

فرمولاسیون و تولید کالباس کم چرب با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت

مهرداد مومدی^{۱*}، دکتر فیروز عقابی^۲، مهندس ناصر ولایی^۳

چکیده

سابقه و هدف: نظر به روند رو به افزایش مصرف چربی‌ها، عوارض شناخته شده ناشی از آنها، وجود بعضی از گزارش‌ها مبنی بر استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت برای جایگزینی چربی در فرآورده‌های گوشتی و به منظور فرمولاسیون و امکان تولید کالباس کم چرب، این تحقیق در انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور و شرکت گوشتیران در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در مرحله اول برای فرمولاسیون کالباس‌های کم چرب، به روش اکتشافی و در مرحله دوم برای مقایسه ۶ فرمول کالباس کم چرب با فرمول کنترل به روش تجربی انجام گرفت. در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ نشاسته اصلاح شده ذرت و آب در نسبت یک سوم جایگزین بخشی از محتوای چربی و در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ نشاسته اصلاح شده ذرت و آب در همین نسبت، جایگزین بخشی از محتوای چربی و تمامی آرد گندم موجود در فرمول کنترل شد. تیمارها در ۳ تکرار مجموعاً به تعداد ۲۱ فرمول تولید شدند. ویژگی‌های کیفی کالباس‌های تولیدی شامل ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی، میکروبی و حسی تعیین شد و با آماره پارامتری و ناپارامتری مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: چربی فرمول کنترل 14.7 ± 0.35 گرم در صد گرم فرآورده بود. در میان تمامی تیمارهای تولیدی، فرمول کم چرب ۵ از نظر ویژگی‌های کیفی مطلوب‌ترین بود ($P < 0.05$) و با دارا بودن چربی برابر با 6.26 ± 0.08 گرم در صد گرم فرآورده، ۵۷/۴ درصد چربی کمتری نسبت به فرمول کنترل داشت ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: امکان تولید کالباس کم چرب با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت مقدور بود. با توجه به وجود انواع جانشین‌های چربی، توصیه می‌شود در تحقیقات بعدی به منظور فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های گوشتی کم چرب، از مخلوط جانشین‌های چربی استفاده شود.

واژگان کلیدی: کم چرب، کالباس، نشاسته اصلاح شده ذرت، ارزیابی حسی

مقدمه

تولید کننده بسیار مهم است (۲ و ۱). در فرمولاسیون کالباس ۶۰ درصد گوشت، میزان چربی تا ۲۲ درصد مطابق با ویژگی‌های استاندارد ملی است (۳) عدم کاهش چربی در این فرآورده و دریافت بیش از حد چربی در بروز چاقی، بیماری‌های قلبی - عروقی، سرطان‌های خاص مثل سینه، کولون، پروستات (۲، ۱ و ۸-۴) بیماری کیسه صفرا، پر فشاری خون و مقاومت به انسولین مؤثر هستند (۷). نیاز به کاهش مصرف چربی و کلسترول نه تنها برای کشورهای صنعتی

افزایش آگاهی مصرف کنندگان از ارتباط میان رژیم غذایی و سلامت (۱)، کاهش نیاز به مصرف غذاهای دارای انرژی بالا به علت الگوی زندگی بدون تحرک و توجه به ویژگی‌های ظاهری به پیروی از مدل (۲) موجب تغییرات سریعی در عادات غذایی مصرف کنندگان شده است. به همین سبب میزان تقاضا برای غذاهایی که در ارتقای سلامت مؤثرترند مانند فرآورده‌های گوشتی کم چرب، افزایش یافته است و با توجه به رقابت شدید موجود در صنعت غذا، تقاضای مصرف کننده برای

*۱. نویسنده مسؤل: کارشناس ارشد رشته علوم و صنایع غذایی / کنترل کیفی. انستیتو تغذیه‌ای و صنایع غذایی. گروه تحقیقات صنایع غذایی. آدرس برای مکاتبه: تهران،

شهرک قدس، بلوار شهید فرحزادی، خیابان ارغوانی، پلاک ۴۶، کد پستی: ۱۹۸۱۶۱۹۵۷۳، E-mail: m.mohammadi@nnfi.ac.ir

