجاع محصول کاهش پیدا کرده است. ژل امولسیونی موجب تیرگی سوسیس‌ها گردید و با افزایش درصد جایگزینی، L^* (روشنایی) و a^* (قرمزی) کاهش و b^* (زردی) افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: ارزیابی حسی سوسیس‌ها نشان داد استفاده از ژل امولسیونی در تهیه سوسیس کم چرب نتوانست بر پذیرش کلی این محصول از سوی مصرف‌کنندگان اثر معنی‌داری ایجاد نماید. بنابراین می توان با جایگزین کردن روغن مصرفی در تهیه سوسیس با ژل امولسیونی محصولی کم چرب با ویژگی های کیفی و تغذیه ای مطلوب تولید نمود.

واژگان کلیدی: جایگزین چربی، سوسیس فرانکفورتر، فیبر، روغن سبوس برنج

• مقدمه

چربی‌ها و روغن‌ها یکی از ترکیبات مهمی هستند که خواص حسی محصولات غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. عموماً افزایش محتوای چربی و روغن منجر به بهبود قابلیت سرخ کردن و کاهش شکنندگی بافت می‌شود. در حالی که کاهش آن باعث ایجاد بافتی سفت و صمغی با محتوای رطوبتی پایین می‌گردد. اما از طرف دیگر مصرف زیاد چربی‌ها و روغن‌ها می‌تواند سبب افزایش میزان تری‌گلیسریدهای خون شود و به دنبال آن بیماری‌های عروقی و نارسایی‌های قلبی به وجود آید (۴-۱).

سوسیس‌ها یکی از محصولاتی هستند که به طور معمول حاوی بیش از ۳۰٪ چربی بوده و به دلیل سرانه مصرف بالای آن، تأثیر بسزایی بر سلامت مصرف کنندگان دارند. براساس برآوردهای انجام شده مصرف سرانه فرآورده‌های گوشتی در کشورهای مختلف متفاوت بوده و از حدود یک کیلوگرم در سال تا ۲۴ کیلوگرم در سال متفاوت است (۵). با توجه به حضور میزان زیاد چربی و آب در فرمولاسیون سوسیس، مهمترین هدف طی تولید سوسیس پخته، امولسیون کردن چربی افزوده شده و ایجاد اتصال و غیر متحرک ساختن آب افزوده شده توسط پروتئین‌های فعال شده است. نقش انرژی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

مکانیکی حاصل از برش، تخریب سارکولما و نقش افزودنی-هایی مانند فسفات‌ها و نمک، فعال کردن پروتئین‌های آزاد شده می‌باشد. پروتئین‌های فعال شده و حل شده نه تنها آب افزوده شده را غیر متحرک می‌سازند بلکه چربی افزوده شده را نیز به صورت امولسیون در آورده و می‌پوشانند و چربی و آب افزوده شده را در شبکه سه بعدی پایدار می‌سازند. نگرانی هایی که در سال‌های اخیر در رابطه با شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی به وجود آمده است باعث شده تا تولید و بازاریابی فرآورده‌های گوشتی کم‌چرب به عنوان یکی از اهداف مهم صنایع گوشت مورد توجه قرار گیرد. اما بررسی‌ها نشان داده است که کاهش چربی تا حدود ده درصد منجر به تیرگی، خشکی توام با سفتی، حالت لاستیکی یا آردی بافت می‌شود و فرموله کردن با جایگزین های چربی ممکن است باعث کاهش اتصال بین ذرات، تیرگی رنگ محصول، فقدان طعم گوشت، کاهش واکنش های قهوه ای شدن و کاهش عمر انبارداری از لحاظ میکروبی شود. از این رو محققان همواره در پی تولید جایگزین‌های چربی جدید برای ایجاد ویژگی‌های مطلوب در فرآورده‌های گوشتی بوده‌اند (۷، ۶). در این رابطه Sampaio و همکاران اثر صمغ کاراگینان، نشاسته اصلاح شده کاساوا، پروتئین آب پنیر و پوسته یولاف به عنوان جایگزین چربی را در فرانکفورتر بررسی کردند و به ترتیب کاهش مقدار انرژی کل دریافتی به مقدار ۲۹٪، ۲۵٪، ۲۵٪ و ۲۷٪ را گزارش کردند (۸). Choi و همکاران خصوصیات فرآورده گوشتی کم چرب حاوی روغن‌های گیاهی و فیبر سبوس برنج به جای چربی خوک را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان رطوبت، پروتئین، خاکستر، pH و ویسکوزیته نسبت به نمونه‌ی شاهد بیشتر است (۹). Cengizو Gokoglu تغییرات میزان انرژی کل دریافتی و محتوی کلسترول سوسیس فرانکفورتر را با افزودن فیبر مرکبات و کنسانتره پروتئینی سویا به میزان ۲ درصد به عنوان جایگزین چربی مورد بررسی قرار دادند و کاهش قابل توجه در میزان انرژی کل دریافتی و محتوی کلسترول را مشاهده نمودند (۱۰). Caceres و همکاران جهت جایگزینی چربی با افزایش سهم آب به فرمولاسیون مارتادلا کم چرب به این نتیجه رسیدند که میزان کالری مارتادلا کم چرب (۱۸۹ kcal/100g) در مقایسه با نمونه شاهد (۲۷۱ kcal/100g) کاهش یافت و منجر به افت میزان انرژی کل دریافتی به مقدار ۳۰ درصد گردید. ضمن آنکه با کاهش چربی ویسکوزیته کاهش یافت و بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد (۱۱).

با توجه به این که چربی در سوسیس پخته با کمک دو ویژگی امولسیون کنندگی و ژل کنندگی به دام می‌افتد، به نظر می‌رسد استفاده از ژل‌های امولسیونی یکی از راه‌های مناسب برای جایگزینی چربی، بدون آسیب به ویژگی‌های کیفی سوسیس باشد. ژل امولسیونی حاوی قطرات امولسیون در ماتریکس ژل است. این نوع ژل‌ها یک ژل واقعی نبوده بلکه ماده شبه خمیری است که علاوه بر داشتن بافتی نرم، روان و صاف دارای تنش تسلیم می‌باشد و دارای بخش امولسیون و عامل ژل کننده هستند. خصوصیات ساختاری، رئولوژیکی و حسی ژل‌های امولسیونی براحساس دهانی و خواص بافتی مواد غذایی تأثیر می‌گذارد (۱۲). Forker و همکاران گزارش کردند جایگزین نمودن ژل امولسیونی به جای کره در بیسکویت منجر به کاهش ۴۶٪ چربی و ۸۷٪ اسید چرب اشباع نسبت به نمونه شاهد می‌شود (۱۳). Paradiso و همکاران با تولید ژل امولسیونی براساس اینولین و روغن زیتون به این نتیجه رسیدند که این ژل را می توان به عنوان یک جایگزین سالم غنی از فیبر،اسید چرب اشباع نشده و آنتی-اکسیدان فنولیک در مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد (۱۴).

