

Evaluation of chemical and sensory properties of low-fat German sausages produced by maltodextrin

Abstract

Introduction: In recent years, increasing consumer awareness of the dangers of consuming high-fat products, sensitivity to proper nutritional patterns and the impact of health factors has increased consumer demand for low-fat or free-fat foods. Scientific researches have provided a great quantity of evidence between the consumption of high-fat products and the development of diseases such as obesity, hardening of the arteries, chronic hypertension, and etc. Fat removal is not an easy task because fat, in addition to nutritional aspects, affect rheological and sensory properties such as mouth taste and texture properties of the final product. As so, in the formulation of low-fat products, the use of alternative materials that can be completely or partially replaced by imitating the properties of fat is great important. Unlike fats, which high consumption of them causes many problems; Fiber can play a vital role in many of the nutritional, functional, and sensory properties of food products, Some types of fiber as fat substitutes, while producing less energy, provide a large effect of fat function properties. Consumption of easy-cook meat products such as sausages is increased and reducing the amount of fat in the formulation of these products, resulted in researching to use fat substitutes such as maltodextrin, so the aim to study this research was the evaluation of chemical and sensory properties of German sausages contain low fat which produced by maltodextrin.

Materials and methods: In this study, 0, 6, 12, and 18% concentrations of maltodextrin were replaced with fat in German sausage formulation, and the chemical and sensory properties were investigated. Chemical properties including moisture, protein, ash, and fat were accomplished according to the ISIRI standard. Evaluation of sensory properties were done by the 5-point hedonic method using to Click et al. (2006). Data analysis was performed using SPSS software in a completely randomized design with a 95% confidence level.

Results and discussion: The results showed that with increasing the level of maltodextrin replacement with fat, the amount of moisture, ash, and starch of sausage samples increased significantly. As the concentration of maltodextrin increased, the protein content of the samples decreased. The highest protein content observed in the control sample and the sample contained 6% maltodextrin and in contrary, the lowest protein content was in the sample containing 18% maltodextrin and there was no statistically significant difference between the test samples ($p > 0.05$). Changes in maltodextrin concentrations had a significant effect on the fat content of sausage samples so that with increasing the concentration of maltodextrin in the sausage formulation, the fat content of the samples decreased ($p \leq 0.05$). Also, with increasing the percentage of maltodextrin replacement in German sausage samples, the cooking yield decreased significantly ($p \leq 0.05$). In the evaluation of sensory properties, it was found that the use of maltodextrin reduced the score in all parameters studied so that the lowest score in terms of color, texture, flavor, and total acceptance of sausage samples was related to sample which 18% replacement.

conclusion: The determining role of dietary fiber in improving and managing the health of people in the community has been proven by researchers for many years. Due to the

need to reduce fat in products such as sausages, which as a popular meat product is always considered by the community and based on the results observed in the present study, so the need to use maltodextrin fiber at the level of 6% as a fat substitute in the formulation. German sausages are offered to producers and artisans in the field of food.

Keywords: Fat Replacer, Low fat, Maltodextrin, Sausage.

مؤسسه تحقیقات
پژوهش و توسعه

ارزیابی خواص شیمیایی و حسی سوسیس آلمانی کم چرب تولید شده توسط مالتودکسترین

مریم خسروانی: کارشناس ارشد صنایع غذایی، کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی - علوم و تحقیقات تهران

سید معین نظری: استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

غلامحسن اسدی: دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی - علوم و تحقیقات تهران

*- seyedmoeinnzr525@gmail.com

چکیده

استفاده از جایگزین‌های چربی در محصولات غذایی، از جمله فرآورده‌های گوشتی، رشد روز افزونی دارد، لذا مالتودکسترین برای کاهش میزان چربی در فرمولاسیون سوسیس آلمانی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از سطوح ۰، ۶، ۱۲ و ۱۸ درصد جایگزینی مالتودکسترین با چربی در فرمولاسیون سوسیس آلمانی استفاده شد و خواص شیمیایی و خواص حسی آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی مالتودکسترین با چربی، میزان رطوبت، خاکستر و نشاسته نمونه‌های سوسیس، افزایش معنی‌دار یافت ($p < 0.05$). تغییر قابل توجهی در میزان پروتئین مشاهده نشد و میزان چربی نمونه‌های سوسیس با افزایش درصد جایگزینی، کاهش معنی‌دار داشت ($p < 0.05$). در بررسی خواص حسی مشاهده شد که کمترین امتیاز پذیرش کل را تیمارهای حاوی ۱۲ و ۱۸ درصد مالتودکسترین داشتند؛ لذا با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی در نمونه‌های سوسیس در سطح ۶٪ پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جایگزین چربی، سوسیس، کم چرب، مالتودکسترین.