۲. استادیار، گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳. مشاور آمار

در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ نشاسته اصلاح شده و آب در نسبت یک سوم جایگزین بخشی از محتوای چربی فرمول کنترل و در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ نشاسته اصلاح شده و آب در همین نسبت جایگزین بخشی از محتوای چربی و تمامی ۵ درصد آرد گندم موجود در فرمول کنترل شد. در هر فرمول ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی و میکروبی دست کم در دو تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در ویژگی‌های شیمیایی چربی به روش سوکسله، رطوبت به روش آون، پروتئین به روش کجلدال، خاکستر به روش کوره و PH توسط PH متر دیجیتال مطابق با روش AOAC 1997 (33-29) و کربوهیدرات مطابق با روش استاندارد ملی (۳) آزمایش شدند. در ویژگی‌های تکنولوژیکی، ظرفیت نگهداری آب با پرس کردن حدود ۰/۳ گرم نمونه همگن شده از فرآورده بر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در بین دو صفحه شیشه‌ای، تحت یک وزنه ۲ کیلوگرمی به مدت ۵ دقیقه و اندازه‌گیری رطوبت نمونه پرس شده و تقسیم کردن آن بر رطوبت اولیه فرآورده اندازه‌گیری شد (۱۱) و افت پخت با تقسیم کردن وزن فرآورده پخته شده بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در سردخانه، به وزن فرآورده پخته نشده تعیین شد (۱۸).

برای اندازه‌گیری افت ناشی از تجمع آب در برش‌های فرآورده بسته‌بندی شده تحت خلأ، بسته‌بندی‌هایی که حاوی برش‌هایی از فرآورده به ضخامت ۳ میلیمتر، به وزن تقریبی ۲۰ گرم و به تعداد ۷-۸ عدد در هر بسته بودند و به مدت ۴ هفته در دمای ۴-۰°C نگهداری شده بودند، وزن شدند (وزن کل). سپس بسته‌بندی باز شد و بسته‌بندی و برش‌های فرآورده درون آن با استفاده از حوله کاغذی خشک و مجدداً توزین شدند که از تفاوت این دو توزین، وزن آب خارج شده از فرآورده به دست آمد و با تقسیم کردن وزن آب خارج شده از فرآورده به وزن کل، مقدار این افت اندازه‌گیری شد (۲۶).

ویژگی‌های میکروبی شامل شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، کپک و مخمر، کلی فرم، اشیشاکلی، کلستریدیوم پرفرنزانس و استافیلوکوک طلایی مطابق با استاندارد ملی ایران (۳۹-۳۴) مورد آزمایش قرار گرفتند. برای هر یک از ویژگی‌های حسنی نظیر رنگ (از خاکستری فوق‌العاده زیاد تا صورتی / قرمز فوق‌العاده زیاد)، طعم (از بی‌مزه فوق‌العاده زیاد تا ادویه‌ای فوق‌العاده زیاد)، آبدار بودن (از خشک فوق‌العاده زیاد تا آبدار فوق‌العاده زیاد)، سفتی (از نرم فوق‌العاده زیاد تا سفت فوق‌العاده زیاد) و کام