یکی از ترکیباتی که می‌تواند برای تولید ژل‌های امولسیونی به کار رود، اینولین است. اینولین از نظر ساختار شیمیایی جزء دسته فروکتان‌ها و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای طبقه‌بندی شده است. در ساختار شیمیایی اینولین مولکول‌های D– فروکتوز توسط‌پیوندهای فروکتوزیل (۱-۲) β به همدیگر متصل شده‌اند و معمولاً یک مولکول گلوکز به یک انتهای زنجیره فروکتوزی متصل است. این ترکیب از نظر تغذیه‌ای به عنوان فیبر رژیمی شناخته می‌شود و می‌تواند به عنوان یک جایگزین چربی استفاده شود (۱۵). ویژگی ای که اینولین را جایگزین مناسب چربی می‌کند، ظرفیت شکل‌گیری میکروکریستال‌هایی است که با یکدیگر واکنش می‌دهند و تشکیل تجمع‌های کوچک می‌نمایند. این شبکه مقادیر زیادی آب را در خود محبوس کرده و یک بافت نرم و خامه‌ای که در دهان احساس شبیه به چربی ایجاد می-کند را به وجود می‌آورد (۱۶). El-Nagar و همکاران در مطالعه اثر اینولین در سه غلظت ۵، ۷ و ۹ درصد بر خواص بافتی بستنی ماستی کم چرب به این نتیجه رسیدند که استفاده از اینولین منجر به کاهش سفتی و افزایش چسبندگی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد گردید در صورتی که اختلاف مشخصی بین نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف اینولین وجود نداشت (۱۷). اثر استفاده از اینولین بلند زنجیر بر خواص رئولوژیکی بستنی حاوی مقادیر مختلف چربی توسط Karaca و همکاران

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

بررسی شده و با دو نوع جایگزین چربی تجاری مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های حاوی ۴٪ و ۶٪ اینولین مشابه بستنی معمولی بوده اما نمونه حاوی ۸٪ اینولین مقادیر ویسکوزیته ظاهری بالاتری نشان داد (۱۸).

یکی از ضایعات کشاورزی که امروزه به عنوان منبع با ارزش روغن خوراکی در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد، سبوس برنج است. سبوس برنج حاوی مقدار قابل توجهی روغن بین ۲۰-۱۲ درصد می‌باشد. اگرچه روغن سبوس برنج شبیه سایر روغن‌های گیاهی است ولی دارای چند خاصیت ویژه است. این روغن عاری از اسید چرب ترانس، دارای دمای احتراق بالا و درصد اسید چرب اشباع پایین و همچنین حاوی سطح بالایی از ترکیبات با ارزش طبیعی بالا مانند ویتامین E و آنتی اکسیدان می‌باشد (۱۹).

استفاده از ژل امولسیونی به عنوان جایگزین چربی در محصولات کم‌چرب مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به ارزش تغذیه‌ای اینولین به عنوان فیبر رژیمی، عامل حجم دهنده کم کالری و عامل بافت دهنده در فرمول موادغذایی، در این تحقیق ابتدا ژل امولسیونی بر پایه اینولین و روغن سبوس برنج به عنوان یک جایگزین چربی غنی از فیبر و روغن سبوس برنج تهیه شد و سپس حذف یا کاهش چربی در سوسیس فرانکفورتر و بهبود ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای سوسیس تهیه شده با استفاده از ژل امولسیونی مورد ارزیابی قرار گرفت.

• مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده: پودر اینولین با خلوص ۹۹/۲ درصد از شرکت بازرگانی حلمی (ایران) و روغن سبوس برنج مارک الیتالیا از فروشگاه‌های اصفهان خریداری گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

در تولید سوسیس از ران گوشت گوساله ۳ تا ۵ ساله نژاد هلشتاین استفاده شد. سایر ترکیبات مورد استفاده در تولید سوسیس از کارخانه نوین گوشت خریداری شد.

روش‌های مورد استفاده

تولید ژل امولسیونی: ۳۷ گرم روغن سبوس برنج و ۱۹ گرم اینولین با یکدیگر مخلوط شده، سپس آب مقطر تا رسیدن وزن مخلوط به ۱۰۰ گرم به محیط اضافه شد و ۲ درصد توئین ۸۰ به عنوان امولسیفایر نیز اضافه گردید. مخلوط حاصل با استفاده از اولتراسونیک پروبی (اولتراسونیک آدیکو، مدل F7Q9V3-01003، شرکت CNR، ساخت ایران) با توان ۲۵۶ وات و فرکانس ۲۰kHz طی ۵ دقیقه به صورت هموژن در آمد. دمای مخلوط با کمک حمام آب (حمام آب گرم مدل WNB-14، ساخت ممرت آلمان) در حدود ۲۵ درجه سانتی گراد حفظ شد تا از افزایش دما طی اولتراسونیک جلوگیری شود. ژل امولسیونی حاصل در تولید سوسیس کم چرب استفاده شد (۱۴).