مقدمه

سوسیس‌ها، به عنوان فرآورده‌های گوشتی بسیار رایج، از گوشت تعدیل یافته کم ارزش تولید می‌شوند. افزودنی‌های غذایی برای تکمیل عملکردهای خاص مثل رنگ دادن، ضد میکروبی بودن، ضد اکسایش بودن، حفظ مواد مغذی، بهبود دهنده امولسیون و تغییر طعم استفاده می‌شوند (Neville et al., 2017). مطالعات اپیدمیولوژی نشان داده است که میان نوع رژیم غذایی و خطر بروز برخی بیماری‌ها نظیر چاقی و بیماری‌های قلبی و عروقی رابطه مستقیم وجود دارد. از این رو نگرانی‌های روزافزون پیرامون خطرات بالقوه مرتبط با مصرف غذاهایی با چربی زیاد سبب شده است تا صنعت غذا به توسعه فرمولاسیون‌های جدید و اصلاح محصولات غذایی

سنٹی به فرآورده‌هایی با محتوی چربی کمتر روی آورد (Alesón-Carbonell *et al.*, 2005). با توجه به این که چربی فواید حسی و فیزیکی متعددی دارد و در طعم، احساس دهانی و بافت فرآورده مؤثر است، کاهش آن موجب کاهش کیفیت فرآورده کم‌چرب در مقایسه با فرآورده اولیه می‌گردد (de Souza Paglarini *et al.*, 2020)، اما می‌توان با انتخاب جایگزین‌های چربی^۱ مناسب در مقادیر معین، فرآورده‌ای با ارزش تغذیه‌ای بالا و بافت و طعم مناسب همانند فرآورده با چربی کامل تولید نمود. جایگزین‌های چربی بسیار متنوع هستند و شامل جایگزین‌های بر پایه پروتئین، چربی و کربوهیدرات می‌باشند (Lima *et al.*, 2021).

مالتودکسترین فرآورده هیدرولیزی نشاسته با معادل دکستروز (DE)^۲ کمتر از ۲۰ می‌باشد که از هیدرولیز اسیدی یا آنزیمی نشاسته به‌ویژه نشاسته ذرت تولید می‌شود. یعنی هیدرولیزی که تا به‌دست‌آوردن معادل دکستروزی مطلوب ادامه می‌یابد و سپس محصول با استفاده از تصفیه کردن، تبادل یون و رنگ‌بری با کربن فعال تصفیه شده و محصول نهایی برای رسیدن به رطوبت حداکثر ۶ تا ۱۰ درصد به روش پاششی خشک می‌شود. مالتودکسترین در حقیقت مخلوطی از ساکاریدهای با وزن مولکولی بین پلی‌ساکارید و اولیگوساکارید است (Shahidi *et al.*, 2004).

در زمینه کاربرد مالتودکسترین در فرآورده‌های گوشتی کم‌چرب در دنیا تحقیقات محدودی به‌ویژه در مورد برگرها انجام شده است. در ایران نیز پژوهشی درباره استفاده از مالتودکسترین جهت جایگزینی چربی در سوسیس آلمانی، به‌عنوان پرمصرف‌ترین فرآورده گوشتی، صورت نگرفته است. در تحقیقاتی Carvalho و همکاران (۲۰۱۷) از مالتودکسترین، پروتئین سویا و کلاژن جهت بهبود خواص فیزیکوشیمیایی و حسی برگر گاو استفاده کردند. مالتودکسترین سبب افزایش راندمان، کاهش از دست دادن رطوبت و کاهش جمع شدگی برگر پس از پخت شد. Hassan و همکاران (۲۰۱۴) خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برگر گوشت گاو کم‌چرب با مالتودکسترین را بررسی نمودند. با جایگزینی بخشی از چربی با مالتودکسترین، جمع شدگی برگر کاهش یافت. همچنین مقدار کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم و تری‌گلیسرید در برگر کم‌چرب حاوی مالتودکسترین کمتر شد.