بلکه در مورد کشورهای در حال توسعه نیز مطرح است (۲). در کشور ما نیز شیوع بیماری‌های قلبی - عروقی همانند جهان رو به افزایش است، به گونه‌ای که نزدیک به ۴۰ درصد مرگ و میرها را مربوط به این بیماری‌ها می‌دانند که از جمله علل آن، نوع و مقدار چربی است (۹). یکی از روش‌های کاهش مصرف و دریافت چربی، استفاده از فرآورده‌های کم چرب است (۷ و ۱۰) و فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های گوشتی کم چرب، مورد اهتمام صنعت گوشت بوده است (۲۱ و ۲۰). و اخیراً نشاسته‌های اصلاح شده به عنوان جایگزین چربی در فرآورده‌های گوشتی کم چرب به کار می‌روند (۱۱) و گزارش شده است که در فرآورده‌هایی نظیر امولسیون‌های گوشتی (۱۷-۱۱)، بلوگنا (۱۸-۲۲)، Nugget (۲۳)، Ham (۲۴)، Patty (۲۵ و ۲۶) و فرانکفورتر (۲۷، ۲۶، ۲۵) توانسته است جایگزین چربی شده و میزان آن را در فرآورده تولیدی کاهش دهد. حال این سؤال مطرح است که آیا با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت در فرمولاسیون فرآورده‌های گوشتی کشورمان می‌توان فرآورده‌های کم چرب با ویژگی‌های مطلوب تولید کرد. با توجه به روند رو به افزایش مصرف کالباس و سوسیس (۲۸) به ویژه در میان جوانان، عوارض شناخته شده ناشی از دریافت بیش از حد چربی‌ها و به منظور فرمولاسیون و تولید کالباس کم چرب با ترکیبی از نشاسته اصلاح شده ذرت و آب در ۶ فرمول و گروه کنترل آنها و تعیین ویژگی‌های کیفی شامل ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی، میکروبی و حسی کالباس‌های تولیدی، این تحقیق در شرکت گوشتیران و آزمایشگاه انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق برای فرمولاسیون کالباس‌های کم چرب در مقیاس صنعتی به روش اکتشافی و برای تعیین ویژگی‌های کیفی کالباس‌های تولیدی به روش تجربی انجام گرفت. کالباس ۶۰ درصد گوشت گوساله (تحت عنوان کالباس خشک) شرکت گوشتیران که حاوی ۱۵ درصد چربی و دارای ۵ درصد آرد گندم و عاری از نشاسته اصلاح شده ذرت است به عنوان کنترل و ۶ فرمول کالباس مذکور که حاوی مقادیر متفاوتی از نشاسته اصلاح شده ذرت دارای اتصالات عرضی (با نام تجاری FIRM-TEX تولید شرکت National Starch & Chemical) و آب هستند در سه بار مجموعاً به تعداد ۲۱ فرمول، تولید شدند.

تفاوت معنی داری از فرمول کنترل کمتر است اما مقدار چربی در فرمول‌های ۱ با ۲ و ۳ با ۴ و ۵ با ۶ تفاوت معنی داری ندارد ($P < 0/05$).

مقدار رطوبت فرمول کنترل و فرمول ۱ با یکدیگر و با بقیه فرمول‌ها تفاوت معنی داری دارد اما مقدار رطوبت فرمول‌های ۴ و ۵ و ۶ تفاوت معنی داری ندارند. مقادیر کربوهیدرات، پروتئین و خاکستر در تیمارهای حاوی آرد گندم (فرمول کنترل و فرمول‌های ۱، ۳ و ۵) با اختلاف معنی داری بیشتر از تیمارهای فاقد آرد گندم (فرمول‌های ۲، ۴ و ۶) است ($P < 0/05$) ولی میزان PH در تمامی فرمول‌های کم چرب به جز فرمول ۶ اختلاف معنی داری ندارد. ویژگی‌های شیمیایی تمامی فرمول‌های کم چرب به جز مقدار رطوبت، مطابق با ویژگی‌های شیمیایی استاندارد ملی برای کالباس ۶۰ درصد گوشت است (۳).

ویژگی‌های تکنولوژیکی فرآورده‌های کم چرب و کنترل
در جدول ۲ ویژگی‌های تکنولوژیکی تیمارها ارائه شده است. ظرفیت نگهداری آب در فرمول‌های کم چرب بالاتر از ظرفیت نگهداری آب فرمول کنترل است به طوری که میزان ظرفیت نگهداری آب در فرمول کنترل از مقدار ۸۹/۶ درصد با ۵ درصد افزایش به مقدار ۹۴/۱ درصد در فرمول ۵ و با ۳/۹ درصد افزایش به مقدار ۹۳/۱ درصد در فرمول ۶ می‌رسد. افت ناشی از تجمع آب در برش‌های فرآورده بسته‌بندی شده تحت خلأ در فرمول کنترل از مقدار ۳/۲۳ درصد با ۵/۰۵ درصد کاهش به مقدار ۱/۶۰ درصد در فرمول ۵ و با ۶/۸ درصد افزایش به مقدار ۳/۴۵ درصد در فرمول ۶ می‌رسد.

آزمون تکمیلی LSD نشان داد که تیمارهای کم چرب حاوی آرد گندم (فرمول‌های ۱، ۳ و ۵) نسبت به تیمارهای کم چرب فاقد آرد گندم (فرمول‌های ۲، ۴ و ۶) ظرفیت نگهداری آب بالاتر و افت کمتری ناشی از تجمع آب در برش‌های فرآورده بسته‌بندی شده تحت خلأ دارند ($P < 0/05$).