جدول۱. فرمولاسیون نمونه‌های سوسیس تهیه شده

مواد	فرمولاسیون ۱(شاهد)	فرمولاسیون۲(۵۰٪ جایگزین چربی)	فرمولاسیون۳(۱۰۰٪ جایگزین چربی)
گوشت	۵۰	۵۰	۵۰
یخ	۱۷/۶	۱۷/۶	۱۷/۶
چربی حیوانی	۲۲	۱۱	۰
ژل امولسیون	۰	۱۱	۲۲
نمک	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آرد	۲/۸	۲/۸	۲/۸
نشاسته	۱/۶	۱/۶	۱/۶
ایزوله سویا	۱/۶	۱/۶	۱/۶
گلوتن	۱/۶	۱/۶	۱/۶
پودر سیر	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴
فلفل	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸
جوز هندی	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹
تخم گشنیز	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸
نیتریت	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
اسید آسکوربیک	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
فسفات	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

تهیه سوسیس: نمونه‌های سوسیس فرانکفورتر فیلیپینی در پایلوت صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان تولید شد. این نوع سوسیس فاقد تخم مرغ بوده و با استفاده از حدود ۵۰٪ گوشت لخم گوساله و ۲۲٪ چربی حیوانی تولید می‌گردد. برای تولید نمونه‌های کم چرب، دو نوع سوسیس با ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی چربی با ژل امولسیونی ساخته شده و یک نمونه بدون استفاده از جایگزین چربی به عنوان شاهد، تولید گردید. برای تولید هر نمونه مطابق جدول ۱ مواد در کاتر کاملا مخلوط شدند. سپس جهت پر کردن در پوشش‌های پلی آمیدی به ضخامت ۰/۱ میلی متر و قطر ۲۲ میلی متر به دستگاه پرکن منتقل شد. سرانجام به مدت ۱ ساعت در تونل بخار تا رسیدن دمای مرکز سوسیس به ۷۵-۷۲ درجه سانتی گراد، قرار داده شد. بعد از پخت، نمونه‌ها توسط آب سرد خنک شده و به سردخانه ۴ درجه سانتی گراد منتقل شد تا مورد آزمون های مختلف قرار گیرد.

ترکیبات شیمیایی سوسیس: ترکیبات شیمیایی سوسیس شامل رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر به روش AOAC (۲۰۱۶) اندازه‌گیری شد (۲۰).

اندازه گیری pH سوسیس: ۲ گرم نمونه را با افزودن ۸ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۱ دقیقه هموژن کرده سپس pH توسط دستگاه پی اچ متر دستی ساخت اکتون مالزی ثبت گردید (۲۰).

آزمون بررسی پروفایل بافتی: بررسی پروفایل بافتی سوسیس با استفاده از دستگاه ارزیابی بافت (سنتام STM-20، ایران) در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد انجام گرفت. برای انجام این آزمون، دو سیکل با ۵۰ درصد فشردگی و به کمک سل بار گذاری ۵۰-۵ کیلوگرم و Trigger force ۰/۰۵ نیوتن اعمال شد. با استفاده از منحنی به دست آمده، پارامترهای سفتی (Hardness) (حداکثر نیروی مورد نیاز برای فشردن نمونه)، پیوستگی میان بافتی (Cohesivness) (شدت تغییر شکل نمونه قبل از متلاشی شدن بافت)، قابلیت ارتجاع (Springness) (توانایی نمونه برای بازیابی شکل اولیه خود پس از حذف نیروی اعمال شده)، میزان صمغی بودن (Gumminess) (نیروی مورد نیاز برای از هم پاشیدن نمونه به منظور بلیعدن (سفتی × پیوستگی بافت) و قابلیت جویدن (Chewiness) (قابلیت جویدن (kg×cm) کار مورد نیاز برای جویدن نمونه (قابلیت ارتجاع × میزان صمغی بودن) به دست آمد (۲۱).

آزمون برش (تست وارنر): نمونه‌های با قطر ۱/۲۷ سانتیمتر و ضخامت ۲ سانتی‌متر تهیه شد. حداکثر نیروی لازم برای برش با استفاده از دستگاه ارزیابی بافت (سنتام STM-20 ، ایران) تعیین شد (۲۱).

اندازه‌گیری شاخص رنگ: نمونه‌های با قطر ۱/۲۷ سانتیمتر و ضخامت ۲ سانتیمتر تهیه شد. اندازه‌گیری در سطح نمونه-های سوسیس انجام شد و شاخص‌های L^*، a^* و b^* نمونه‌ها در سیستم اندازه‌گیری رنگ هانترلب (مدل ZE6000 ساخت نیپون ژاپن) تعیین شد. دستگاه با صفحات استاندارد کالیبره شد.

اندازه‌گیری افت پخت: درصد افت پخت به روش زیر محاسبه گردید (۲۲).

معادله (۱)

افت پخت= (وزن سوسیس قبل از سرخ شدن- وزن سوسیس بعد از سرخ شدن)×۱۰۰

بررسی تخلخل سوسیس: برای این آزمون، سوسیس از مقطع عرضی به ضخامت ۱ سانتیمتر برش داده شد. قطعات سوسیس با استفاده از پویشگر مسطح با وضوح ۳۰۰ dpi تصویربرداری شد. خصوصیات مورد نظر در هر تصویر به وسیله نرم افزار ایمیج جی (Image J) ۱/۴ ارزیابی شد. (۲۳).

اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب: برای ارزیابی ظرفیت نگهداری آب، چهار قطعه کاغذ صافی به ابعاد ۲/۵×۲/۵ به شکل تیمبل تا شده و در لوله‌های ۲ میلی‌لیتری اپندورف قرار گرفت و توزین شد. سپس ۰/۰۵± ۰/۲ گرم نمونه در داخل آن قرار داده شد و در ۱۴۰۰ rpm به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از پایان سانتریفیوژ، نمونه توسط پنس از لوله‌های سانتریفیوژ خارج شد و لوله‌های اپندورف به همراه کاغذ صافی مجدداً مورد توزین قرار گرفت و در پایان مقدار ظرفیت نگهداری آب به صورت درصد افت وزنی از نمونه‌های اولیه، محاسبه گردید. درصد ظرفیت نگهداری آب طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۲).