در این پژوهش با استفاده از نسبت‌های مختلف جایگزینی چربی سوسیس آلمانی با مالتودکسترین، فرآورده گوشتی کم‌چرب تولید شد و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن را مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

¹ Fat replacers

² Dextrose Equivalent

گوشت و مواد مورد نیاز مندرج در جدول ۱ برای آماده سازی سوسیس از مراکز تجاری معتبر در سطح شهر تهران خریداری شد. پودر مالتودکسترین با DE=16 از شرکت سورپرایز چین و پلی فسفات سدیم، نیترات سدیم، کازئین و کاراگینان از شرکت شیمی پل تهیه شد. سایر مواد شیمیایی مربوط به شرکت مرک آلمان بود.

آماده سازی نمونه های سوسیس

برای تولید سوسیس ها، با توجه به اینکه در بیشتر تحقیقات از محلولهای ۱۵ تا ۵۰٪ مالتودکسترین استفاده شده است (Hadnadev *et al.*, 2019; Nazari *et al.*, 2011; Udomrati *et al.*, 2011)، ابتدا محلول ۲۵٪ آبی مالتودکسترین تهیه شد. بدین ترتیب ۳ قسمت آب و ۱ قسمت مالتودکسترین با هم مخلوط و همگن شدند. نمونه های سوسیس مطابق فرمولاسیون استاندارد (از نظر میزان گوشت، یخ و تنوع ادویه ها) مورد استفاده در کارخانه فرآورده های گوشتی گلچین تهیه شدند. همه نمونه ها با استفاده از سطوح مختلف مالتودکسترین در جایگزینی با چربی تهیه شدند. نمونه های آزمون به صورت ۶ درصد، ۱۲ درصد و ۱۸ درصد جایگزینی مالتودکسترین با چربی تهیه شدند و به اندازه کاهش وزنی چربی در هر تیمار، محلول ۲۵٪ درصد آبی مالتودکسترین جایگزین شد.

جدول ۱- فرمولاسیون تهیه نمونه سوسیس آلمانی حاوی ۴۰ درصد گوشت گاو

Table 1- Formulation of German sausage sample containing 40% of beef

Materials used مواد مورد استفاده	Amount (kg in terms of 1 kg of dough) مقدار (کیلوگرم بر حسب ۱ کیلوگرم خمیر)
گوشت سردست گوساله (Beef head meat)	0.4
آب و یخ (Water and ice)	0.2673
روغن مایع (Oil)	0.18
آرد گندم (Wheat flour)	0.03
پیاز تازه (Fresh onion)	0.03
سیر تازه (Fresh garlic)	0.012

ادویه (مرزه، آویشن و فلفل قرمز)	0.0075
Spices (savory, thyme and red pepper)	
نمک طعام	0.015
(Salt)	
پلی فسفات سدیم	0.004
(Sodium polyphosphate)	
نیتريت سدیم	0.0012
(Sodium nitrite)	
سویا	0.01
(Soy)	
کازئین	0.01
(Casein)	
کاراگینان	0.003
(Carrageenan)	
نشاسته گندم	0.06
(Wheat starch)	

آزمون‌های شیمیایی

میزان رطوبت به روش خشک کردن و با استاندارد به AOAC (۱۹۹۱) انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین، از دستگاه ماکروکلدال استفاده شد، پس از محاسبه میزان نیتروژن، ضرب این مقدار در ضریب تبدیل مربوطه، میزان پروتئین محاسبه گردید. (AOAC, 1983). محتوای خاکستر باتوجه به پژوهش AOAC (۱۹۹۶) ارزیابی شد. برای بررسی میزان چربی از دستگاه سوکسله و حلال اتر دوپترول استفاده شد (AOAC, 1995).