میزان افت پخت فرمول کنترل از مقدار ۴/۱۳ درصد با ۱۵/۲ درصد افزایش به مقدار ۴/۷۶ درصد در فرمول ۵ و با ۳۰/۷ درصد افزایش به مقدار ۵/۴۰ درصد در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون LSD نشان داد که افت پخت فرمول‌های ۳ و ۶ تفاوت معنی داری ندارند، اما افت پخت سایر فرمول‌های تولیدی تفاوت معنی داری دارند ($P < 0/05$).

پذیری (از بد مزه فوق‌العاده زیاد تا خوشمزه فوق‌العاده زیاد) برگه‌ای در اختیار ۸ ارزیاب آموزش دیده در شرکت گوشتیران قرار داده شد تا پس از ارزیابی هر نمونه به روش مقیاس طبقه‌ای ۸ درجه‌ای و با علامت زدن، صفت مناسب هر نمونه را مشخص کنند. امتیازهای مربوط به هر یک از صفات به نحوی محاسبه شد که برای صفات خاکستری فوق‌العاده زیاد، بی‌مزه فوق‌العاده زیاد، خشک فوق‌العاده زیاد، نرم فوق‌العاده زیاد و بد مزه فوق‌العاده زیاد امتیاز ۱ و برای صفات صورتی/قرمز فوق‌العاده زیاد، ادویه ای فوق‌العاده زیاد، آبدار فوق‌العاده زیاد، سفت فوق‌العاده زیاد و خوشمزه فوق‌العاده زیاد امتیاز ۸ در نظر گرفته شود (۲۶). پذیرش کلی توسط ۳۱ ارزیاب آموزش ندیده (خانگی) با روش آزمون رتبه‌بندی در انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور انجام شد، به طوری که برای بیشترین پذیرش رتبه ۱ و برای کمترین پذیرش رتبه ۷ در نظر گرفته شد (۴۰). طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق، طرح بلوک‌های کامل تصادفی در یک ترتیب فاکتوریل (۳ سطح چربی و ۲ سطح آرد گندم) است. هنگامی که در نرم افزار آماری SPSS با استفاده از آزمون پارامتری One-Way ANOVA اختلاف معنی داری بین تیمارها از نظر ویژگی‌های شیمیایی، تکنولوژیکی و میکروبی مشاهده گردید، برای مقایسه تیمارها از آزمون LSD استفاده شد و در مورد داده‌های حسی به دست آمده از ارزیابی‌های آموزش دیده و آموزش ندیده، از آزمون ناپارامتری کروسکال - والیس و به دنبال آن برای مقایسه دو به دو تیمارها و تعیین وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها، از آزمون مان - ویتنی استفاده شد. سطح احتمال قابل پذیرش برای تمامی مقایسه‌ها ۵ درصد ($P < 0/05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

این تحقیق روی ۷ تیمار کالباس شامل ۱ فرمول کنترل (دارای ۱۰٪ روغن مایع و ۵٪ آرد گندم افزوده شده به فرمولاسیون) و ۶ فرمول کم چرب در ۳ سطح چربی (۲، ۴ و ۶٪ روغن مایع افزوده شده به فرمولاسیون) و ۲ سطح آرد گندم (۰ و ۵٪ آرد گندم افزوده شده به فرمولاسیون) جمعاً به تعداد ۲۱ تیمار انجام شد.

ویژگی‌های شیمیایی فرآورده‌های کم چرب و کنترل
در جدول ۱ ویژگی‌های شیمیایی تیمارها ارائه شده است. آزمون تکمیلی LSD نشان داد که مقدار چربی فرمول‌های کم چرب با