معادله (۲)

٪آب آزاد شده= (تفاوت وزن قبل و بعد از سانتریفیوژ/وزن نمونه قبل از سانتریفیوژ)×۱۰۰

معادله (۳) ظرفیت نگهداری آب = ۱۰۰ − درصد آب آزاد شده

ارزیابی حسی سوسیس: برای ارزیابی حسی نمونه‌های سوسیس از آزمون مقایسه چندتایی استفاده گردید. تعداد ۳۰ ارزیاب در رده سنی ۲۸-۲۲ سال برای ارزیابی حسی آموزش داده شدند. ارزیاب‌های مورد استفاده به مدت چهار هفته تحت آموزش‌های تئوری و عملی در رابطه با روش امتیاز دهی و ارزیابی نمونه‌ها و همچنین تشخیص تفاوت‌های بافتی، عطری

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

و طعمی قرار گرفتند. بدین منظور نمونه‌های سوسیس با ویژگی‌های متفاوت در اختیار ارزیاب‌ها قرار می‌گرفت تا آنها با بحث و تبادل نظر به سطح امتیازدهی یکسانی برای نمونه‌های متفاوت برسند. در زمان انجام آزمون، نمونه‌های سوسیس تولیدی با کدهای سه رقمی کدگذاری شده و هر سه نمونه به طور همزمان به ارزیاب‌ها داده شد تا نمونه‌ها را از نظر رنگ، بافت، عطر و طعم و ارزیابی کلی براساس مقیاس هدونیک هفت نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار دهند. ارزیابی در محیطی با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و در حضور نور سفید لامپ فلورسنت با توان ۴۰ وات انجام شد. در فاصله ارزیابی هر نمونه از ارزیاب‌ها خواسته شد تا دهان خود را با استفاده از آب بشویند (۲۴).

طرح آماری و آنالیز نتایج: نمونه‌های سوسیس در سه تکرار مجزا تهیه گردید و برای هر آزمون از هر نمونه دو بار نمونه برداری شد. ارزیابی نتایج با استفاده از روش LSD و با کمک طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. آنالیز نتایج با استفاده از نرم افزار SAS در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد.

• یافته‌ها

ترکیبات شیمیایی سوسیس: داده‌های مربوط به ترکیبات شیمیایی سوسیس‌های تولید شده در جدول ۲ آورده شده است. میزان رطوبت با افزایش درصد جایگزینی با ژل امولسیونی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). همانگونه که ذکر شد در این تحقیق جایگزینی چربی با هدف کاهش میزان چربی در سوسیس‌های حاوی ژل امولسیونی انجام گرفت که براساس نتایج حاصل، افزایش میزان جایگزینی توانست سبب کاهش معنی‌دار (حدود ۱۰٪) مقدار چربی در سوسیس‌ها شود ($P<0/05$). نتایج به دست آمده از مقدار خاکستر نشان داد که سوسیس‌های حاوی ژل امولسیونی درصد خاکستر بیشتری نسبت به سوسیس شاهد دارند و اختلاف بین آنها معنی‌دار است ($P<0/05$) ولی بین دو نمونه سوسیس حاوی ژل امولسیونی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). اعداد به دست آمده از میزان پروتئین بیانگر عدم تأثیر جایگزینی چربی با ژل امولسیونی بر میزان پروتئین سوسیس‌ها بوده است و اختلاف معنی داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد ($P>0/05$). این میزان پروتئین نتوانست موجب اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های سوسیس حاوی ژل امولسیونی با نمونه شاهد شود.

pH: نتایج مربوط به اندازه گیری pH نمونه‌های سوسیس در جدول ۲ نشان داده شده است. با افزایش درصد جایگزینی، pH سوسیس به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد ($P<0/001$).

ظرفیت نگهداری آب: نتایج مربوط به اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های مختلف سوسیس در جدول ۲ آمده است. با افزایش درصد جایگزینی چربی حیوانی با ژل امولسیونی، ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها به طور معنی داری افزایش یافت ($P<0/001$).

افت پخت: براساس نتایج، با افزایش درصد جایگزینی، افت پخت به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ($P<0/001$؛ جدول ۲). افت پخت نمونه شاهد بیشتر از نمونه‌های حاوی ژل امولسیونی بود.

تخلخل: نتایج مربوط به میزان تخلخل نمونه‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. با افزایش درصد جایگزینی چربی، مقدار تخلخل سوسیس با اختلاف معنی‌داری افزایش می‌یابد ($P<0/001$).

جدول ۲. ترکیبات شیمیایی، pH ، ظرفیت نگهداری آب، افت پخت و تخلخل سوسیس‌های تهیه شده با درصدهای مختلف جایگزینی ژل امولسیونی حاصل از اینولین و روغن سبوس برنج

ترکیب شیمیایی	درصد جایگزینی		
	۰	۵۰	۱۰۰
رطوبت	۵۴/۶۴ ± ۰/۴۰^{c}	۵۷/۰۳ ± ۰/۳۵^{b}	۶۰/۶۵ ± ۰/۰۱^{a}
چربی	۳۰/۲۸ ± ۰/۷۹^{a}	۲۵/۴۷ ± ۰/۷۰^{b}	۱۹/۸۵ ± ۰/۲۷^{c}
خاکستر	۵/۳۵ ± ۰/۳۴^{b}	۶/۲۴ ± ۰/۵۳^{a}	۶/۴۲ ± ۰/۳۸^{a}
پروتئین	۳۳/۰ ± ۰/۸۹^{a}	۳۲/۵۱ ± ۰/۶۶^{a}	۳۳/۸۵ ± ۰/۶۷^{a}
pH	۵/۸۴۶۶ ± ۰/۰۲^{c}	۶/۰۲۶۶ ± ۰/۰۱^{b}	۶/۱۰۰۰ ± ۰/۰۳^{a}
ظرفیت نگهداری آب	۵۷/۴۱۳ ± ۰/۹۲^{c}	۶۳/۶۴۷ ± ۰/۹۸^{b}	۶۷/۸۱۲ ±۰/۹۴^{a}
افت پخت	۲۷/۵۷۵۰ ± ۰/۷۴^{a}	۲۳/۰۱۱۷ ± ۰/۸۶^{b}	۲۰/۵۱۸۳ ± ۰/۸۲^{c}
تخلخل	۱۸/۰۰۶۷ ±۰/۸۴^{c}	۲۱/۷۵۰۰ ± ۱/۱۰^{b}	۲۶/۲۴۳۳ ± ۰/۸۹^{a}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها است ($P<0/05$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

بررسی پروفایل بافتی: براساس نتایج پروفایل بافتی (جدول ۳) با افزایش درصد جایگزینی، میزان سفتی به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۱). با توجه به نتایج، قابلیت ارتجاع در نمونه‌های دارای ژل امولسیونی بیشتر از نمونه شاهد است و با افزایش درصد جایگزینی، قابلیت ارتجاع به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (P<۰/۰۰۱). همانطور که نتایج قبلی نشان داد سوسیس‌های حاوی ژل امولسیونی دارای بافتی نرمتر و متخلخل‌تر هستند اما با این حال از نظر پیوستگی میان بافتی بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). میزان صمغی بودن با افزایش درصد جایگزینی و به دنبال آن کاهش سفتی بافت و پیوستگی میان بافتی با اختلاف معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۰۱). همچنین، با افزایش درصد جایگزینی با ژل امولسیونی، قابلیت جویدن سوسیس‌ها کاهش یافته است.