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی، از لحاظ رنگ (صورتی روشن)، بافت (سفتی و نرمی)، عطر و طعم و پذیرش کلی، از طریق آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای به روش Koksoy و همکاران (۲۰۰۶) ارزیابی شد. برای اجرای این آزمون از ۱۰ نفر از دانشجویان رشته صنایع غذایی دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران در رده سنی ۲۵-۳۵ سال استفاده شد. ارزیاب‌ها پیش از انجام آزمون در مورد نحوه ارزیابی هر کدام از فاکتورها آموزش‌های لازم را مطالعه کردند. به نمونه تهیه شده از هر تیمار یک کد سه‌رقمی به صورت تصادفی اختصاص یافت و نمونه‌ها به همراه فرم نظرخواهی جهت ارزیابی خواص حسی به افراد ارزیاب داده شد. پس از بررسی نمونه توسط ارزیاب

امتیاز ۸ به نمونه‌ای که از نظر ارزیاب عالی بود اختصاص یافت و اعداد ۰، ۲، ۴، ۶ به ترتیب به کیفیت‌های خیلی بد، بد، متوسط و خوب تعلق گرفت (Alaei et al., 2018).

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و سه تکرار انجام گرفت. آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۹۵٪ و آزمون مقایسه میانگین دانکن انجام گردید. برای رسم جداول و اشکال از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۹ استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج خواص شیمیایی

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که تغییر در سطح جایگزینی مالتودکسترین در تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵٪ در میزان رطوبت، چربی، نشاسته و خاکستر داشت، ولی میزان پروتئین نمونه‌ها، به‌جز تیمار حاوی ۱۸٪ مالتودکسترین تحت تأثیر سطح جایگزینی مالتودکسترین قرار نگرفت. در واقع، علیرغم معنی‌دار نبودن، در تیمارهای حاوی ۶ و ۱۲٪ مالتودکسترین، با افزایش جایگزینی مالتودکسترین با چربی، میزان پروتئین نمونه‌ها کاهش یافت. کاهش پروتئین در تیمار حاوی ۱۸ درصد مالتودکسترین معنی‌دار بود. البته میزان پروتئین تیمارهای حاوی ۶ و ۱۲٪ مالتودکسترین، مطابق استاندارد ملی شماره ۲۳۰۳ ایران (تجدید نظر ۱۴۰۰) بود و تیمار حاوی ۱۸ درصد مالتودکسترین نزدیک به این استاندارد بود. بیشترین میزان پروتئین مربوط به نمونه شاهد و نمونه حاوی ۶ درصد مالتودکسترین بود و کمترین میزان پروتئین را نمونه حاوی ۱۸ درصد مالتودکسترین داشت. نتایج با تحقیق انجام شده توسط Carvalho و همکاران (۲۰۱۷) روی برگرهای حاوی مالتودکسترین مطابقت داشت. نتایج نشان داد تغییرات میزان مالتودکسترین جایگزین شده بر میزان چربی نمونه‌های سوسیس تأثیر معنی‌دار داشت، به‌گونه‌ای که با افزایش میزان مالتودکسترین در فرمولاسیون سوسیس میزان چربی نمونه‌ها کاهش یافت، که این کاهش در تمام نمونه‌ها معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). Ozturk و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی استفاده از پروتئین آب پنیر، در سطوح مختلف به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون امولسیون سوسیس گاو، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از پروتئین آب پنیر، باعث کاهش مقدار چربی سوسیس و افزایش محتوای پروتئین می‌شود (Ozturk et al., 2022). Paglarini و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهشی نشان دادند، استفاده از ترکیب امولسیونی حاوی اینولین و ایزوله پروتئین سویا به‌عنوان جایگزین چربی موجب کاهش ۱۱ تا ۳۴ درصدی محتوای چربی در نمونه‌های سوسیس بولونیا حاوی گوشت مرغ و خوک شد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد (Paglarini