جدول ۱ - ویژگیهای شیمیایی کالباس های تولیدی بر حسب تیمارها

تیمار	ویژگی	چربی (%)	رطوبت (%)	کربوهیدرات (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)	PH
۱	فرمول کنترل	a ۱۴/۷±۰/۳۵*	a ۶۴/۶±۰/۱۴	a ۴/۶۹±۰/۱۲	a ۱۳/۲±۰/۱۰	a ۲/۴۴±۰/۰۱	a ۶/۱۲±۰/۰۳
۲	فرمول کم چرب ۱	b ۱۰/۹±۰/۳۸	b ۶۶/۴±۰/۰۶	b ۵/۵۰±۰/۱۱	a ۱۳/۳±۰/۰۶	a ۲/۴۵±۰/۰۱	b ۵/۸۳±۰/۰۳
۳	فرمول کم چرب ۲	b ۱۰/۶±۰/۱۵	c ۷۰/۰±۰/۰۸	c ۳/۱۶±۰/۱۹	b ۱۲/۸±۰/۰۴	b ۲/۳۸±۰/۰۱	b ۵/۸۲±۰/۰۳
۴	فرمول کم چرب ۳	c ۸/۷۳±۰/۱۹	c ۶۸/۷±۰/۰۹	bd ۵/۸۴±۰/۳۳	a ۱۳/۲±۰/۰۵	a ۲/۴۵±۰/۰۲	b ۵/۸۳±۰/۰۳
۵	فرمول کم چرب ۴	c ۸/۵۲±۰/۰۳	cd ۷۱/۹±۰/۰۷	cd ۳/۴۵±۰/۰۲	b ۱۲/۸±۰/۱۵	b ۲/۳۹±۰/۰۳	b ۵/۸۲±۰/۰۳
۶	فرمول کم چرب ۵	d ۶/۲۶±۰/۰۸	cd ۷۰/۴±۰/۰۴	d ۵/۸۶±۰/۱۴	a ۱۳/۳±۰/۰۶	a ۲/۴۶±۰/۰۱	b ۵/۸۳±۰/۰۳
۷	فرمول کم چرب ۶	d ۵/۸۵±۰/۱۷	d ۷۳/۵±۰/۰۷	c ۲/۴۷±۰/۳۳	b ۱۲/۸±۰/۰۷	b ۲/۴۰±۰/۰۲	c ۵/۷۲±۰/۰۳

* در هر ستون میانگین های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵) با یکدیگر دارند.

جدول ۲ - ویژگیهای تکنولوژیکی کالباس های تولیدی بر حسب تیمارها

تیمار	ویژگی	ظرفیت نگهداری آب (%)	افت پخت	افت ناشی از تجمع آب در فرآورده بسته بندی شده تحت خلاء (%)
۱	فرمول کنترل	a ۸۹/۶±۰/۳۱*	a ۴/۱۳±۰/۱۴	a ۳/۲۳±۰/۰۹
۲	فرمول کم چرب ۱	bc ۹۳/۰±۰/۱۳	b ۵/۱۸±۰/۰۴	b ۲/۲۹±۰/۲۳
۳	فرمول کم چرب ۲	e ۹۲/۳±۰/۳۳	c ۷/۸۴±۰/۰۳	cg ۳/۷۳±۰/۱۶
۴	فرمول کم چرب ۳	b ۹۳/۳±۰/۱۸	e ۵/۳۶±۰/۰۵	e ۱/۷۹±۰/۰۲
۵	فرمول کم چرب ۴	ce ۹۲/۶±۰/۲۹	d ۶/۴۹±۰/۰۴	c ۳/۶۷±۰/۲۶
۶	فرمول کم چرب ۵	d ۹۴/۱±۰/۶۱	f ۴/۷۶±۰/۰۴	e ۱/۶۰±۰/۰۸
۷	فرمول کم چرب ۶	bc ۹۳/۱±۰/۴۹	e ۵/۴۰±۰/۰۲	ac ۳/۴۵±۰/۰۳

* در هر ستون میانگین های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار با یکدیگر دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۳ - ویژگیهای میکروبی کالباس های تولیدی بر حسب تیمارها

تیمار	ویژگی	شمارش کلی میکروارگانسیمها	کپک و مخمر	کلی فرم	اشریشیاکلی	کلستریدیوم پرفرنزانس	استاف طلائی
۱	فرمول کنترل	a ۱/۱۰×۱۰۳±۱۳۲*	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی
۲	فرمول کم چرب ۱	a ۱/۲۱×۱۰۳±۷۶	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی
۳	فرمول کم چرب ۲	b ۱/۷۳×۱۰۳±۱۰۴	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی
۴	فرمول کم چرب ۳	bc ۱/۵۳×۱۰۳±۱۲۵	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی
۵	فرمول کم چرب ۴	bc ۱/۶۵×۱۰۳±۱۸۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی
۶	فرمول کم چرب ۵	c ۱/۴۸×۱۰۳±۱۶۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی
۷	فرمول کم چرب ۶	bc ۱/۵۷×۱۰۳±۸۱	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰	منفی