قابلیت برش: براساس نتایج، وجود ژل در فرمولاسیون سوسیس سبب کاهش قابلیت برش آن شد (P<۰/۰۰۱) ولی میزان آن تأثیر قابل توجهی نداشت (جدول ۳).

رنگ: نتایج مربوط به اندازه‌گیری شاخص‌های L^*، a^* و b^* نمونه‌های مختلف سوسیس در جدول ۴ نشان داده شده است.

نتایج شاخص L^* (روشنایی) نشان می‌دهد که افزودن ژل امولسیونی به فرمولاسیون سوسیس، روشنایی محصول را کاهش داده و این ژل سبب تیره شدن رنگ محصول می‌گردد (P<۰/۰۰۱). نتایج شاخص a^* (قرمزی) نشان می‌دهد که جایگزینی ۱۰۰ درصدی چربی حیوانی سوسیس با ژل امولسیونی سبب کاهش معنی‌دار قرمزی محصول می‌شود (P<۰/۰۰۱). این در حالی است که بین نمونه سوسیس با ۵۰ درصد جایگزینی و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. شاخص b^* (زردی) نیز با افزایش درصد جایگزینی به صورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۰۱).

ارزیابی حسی: همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، اختلاف آماری معنی‌داری بین فاکتورهای رنگ و ارزیابی کلی نمونه‌های سوسیس با سطوح مختلف جایگزینی ژل امولسیونی در مقایسه با نمونه شاهد وجود نداشت ولی مقدار امتیازهای داده شده به پارامتر بافت با افزایش درصد ژل امولسیونی کاهش یافت. این درحالی است که پارامتر عطر و طعم نمونه‌های کم چرب از نظر مصرف کننده بهتر از نمونه شاهد بود.

جدول ۳. خصوصیات بافت سوسیس‌های تهیه شده با درصدهای مختلف جایگزینی ژل امولسیونی حاصل از اینولین و روغن سبوس برنج

شاخص	درصد جایگزینی		
	۰	۵۰	۱۰۰
سفتی (گرم)	۲۲/۸۰۵ ±۰/۴۱^{a}	۱۹/۲۳۳۳ ±۰/۰۱^{b}	۱۵/۶۰۶۶ ±۰/۱۷^{c}
قابلیت ارتجاع (میلی‌متر)	۰/۹۰۳۱ ±۰/۰۳^{c}	۰/۹۴۷۶ ±۰/۰۳^{b}	۰/۹۹۳۵ ±۰/۰۵^{a}
پیوستگی میان بافتی	۰/۷۰۱۶ ±۰/۰۳^{a}	۰/۶۹۴۴ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۶۷۴۱ ±۰/۰۲^{a}
صمغی بودن (گرم)	۱۶/۹۶۷۰ ± ۰/۶۸^{a}	۱۳/۴۲۲۵ ± ۰/۲۹^{b}	۱۰/۷۲۳۸ ± ۰/۸۱^{c}
قابلیت جویدن	۱۶/۸۵۴۵ ±۰/۷۱^{a}	۱۳/۰۹۴۶ ± ۰/۹۹^{b}	۱۰/۰۳۳۵ ±۰/۲۱^{c}
قابلیت برش	۴/۷۵۵۶ ± ۰/۵۱^{a}	۳/۴۴۱۹ ± ۰/۳۶^{b}	۳/۰۷۵۷ ± ۰/۱۰^{b}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها است (P<۰/۰۵).

جدول ۴. پارامترهای رنگ و ارزیابی حسی سوسیس‌های تهیه شده با درصدهای مختلف جایگزینی ژل امولسیونی حاصل از اینولین و روغن سبوس برنج

شاخص	درصد جایگزینی		
	۰	۵۰	۱۰۰
L*	۵۹/۲۳۵۰ ± ۰/۰۲^{a}	۵۶/۴۳۵۰ ± ۰/۰۱^{b}	۵۴/۱۳۶۷ ± ۰/۰۲^{c}
a*	۱۴/۶۰۱۷ ±۰/۰۶^{a}	۱۴/۸۷۱۷ ±۰/۰۵^{ab}	۱۳/۸۴۳۳ ±۰/۰۸^{b}
b*	۱۵/۱۹۳۳ ± ۰/۰۸^{c}	۱۷/۴۲۰۰ ± ۰/۰۴^{b}	۱۸/۲۲۱۷ ± ۰/۰۳^{a}
رنگ	۱/۰۶۹۰ ±۰/۷۷^{a}	۰/۹۶۵۵ ±۰/۹۳^{a}	۱/۴۱۳۸ ±۰/۴۵^{a}
بافت	۰/۸۶۲۱ ±۰/۸۲^{ab}	۱/۳۱۰۳ ±۰/۴۴^{a}	۰/۳۱۰۳ ±۰/۵۳^{b}
عطر و طعم	۰/۳۱۰۳ ±۰/۸۹^{b}	۱/۱۰۳۴ ± ۰/۵۱^{ab}	۱/۳۱۰۳ ±۰/۳۹^{a}
ارزیابی کلی	۰/۸۹۶۶ ± ۰/۸۳^{a}	۱/۱۳۷۹ ± ۰/۴۵^{a}	۱/۱۰۳۴ ± ۰/۰۱^{a}

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها است (P<۰/۰۵).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

• بحث

میزان رطوبت با افزایش درصد جایگزینی با ژل امولسیونی به طور معنی‌داری افزایش یافت که به دلیل وجود آب در ساختار ژل امولسیونی می‌باشد. ژل امولسیونی دارای ۴۴ درصد آب در ساختار خود است و در نتیجه با افزایش میزان ژل امولسیونی در سوسیس، میزان آب افزایش می‌یابد. Wang و همکاران نیز مقدار رطوبت بیشتری را در نمونه‌های سوسیس تولید شده با جایگزین چربی نسبت به نمونه‌های شاهد گزارش کردند. آنها علت این تفاوت را به دام افتادن رطوبت در ساختار سوسیس توسط جایگزین چربی اعلام نمودند (۲۵). Mendoza و همکاران با افزودن اینولین به عنوان جایگزین چربی در سوسیس‌های تخمیری اختلاف معنی‌داری را در میزان خاکستر سوسیس‌ها مشاهده ننمودند (۲۶). Rosell میزان پروتئین موجود در اینولین را ۰/۲ درصد گزارش کرد (۲۷). در مجموع می‌توان گفت که کاهش قابل توجه چربی همراه با جایگزینی بخشی از چربی حیوانی (دارای درصد بالایی چربی اشباع) با روغن سبوس برنج (حاوی ترکیبات مغذی و درصد بالای چربی غیر اشباع) می‌تواند اثرات سودمندی بر سلامت مصرف‌کنندگان داشته باشد.

پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها در مواد غذایی از طریق تعامل الکترواستاتیک (جاذبه و دافعه) بین گروه‌های قطبی و غیرقطبی باعث تغییرات pH می‌شوند (۲۸). Choi و همکاران در سوسیس فرموله شده با روغن گیاهی و فیبر سبوس برنج افزایش pH (۶/۴۷-۶/۴۶) مشاهده کردند که علت این پدیده را به مواد معدنی نسبت دادند و همچنین بیان نمودند افزودن فیبر می‌تواند باعث تغییر در pH محصولات گوشتی شود (۲۹).

ظرفیت نگهداری آب نشان دهنده قابلیت گوشت یا فرآورده گوشتی در حفظ آب به هنگام مواجه با نیروهای خارجی مانند حرارت، برش، فشار و غیره است (۳۰). Méndez-Zamora و همکاران نیز با اضافه کردن همزمان اینولین و پکتین به سوسیس فرانکفورتر، افزایش قابل توجهی در ظرفیت نگهداری آب را مشاهده نمودند (۳۱). یکی از ویژگی‌های اینولین قابلیت تشکیل ژل است که می‌تواند مقدار زیادی آب را در خود محبوس نماید. این ژل براساس برهمکنش بین زنجیره‌های پلی ساکاریدی اینولین حل شده تشکیل می‌شود. این ژل ممکن است دارای میکروکریستال‌های حل نشده نیز باشد که می‌توانند اتصالات داخلی با یکدیگر داده و شبکه ای را به وجود آورند که قادر به برهمکنش با آب و سایر ذرات اینولین است (۳۲). بنابراین، با توجه به ظرفیت نگهداری آب بالای اینولین، با افزایش درصد جایگزینی ژل امولسیونی در سوسیس، میزان اینولین افزایش یافته و در نتیجه ظرفیت نگهداری آب افزایش یافته است (۳۳). همچنین در حضور ژل امولسیونی، pH نمونه‌های سوسیس افزایش یافت که می‌تواند تأثیر مثبتی بر ظرفیت نگهداری آب داشته باشد (۳۴).

ظرفیت نگهداری آب نمونه بر میزان افت پخت آن اثر می‌گذارد. هرچه ظرفیت نگهداری آب بالاتر باشد، طی سرخ کردن محصول آب کمتری به صورت بخار از محصول خارج شده و افت پخت کاهش می‌یابد. همان‌طور که نتایج مربوط به ظرفیت نگهداری آب نشان داد با افزایش درصد جایگزینی، ظرفیت نگهداری آب افزایش پیدا کرده است و در نتیجه افت پخت کاهش پیدا خواهد کرد. نتایج بدست آمده مطابق با یافته Keenan و همکاران بود. آنها گزارش کردند که افزودن اینولین به سوسیس سبب کاهش افت پخت و افزایش پایداری امولسیون می‌گردد (۳۵).

اینولین استفاده شده در تهیه ژل امولسیونی خاصیت ایجاد کف بالایی دارد (۳۶). لذا با افزایش درصد جایگزینی، میزان اینولین و نهایتاً تخلخل محصول نهایی افزایش یافته است.

حضور ژل امولسیونی در سوسیس باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در محصول شده و لذا رطوبت محصول را بالا می‌برد که نشان دهنده‌ی آبداری بیشتر محصول و نرمی بافت محصول خواهد بود. Mendoza و همکاران گزارش کردند استفاده از غلظت‌های مختلف اینولین (٪۶، ٪۷، ٪۱۰ و ٪۱۱/۵) منجر به نرمتر شدن بافت سوسیس‌ها نسبت به نمونه شاهد می‌شود به طوری‌که غلظت ٪۱۱/۵ کمترین سفتی را نسبت به شاهد داشت. آنها بیان داشتند استفاده از اینولین به صورت ژل باعث انتقال حالت خامه‌ای به سوسیس شده و موجب نرم‌تر شدن بافت می‌شود (۲۶). به نظر می‌رسد به علت ژله‌ای بودن ژل امولسیونی، بافتی در محصول ایجاد می‌شود که در اثر اعمال نیرو، توانایی برگشت به حالت اولیه پس از حذف نیرو، در آن بیشتر بوده و این امر موجب افزایش قابلیت ارتجاعی نمونه‌ها با افزایش ژل امولسیونی می‌شود. وجود ژل امولسیونی در سوسیس‌ها نتوانسته تغییرات قابل توجهی بر پیوستگی بین بافتی ایجاد کند. هرچند، Mendoza و همکاران گزارش کردند مقدار چربی بر پیوستگی میان بافتی فرآورده-های گوشتی تأثیرگذار است (۲۶). Cengiz و Gokoglu نیز بیان کردند با جایگزین کردن چربی توسط فیبر مرکبات پیوستگی میان بافتی سوسیس طی زمان تغییر کرد (۳۷). کاهش قابلیت جویدن نمونه‌ها دلیل کاهش صمغی بودن نمونه‌های حاوی ژل امولسیونی است. Cofrades و همکاران

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

بیان نمودند فیبرها می‌توانند بر قابلیت جویدن گوشت تأثیر بگذارند زیرا موجب تشکیل ساختار سه بعدی در محصول می‌شوند (۳۸).