(*et al.*, 2020). با افزایش سطح جایگزینی مالتودکسترین، میزان نشاسته نمونه‌های سوسیس افزایش یافت، بیشترین مقدار نشاسته را نمونه‌های سوسیس با ۱۸٪ مالتودکسترین داشت ($p \leq 0.05$). تغییر در سطح جایگزینی مالتودکسترین موجب ایجاد تأثیر معنی‌دار بر میزان خاکستر نمونه‌های سوسیس شد و همچنین استفاده از مالتودکسترین، موجب افزایش میزان خاکستر نمونه‌های سوسیس شد ($p \leq 0.05$). همان‌گونه که در جدول ۲ مشخص است، با افزایش غلظت مالتودکسترین در فرمولاسیون سوسیس، میزان رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. این تفاوت‌ها به این دلیل بود که کاهش چربی در فرمولاسیون همراه با افزودن محلول مالتودکسترین ۲۵٪ آبی است، یعنی همراه با کاهش مقدار چربی، قابلیت جذب آب و رطوبت فرمول افزایش یافته است. از سوی دیگر وجود باندهای هیدروژنی و اتصال هیدروژنی بین صمغ‌های هیدروکلوئیدی و پروتئین‌های گوشت در برابر انتقال آب در حین پخت، مقاومت نشان می‌دهند (Hughes *et al.*, 1998). ظرفیت جذب آب و میزان رطوبت در مواد غذایی مختلف به ترکیب اسیدهای آمینه، آرایش فضایی پروتئین، میزان آب‌دوستی و آب‌گریزی پروتئین و همچنین حضور کربوهیدرات‌های آب‌دوست بستگی دارد (Bowker *et al.*, 2017 و همکاران (۲۰۲۰) علاوه بر عوامل ذکر شده، وجود فیبر خام را نیز به‌عنوان عامل جذب آب مؤثر می‌دانند. نکته قابل توجه دیگر وجود چربی در نمونه است به‌طوری‌که با افزایش میزان چربی در نمونه، جذب آب و در نهایت میان رطوبت نمونه، کاهش می‌یابد، زیرا وجود چربی باعث پوشاندن سایت‌های قابل اتصال با آب می‌شود. Hassan و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که استفاده از مالتودکسترین در فرمولاسیون برگر گوشت گاو موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و میزان رطوبت نمونه‌ها شده است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

با افزایش جایگزینی روغن فرمولاسیون با مالتودکسترین، میزان چربی نمونه‌ها کاهش یافت که در جدول ۲ به این نتایج اشاره شده است و نتایج گزارش شده دور از انتظار نیز نبوده است. میزان تغییرات نشاسته تحت تأثیر سطوح جایگزینی مالتودکسترین قرار گرفت و با افزایش میزان مالتودکسترین، میزان نشاسته نمونه‌های سوسیس افزایش یافت (جدول ۲). در تیمارهای مورد مطالعه، علیرغم افزایش نشاسته، به دلیل کاهش چربی و نیز استفاده از محلول آبی ۲۵٪ مالتودکسترین به جای مالتودکسترین پودری، کالری تیمارها کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کرد. با توجه به ساختار دکستروزی مالتودکسترین، افزایش میزان نشاسته با افزایش سطح جایگزینی مالتودکسترین کاملاً هم‌خوانی دارد. البته در تیمار حاوی ۶٪ مالتودکسترین این روند متفاوت بود، که احتمالاً به بافت منسجم سوسیس در این تیمار و از طرفی کاهش انسجام در تیمارهای حاوی ۱۸ و ۱۲٪ مالتودکسترین مربوط باشد. Hassan و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که استفاده از مالتودکسترین در تولید همبرگر با گوشت گاو موجب افزایش میزان رطوبت، کاهش میزان چربی و افزایش میزان کربوهیدرات و فیبر خوراکی شده است که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. استفاده از مالتودکسترین موجب افزایش میزان خاکستر شد. مقادیر خاکستر به مواد معدنی و پروتئینی، پلی‌ساکاریدها و نمک بستگی دارد و همچنین مقدار خاکستر گوشت بیشتر از همه تحت تأثیر مقدار پروتئین گوشت و نمک افزوده شده، است (Shahidi *et al.*, 2004). مقادیر مختلف ترکیبات هیدروکلوئیدی به دلیل وجود پلی‌ساکارید، میزان خاکستر بیشتری را نسبت به نمونه شاهد نشان داده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین خواص شیمیایی سوسیس‌های تیمار شده با سطوح مختلف مالتودکسترین

Table 2 - Comparison of the average chemical properties of treated sausages with different levels of maltodextrin