* در هر ستون میانگین های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار با یکدیگر دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۴- ویژگی‌های حسی کالپس‌های تولیدی بر حسب تیمارها

ردیف	عامل تیمار	میانگین رتبه‌های پذیرش کلی	میانگین امتیازهای کام پذیری	میانگین امتیازهای سفیدی	میانگین امتیازهای آبداربودن	میانگین امتیازهای طعم	میانگین امتیازهای رنگ
۱	فرمول کنترل	a ۴/۹۰±۲/۳۱	a ۵/۳۸±۰/۷۴	a ۴/۷۵±۱/۰۴	a ۵/۰۰±۰/۷۶	a ۴/۲۵±۱/۴۹	a ۴/۸۸±۰/۶۴
۲	فرمول کم چرب ۱	a ۴/۳۵±۱/۷۶	a ۵/۲۵±۱/۰۴	a ۴/۸۸±۰/۹۹	ab ۵/۲۵±۱/۱۶	a ۴/۳۸±۰/۹۲	a ۴/۷۵±۰/۷۱
۳	فرمول کم چرب ۲	b ۳/۴۵±۱/۷۵	ab ۵/۳۸±۱/۰۶	a ۵/۳۸±۰/۷۴	ab ۵/۵۰±۱/۰۷	a ۴/۵۰±۱/۳۱	b ۵/۶۳±۰/۷۴
۴	فرمول کم چرب ۳	ab ۴/۱۶±۲/۰۳	ab ۵/۵۰±۱/۲۰	a ۵/۲۵±۰/۷۱	a ۵/۱۳±۰/۶۴	a ۴/۷۵±۱/۳۹	b ۶/۰۰±۱/۲۰
۵	فرمول کم چرب ۴	b ۳/۶۵±۲/۰۹	ab ۵/۶۳±۰/۷۴	ab ۵/۱۳±۰/۸۳	b ۶/۰۰±۰/۷۶	a ۵/۲۵±۱/۴۹	b ۵/۷۵±۱/۳۹
۶	فرمول کم چرب ۵	ab ۳/۹۷±۱/۸۷	ab ۵/۵۰±۰/۷۶	a ۵/۵۰±۱/۲۰	ab ۵/۰۰±۱/۴۱	a ۴/۸۸±۱/۳۶	b ۶/۵۰±۱/۰۷
۷	فرمول کم چرب ۶	b ۳/۵۲±۱/۹۳	b ۶/۳۸±۰/۹۲	a ۵/۰۰±۰/۷۶	ab ۵/۵۰±۰/۹۳	a ۵/۰۰±۱/۶۰	b ۶/۱۳±۱/۱۳

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی دار با یکدیگر دارند ($P < 0.05$).

ویژگی‌های میکروبی فرآورده‌های کم چرب و کنترل در جدول ۳ ویژگی‌های میکروبی تیمارها نشان می‌دهد که در تمامی تیمارهای تولیدی اعم از فرمول کنترل و فرمول‌های کم چرب، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها از حد مجاز استاندارد مربوطه (1×10^5) بسیار کمتر است و با آن فاصله بسیار چشمگیری دارد. همچنین تعداد کپک و مخمر، کلی فرم، اشریشیاکلی، کلاستریدیوم پرفرنزانس و استافیلوکوک طلائی مطابق با ویژگی‌های میکروبی استاندارد ملی برای کالپس است (۳).

ویژگی‌های حسی فرآورده‌های کم چرب و کنترل

در جدول ۴ ویژگی‌های حسی تیمارها ارایه شده است. رنگ صورتی/قرمز فرمول کنترل از امتیاز ۴/۸۸ با ۳۳/۲ درصد افزایش به امتیاز ۶/۵۰ در فرمول ۵ و با ۲۵/۶ درصد افزایش به امتیاز ۶/۱۳ در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون تکمیلی مان - ویتنی نشان داد که رنگ فرمول کنترل به جز با رنگ فرمول ۱ با رنگ سایر فرمول‌های کم چرب تفاوت معنی داری دارد ($P < 0.05$) و رنگ فرمول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ تفاوت معنی داری ندارد.