همان‌گونه که اشاره شد، افزودن ژل امولسیونی موجب کاهش پیوستگی بین بافتی و سفتی گردیده که به نوبه‌ی خود می‌تواند موجب کاهش نیروی لازم برای برش نمونه‌های حاوی ژل امولسیونی شود. به طور کلی کاهش میزان چربی موجب می‌شود ساختار پروتئینی به هنگام تهیه سوسیس به طور کامل باز نشده و از این رو ژل‌های ضعیف‌تری به وجود آورند که از قابلیت برش نمونه‌ها خواهد کاست (۳۹). Méndez-Zamora و همکاران نیز پس از جایگزینی چربی حیوانی با اینولین به عنوان جایگزین چربی، کاهش میزان نیروی برشی را گزارش نمودند (۳۱).

کاهش روشنایی نمونه‌های حاوی ژل امولسیونی به دلیل افزایش تخلخل نمونه‌ها است. زیرا افزایش تخلخل در نمونه‌های حاوی ژل امولسیونی موجب شکست نور در این فضاها و کاهش میزان روشنایی نمونه‌ها می‌شود (۴۰). از آنجا که اینولین می‌تواند در ترکیب با پروتئین‌های گوشت در واکنش‌های میلارد شرکت کند (۴۱)، لذا با افزایش جایگزینی بر شدت سبزی و زردی افزوده می‌شود. Cáceres و همکاران پارامترهای رنگی مشابهی را در سوسیس حاوی دو تا دوازده درصد فروکتوالیگوساکارید مشاهده کردند و گزارش دادند این تفاوت به علت عدم وجود چربی و وجود فیبر است. آنها گزارش کردند بیشترین تأثیر جایگزینی بر فاکتور L^* است به طوری که با افزایش محتوی کربوهیدرات پارامتر L^* کاهش می‌یابد (۴۲).

در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد کاهش میزان سفتی، پیوستگی میان بافتی و قابلیت برش از احساس دهانی مطلوب در نمونه‌های سوسیس کاسته و از این رو با افزایش درصد جایگزینی چربی حیوانی با ژل امولسیونی از مطلوبیت بافتی به میزان قابل توجهی خواهد کاست. از سوی دیگر وجود ترکیبات عطری و طعمی نامطلوب در چربی حیوانی موجب مقبولیت بیشتر سوسیس‌های حاوی مقادیر کمتر چربی حیوانی می‌شود. تغییرات شدت رنگ در سوسیس‌های حاوی ژل امولسیونی به اندازه‌ای کم بود که ارزیاب‌های حسی نتوانستند این تفاوت را تشخیص دهند. Berizi و همکاران پس از جایگزینی چربی با اینولین، اختلاف معنی‌داری را در ویژگی‌های حسی نمونه‌های سوسیس نیافتند. آنها این امر را به قابل قبول بودن ویژگی‌های حسی اینولین تا میزان ۶٪ ارتباط دادند (۴۳).

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، سوسیس‌های تولید شده با ژل امولسیونی دارای ویژگی‌های کیفی بسیار متفاوتی بودند. از محاسن حضور ژل امولسیونی در نمونه‌های تولید شده می‌توان به افزایش ظرفیت نگهداری آب، کاهش افت پخت و کاهش قابل توجه چربی اشاره نمود. هرچند تغییرات رنگ، تخلخل و ویژگی‌های بافتی در اثر جایگزینی، تأثیر نامطلوبی بر ویژگی‌های کیفی محصول داشت. به گونه ای که کاهش سفتی و قابلیت برش از نظر مصرف کنندگان نیز نامطلوب بود. نکته قابل تامل عدم وجود تفاوت معنی‌دار در پذیرش کلی نمونه‌های شاهد و دارای ژل امولسیونی است که می‌تواند بیانگر قابلیت جایگزینی این ترکیب به جای چربی حیوانی در سوسیس‌های کم چرب باشد.

• References

1. Bennion EB, Bamford GST. The Technology of Cake Making. In: Bent AJ, editor. Blackie Academic & Professional, UK. 1997.
2. Ashraf S, Saeed SMG, Sayeed SA, Ali R, Saeed H, Ahmed M. Effect of fat-replacement through rice milling by-products on the rheological and baking behavior of dough. J Agric Res 2012; 78: 5898-904.
3. Devereux HM, Jones GP, McCormack L, Hunter WC. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. J. Food Sci 2003; 68: 1850-4.
4. Sandra Bastin MNS. Fat replacers state extension specialist, Food and Nutrition. Cooperative Extension Service. University of Kentucky, College of Agriculture. 1997.
5. Boada LD, Henríquez-Hernández LA, Luzardo OP. The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: epidemiological evidences. Food Chem Toxicol 2016; 92:236-44.
6. Essien E. Sausage Manufacture Principles and Practice. CRC Press, England, 2003.
7. Olivares A, Navarro JL, Salvador A, Flores M. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content andripening time. Meat Sci 2010; 86: 251-7.
8. Sampaio GR, Castellucci CMN, Pinto Silva MEM, Torres EAFS. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. J Food Compos Anal 2004; 17: 469-74.
9. Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA. Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion type sausages. Korean J Food Sci Anim Resour 2008; 28:14-20.
10. Cengiz E, Gokoglu N. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausage. Int J Food Sci Tech 2007; 42:366-72.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

11. Caceres E, Garcia ML, Selgas MD. Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. Meat Sci 2006; 73:368-77.

12. Chiavaro E, Vittadini E, Corradini C. Physicochemical characterization and stability of inulin gels. Eur Food Res Tecnol 2007; 225: 85-94.

13. Forker A, Zahn S, Rohm H. A combination of fat replacers enables the production of fat-reduced shortdough biscuits with high-sensory quality. Food Bioprocess Tech 2011; 64:123-4.

14. Paradiso VM, Giarnetti M, Summo C, Pasqualone A, Minervini F, Caponio F. Production and characterization of emulsion filled gels based on inulin and extra virgin olive oil. Food Hydrocoll 2015; 45:30-40.

15. Villegas B, Costell E. Flow behavior of inulin – milk beverages. Influence of inulin average chain length and milk fat content. Int Dairy J 2007; 17: 776-81.

16. Zahn S, Pepke F, Rohm H. Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins. Int J Food Sci Technol 2010; 45: 2531-7.

17. El-Nagar G, Clowes G, Tudorica CM, Kuri V Brennan CS. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. Int. J. Dairy Technol 2002; 55:89-93.

18. Karaca OB, Guven M, Yasar K, Kaya S, Kahyaoglu T.. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creamwith various fat replacers. Int. J. Dairy Technol 2009; 62:93-9.