	Moisture (%) رطوبت (%)	Protein (%) پروتئین (%)	Fat (%) چربی (%)	(%)Starch نشاسته (%)	Ash (%) خاکستر (%)
نمونه شاهد (Control)	61.71 ^d ±0.12	10.38 ^a ±0.34	15.14 ^a ±0.04	6.52 ^c ±0.19	2.59 ^b ±0.01
نمونه حاوی ۶٪ مالتودکسترین (Treatment containing 6% maltodextrin)	63.03 ^c ±0.55	11.01 ^a ±0.03	12.05 ^b ±0.42	6.90 ^b ±0.23	2.82 ^a ±0.01
نمونه حاوی ۱۲٪ مالتودکسترین (Treatment containing 12% maltodextrin)	64.05 ^b ±0.04	9.57 ^a ±0.32	10.80 ^c ±0.29	6.70 ^c ±0.17	2.92 ^a ±0.04
نمونه حاوی ۱۸٪ مالتودکسترین (Treatment containing 18% maltodextrin)	65.40 ^a ±0.24	8.51 ^b ±0.26	7.97 ^d ±0.07	7.59 ^a ±0.15	2.93 ^a ±0.06

*مقادیر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد می‌باشد.

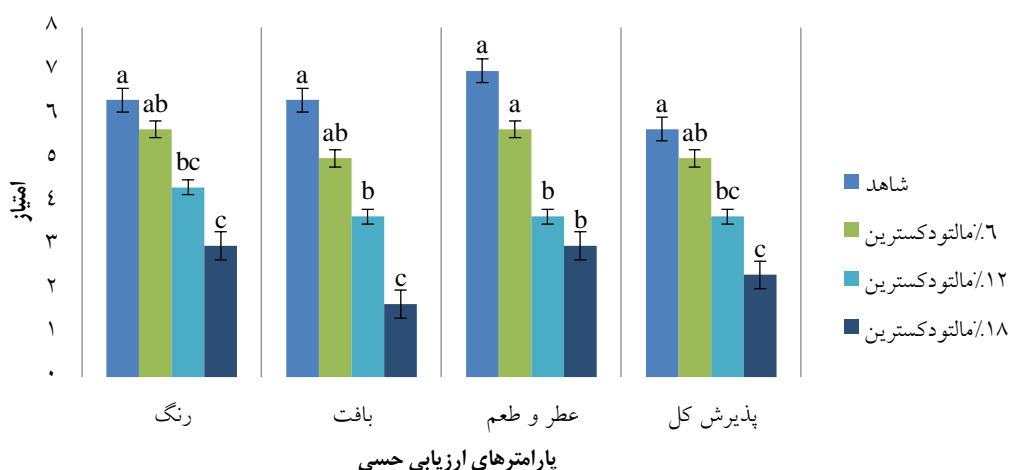
*تفاوت در حروف انگلیسی بیانگر تفاوت در سطح اطمینان ۹۵٪ است.

*The data shown are the standard deviation ± mean.

*The difference in English letters indicates a difference in the 95% confidence level.

خواص حسی

پارامترهای رنگ، بافت، عطر و طعم و پذیرش کل توسط ارزیاب‌های نیمه آموزش دیده مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به شکل ۳، بجز تیمار ۶، استفاده از سطوح مختلف مالتودکسترین بر امتیازات کسب شده برای تمام پارامترهای حسی تأثیر معنی‌دار داشت ($p \leq 0.05$). در تمام خواص مورد ارزیابی، نمونه شاهد بالاترین امتیاز را کسب کرد و با افزایش میزان مالتودکسترین از امتیاز داده شده نیز کاسته شد. نتایج ارزیابی حسی فاکتور رنگ نشان داد که بیشترین امتیاز را نمونه شاهد کسب کرده است و کمترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه حاوی ۱۸ درصد مالتودکسترین بود. در مورد پارامتر بافت نیز نتایج مشابهی یافت شد، بیشترین و کمترین امتیاز به ترتیب مربوط به نمونه‌های شاهد و نمونه سوسیس دارای ۱۸ درصد مالتودکسترین بود ($p \leq 0.05$). در مورد عطر و طعم، بیشترین امتیازات به ترتیب مربوط به نمونه شاهد و نمونه ۶ درصد مالتودکسترین بود که فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با هم بوده‌اند ($p > 0.05$) و نمونه‌های ۱۸ درصد مالتودکسترین و تیمار ۱۲ درصد مالتودکسترین نیز کمترین امتیازات را کسب کرده‌اند که با هم تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداده‌اند ($p > 0.05$). بیشترین پذیرش کل را نمونه شاهد داشت و با افزایش سطح مالتودکسترین از پذیرش کل کاسته شد به گونه‌ای که نمونه سوسیس حاوی ۱۸٪ مالتودکسترین کمترین پذیرش را از نظر ارزیاب‌ها داشته است ($p \leq 0.05$). میزان رطوبت بالا، کاهش میزان چربی و تشکیل امولسیون نامناسب، از دلایل تأثیرگذار بر کاهش امتیازات کسب شده است.