19. Choi YS, Jeong JY, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA. Quality characteristics of meat batters containing dietary fiber extracted from rice bran. Korean J. Food Sci. Anim. Resour 2007; 27:228-34.

20. AOAC. Official Method of Analysis, 20th Edition. International AOAC, Virginia 2016.

21. Fernandez-Lopez J, Jimenez S, Sayas-Barbera E, Sendra E, Perez-Alvarez J. Quality characteristics of ostrich (Struthio camelus) burgers. Meat Sci 2006, 73: 295- 303.

22. Baliga B, Madaiah N. Quality of sausage emulsion prepared from mutton. J Food Sci 1970; 35: 383-5.

23. Fidantsi A, Doxastakis G. Emulsifying and foaming properties of amaranth seed protein isolates. Colloids Surf A 2001; 21:119-24.

24. Sutnick MR. The Q sort technique applied to nutrition attitudes investigation. J Nutr Edu 1981; 13(1), S102–S105.

25. Wang Q, Hongbin W, Xie Y, Chang H, Li X, Liu C, Xiong Z. Effects of tomato peel as fat replacement on the texture, moisture migration, and sensory quality of sausages with varied fat levels. CYTA 2017; 15:582-91.

26. Mendoza E, García ML, Casas C, Selgas MD. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. Meat Sci 2001; 57: 387-93.

27. Rosell CM, Santos E, Colla C. Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: A comparative approach. Food Res Int 2009; 42: 176-84.

28. Murugesan M, Packrisamy I, Yap TN, Munisamy S. Effect of commercially manufactured kappa semi-refined carrageenan (SRC) with different phosphate salts on yield, textural and sensory properties of beef meat. J Microbiol Biotechnol Food Sci 2016; 5(6):518-22.

29. Choi YS, Choi JH, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Kim HW, Jeong JY, Kim CJ. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. Meat Sci 2009; 82: 266-71.

30. Zhang SX, Farouk MM, Young OA, Wieliczko KJ, Podmore C. Functional stability of frozen normal and high pH beef. Meat Sci 2005; 69: 765-72.

31. Méndez-Zamora G, García-Macías JA, Santellano-Estrada E, Chávez-Martínez A, Durán-Meléndez LA, Silva-Vázquez R, Quintero-Ramos A. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. Food Sci Technol (Campinas) 2015; 35(1):25-31.

32. Moscatto J, Borsato D, Bona E, Sergio A, Hauly M. The optimization of the formulation for achocolate cake containing inulin and yacon meal. Int J Food Sci Technol 2006; 41: 181-88.

33. Nelson AL. Properties of high-fibre ingredients. Cereal Food World 2001; 46: 93-7.

34. Muchenje V, Dzama M, Chimonyo M, Strydom PE, Hugo A, Raats JG. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. Meat Sci 2009; 112:279-89.

35. Keenan DF, Resconi VC, Kerry JP, Hamill RM. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. Meat Sci. 2014; 96(3):1384-94.

36. Moerman FT, Vanleeuwen MB, Delcour JA. Enrichment of higher molecular weight fractions in inulin. J Agric Food Chem 2004; 52: 3780-3.

37. Cengiz E, Gokoglu N. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some qualitycharacteristics of frankfurter-type sausages. Int J Food SciTechnol 2007; 42: 366-72.

38. Cofrades S, López-López I, Solas MT, Bravo L, iménez-Colmenero FJ. Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. Meat Sci 2008; 79: 767-76.

39. Hoogenkamp HW, editor. Soy protein and formulated meat products. CABI Publishing: Oxford, UK. 2005.

40. Strasberg G, Xiong YL, Chiang W .Physiology and chemistry of edible muscle tissue. In: Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR, editors. Fennema's Food Chemistry. 4th ed., CRC Press: Boca Raton; 2007; 924-68.

41. Jiang J, Chen J, Xiong YL. Structural and emulsifying properties of soy protein isolate subjected to acid and alkaline pH-shifting processes. J Agric Food Chem 2009; 57:7576–83.

42. Cáceres E, Garcıa ML, Toro J, Selgas MD. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. Meat Sci. 2004; 68(1):87-96.

43. Berizi E, Shekarforoush SS, Mohammadinezhad S, Hosseinzadeh S, Farahnaki A. The use of inulin as fat replacer and its effect on texture and sensory properties of emulsion type sausages. Iran J Veter Res 2017; 18(4):253-7.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

Production and Evaluation of Low-fat Frankfurter Sausage by Emulsion Filled Gel Based on Inulin and Rice Bran Oil

Nourbehesht N[1], Shekarchizadeh H[2], Soltanizadeh N[3]*

1- Graduated MSc Student, Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

*2-*Corresponding author: Assistant Prof., Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. Email: shekarchizadeh@cc.iut.ac.ir*

3- *Assistant Prof., Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran*

Received 28 Apr, 2018 **Accepted 19 Aug, 2018**

Background and Objectives: : Nowadays, the tendency to use low-fat food is so obvious among consumers. Removing food fat leads to undesirable sensory and performance characteristics. Thus, different compounds have been introduced as fat replacer in order to produce low-fat food products. The aim of this study was to reduce the used fat in sausage production by using emulsion filled gel.

Materials & Methods: The fat of frankfurter sausage formulation was substituted with emulsion filled gel as fat replacer at the rates of 0, 50 and 100% and the properties of produced low-fat sausage were evaluated in terms of chemical compounds, pH, textural properties, color, porosity, cooking loss, water holding capacity and sensory characteristics.

Results: The results showed that the sausage containing emulsion filled gel had higher moisture, ash, pH, water holding capacity and porosity. As by increasing the substitution percent, these factors were also increased. On the other hand, fat content, cooking loss, cutting force and textural properties (hardness, cohesiveness, gumminess, and chewiness) except springiness of products were decreased. Emulsion filled gel darkened the sausages, and by increasing the substitution percent, L (brightness) and a (redness) were decreased and b (yellowness) was increased.

Conclusion: Sensory evaluation results showed that using emulsion filled gel in low-fat sausage production could not cause meaningful effect on the consumers' general accept of this product. So, it is possible to produce a low-fat product with good qualitative and nutritional properties by substitution of the used oil in sausage production with emulsion filled gel.

Keywords: Fat replacer, Frankfurter sausage, Fiber, Rice bran oil

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]