شکل ۳- بررسی خواص حسی نمونه‌های سوسیس آلمانی کم‌چرب.

Fig 3 - Investigation of sensory properties of low-fat German sausage samples.

*تفاوت در حروف انگلیسی بیانگر تفاوت در سطح اطمینان ۹۵٪ است.

*The difference in English letters indicates a difference in the 95% confidence level.

نتیجه‌گیری

استفاده از مالتودکسترین در سطوح ۶، ۱۲ و ۱۸٪ به صورت جایگزین با روغن، موجب افزایش میزان رطوبت نمونه‌های سوسیس شده است که این افزایش رطوبت با افزایش درصد جایگزینی ارتباط مستقیم داشت. تأثیر مالتودکسترین بر میزان پروتئین نمونه‌های سوسیس معنی‌دار نبود و تفاوتی بین نمونه شاهد و نمونه‌های دارای مالتودکسترین مشاهده شد. با افزایش استفاده از مالتودکسترین در فرمولاسیون سوسیس آلمانی میزان چربی نمونه‌های سوسیس کاهش معنی‌دار داشت که با توجه به هدف جایگزینی چربی با مالتودکسترین این نتیجه دور از انتظار نبود. استفاده از مالتودکسترین در نمونه‌های سوسیس موجب افزایش میزان نشاسته شد، که با توجه به ماهیت مالتودکسترین، با افزایش سطوح مالتودکسترین میزان نشاسته نیز افزایش یافت. میزان خاکستر نمونه‌های سوسیس آلمانی با افزایش سطح مالتودکسترین افزایش معنی‌دار یافت. ارزیابی حسی نمونه‌ها نیز نشان داد که نمونه شاهد، به همراه تیمار ۶، بیشترین امتیاز را از نظر مصرف‌کننده در پارامترهای رنگ، بافت، عطر و طعم و پذیرش کل کسب کرده‌اند و با افزایش استفاده از مالتودکسترین امتیازات کسب شده کاهش معنی‌دار داشت. با توجه به نتایج این تحقیق، ارزیابی جنبه اقتصادی (قیمت تمام شده پایین‌تر تیمارها نسبت به نمونه شاهد) و در نظر گرفتن جنبه رژیمی (کم کالری بودن تیمارها نسبت به نمونه شاهد) می‌توان گفت، نمونه تیمار ۶ می‌تواند با نمونه شاهد قابل رقابت می‌باشد و به عنوان جایگزین مناسب پیشنهاد می‌گردد.

- Alaei, F., Hojjatoleslami, M., & Hashemi Dehkordi, S. M. (2018). The effect of inulin as a fat substitute on the physicochemical and sensory properties of chicken sausages. *Food Science & Nutrition*, 6(2), 512-519.
- Alesón-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Kuri, V. (2005). Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (2), 247-255.
- AOAC (1983). Official method of analysis of AOAC International. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC, Unites States.
- AOAC (1991). Official method of analysis of AOAC International. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC, Unites States.
- AOAC (1995). Official method of analysis of AOAC International, 16th edition. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC, Unites States.
- AOAC (1995). Official method of analysis of AOAC International. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington, DC, Unites States.
- Carvalho, G., Milani, T., & Trinca, N. (2017). Textured soy protein, collagen and maltodextrin as extenders to improve the physicochemical and sensory properties of beef burger. *Food Science and Technology*, 37 (1), 10-17.
- de Souza Paglarini, C., Vidal, V. A. S., Dos Santos, M., Coimbra, L. O., Esmerino, E. A., Cruz, A. G., & Pollonio, M. A. R. (2020). Using dynamic sensory techniques to determine drivers of liking in sodium and fat-reduced Bologna sausage containing functional emulsion gels. *Food Research International*, 132, 109066.
- de Souza Paglarini, C., Vidal, V. A., Ribeiro, W., Badan Ribeiro, A. P., Bernardinelli, O. D., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., Sabadini, E., & Rodrigues Pollonio, M. A. (2021). Using inulin-based emulsion gels as fat substitute in salt reduced Bologna sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(2), 505-517.
- Hadnadev, M., Hadnadev, T. D., Torbica, A., Dokic, L., Pajin, B & Krstonosic, V. (2011). Rheological properties of maltodextrin based fat – reduced confectionery spread systems. *Procedia Food Science*, 1, 62– 67.
- Hassan, A. M., Mona, M. Khalil, Rania, E. El Gammal & Y.I. El Sherbini. (2014). Chemical, physical and biological characteristics of low fat beef burger with maltodextrin. *Food and Dairy Sciences, Mansoura University*, 5 (11), 795 – 811.
- Iranian national standard (2303). Sausages – Specifications and test methods. Reference method.
- Khan, S., Rustagi, S., Choudhary, S., Pandey, A., Khan, M. K., Kumari, A., & Singh, A. (2018). Sucralose and maltodextrin—An alternative to low fat sugar free ice-cream. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 11(1), 136-143.
- Koksoy, A., & Kilic, M. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 593-600.
- Kumar, Y., Tyagi, S. K., Vishwakarma, R. K., & Kalia, A. (2017). Textural, microstructural, and dynamic rheological properties of low-fat meat emulsion containing aloe gel as potential fat replacer. *International Journal of Food Properties*, 20(1), 1132-1144.

- Lima, T. L. S., da Costa, G. F., da Silva Araújo, Í. B., da Cruz, G. R. B., Ribeiro, N. L., Filho, E. M. B., Dominguez, R., & Lorenzo, J. M. (2021). Pre-emulsified linseed oil as animal fat replacement in sheep meat sausages: Microstructure and physicochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15051.
- Mohammadi, S., Abbasi, S., Hamidi, Z. (2011). Effects of hydrocolloids on physical stability, rheological and sensory properties of milk–orange juice mixture. *Iranian Journal of Nutrition and Science Food Technology*, 5(4), 1-12. [In persian].
- Mohd Zaini, H., Sintang, M. D. B., Roslan, J., Saallah, S., Munsu, E., Sulaiman, N. S., & Pindi, W. (2021). Functional and Sensorial Properties of Chicken Sausage Supplemented with Banana Peel Flours of Different Varieties. *Applied Sciences*, 11(22), 1-12.
- Nazari, S. M., Mortazavi, A., Hesari, J., & Tabatabai Yazdi, F. (2016), The effect of maltodextrin from corn starch on the chemical, sensory and microstructure properties of low-fat refined white cheese, *Innovative Food Technologies*, 3(11), 85-97. [In persian].
- Nazari, S. M., Mortazavi, A., Hesari, J., & Tabatabaei Yazdi, F. (2019). Proteolysis and textural properties of low-fat ultrafiltered Feta cheese as influenced by maltodextrin. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 244-254.
- Neville, M., Tarrega, A., Hewson, L., & Foster, T. (2017). Consumer-orientated development of hybrid beef burger and sausage analogues. *Food Science & Nutrition*, 5(4), 852-864.
- Ozturk-Kerimoglu, B., Urgu-Ozturk, M., Serdaroglu, M., & Koca, N. (2022). Chemical, technological, instrumental, microstructural, oxidative and sensory properties of emulsified sausages formulated with microparticulated whey protein to substitute animal fat. *Meat Science*, 184, 108672.
- Shahidi, F., Kuchaki, A., & Baghae. H. (2004). Determination of chemical combinations and physical properties local Iranian seed of water melon, pumpkin, cantaloupe & evaluation of their chemical characteristics oils. *Journal of Food Science and Industry Ferdowsi of Mashhad*, 20(85).
- Udomrat, S., Ikeda, S., & Gohtani, S. (2011). The effect of tapioca maltodextrins on the stability of oil-in-water emulsions. *Starch/Starke*, 63, 347–353.