طعم فرمول کنترل از امتیاز ۴/۲۵ با ۱۱/۴ درصد افزایش به امتیاز ۴/۸۸ در فرمول ۵ و با ۱۷/۶ درصد افزایش به امتیاز ۵/۰۰ در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون مان - ویتنی نشان داد که از نظر طعم بین فرمول‌های تولیدی اعم از کنترل و کم چرب، اختلاف معنی داری وجود ندارد. آبدار بودن فرمول کنترل برابر با فرمول ۵ و از امتیاز ۵/۰۰ با ۱۰ درصد افزایش به امتیاز ۵/۵۰ در فرمول ۶ می‌رسد. آنالیز آماری مان - ویتنی نشان داد که بغیر از فرمول کنترل و فرمول ۳ که با فرمول ۴ اختلاف معنی داری دارند از نظر

آبدار بودن بین بقیه فرمول‌های تولیدی اختلاف معنی داری وجود ندارد. سفیدی فرمول کنترل از امتیاز ۴/۷۵ با ۱۵/۸ درصد افزایش به امتیاز ۵/۵۰ در فرمول ۵ و با ۵/۳ درصد افزایش به امتیاز ۵/۰۰ در فرمول ۶ می‌رسد. این آزمون نشان داد که از نظر سفیدی بین فرمول‌های تولیدی اعم از کنترل و کم چرب اختلاف معنی داری وجود ندارد.

کام پذیری فرمول کنترل از امتیاز ۵/۳۸ با ۲/۲ درصد افزایش به امتیاز ۵/۵۰ در فرمول ۵ و با ۱۸/۶ درصد افزایش به امتیاز ۶/۳۸ در فرمول ۶ می‌رسد. آزمون مان - ویتنی نشان داد که بغیر از فرمول کنترل و فرمول ۱ که با فرمول ۶ اختلاف معنی داری دارند از نظر کام پذیری بین بقیه فرمول‌های تولیدی اختلاف معنی داری وجود ندارد. پذیرش کلی فرمول کنترل از رتبه ۷ (عدد ۹۰/۴) به رتبه ۴ (عدد ۳/۹۷) در فرمول ۵ و به رتبه ۲ (عدد ۳/۵۲) در فرمول ۶ ارتقا می‌یابد، به طوری که پذیرش کلی از رتبه ۱ تا رتبه ۷ به ترتیب به فرمول ۲، فرمول ۶، فرمول ۴، فرمول ۵، فرمول ۳، فرمول ۱ و فرمول کنترل اختصاص می‌یابد. آزمون تکمیلی مان - ویتنی نشان داد که بغیر از فرمول کنترل و فرمول ۱ که با فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ اختلاف معنی داری دارند ($P < 0.05$)، از نظر قابلیت پذیرش بین بقیه فرمول‌های تولیدی اختلاف معنی داری وجود ندارد.

بحث

ویژگی‌های شیمیایی فرآورده‌های کم چرب و کنترل با توجه به اینکه چربی فرمول‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ کمتر از ۱۰ درصد است این فرآورده‌ها فرآورده‌های گوشتی کم چرب شناخته می‌شوند (۴۱). از آنجایی که جایگزینی چربی با استفاده

همچنین می‌توان بالاتر بودن ظرفیت نگهداری آب را در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ به بالاتر بودن مقدار کربوهیدرات ناشی از وجود آرد گندم در آنها نسبت داد زیرا ظرفیت نگهداری آب علاوه بر میزان پروتئین تحت تأثیر نوع و میزان کربوهیدرات به کار رفته نیز قرار می‌گیرد (۴۲). فرمول کنترل به سبب داشتن کمترین میزان آب افزوده، از افت پخت کمتری در مقایسه با فرمول‌های کم چرب برخوردار بود (۱۸ و ۲۱). افت ناشی از تجمع آب در برش‌های کالباس بسته‌بندی شده تحت خلأ برای فرمول کنترل با مقدار این افت برای فرمول ۶ از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (۲۶). با توجه به این که فرمول کنترل در بین تیمارهای تولیدی حاوی کمترین مقدار آب افزوده شده و در نتیجه دارای کمترین مقدار رطوبت است و فرمول ۶ حاوی ۵۰ درصد مقدار آب افزوده بیشتری از فرمول کنترل است، توانایی نشاسته اصلاح شده ذرت در نگهداشتن آب و عدم توانایی آرد گندم موجود در فرمول کنترل در مهار و نگهداشتن آب در فرآورده به خوبی مشخص می‌شود. در فرمول‌های کم چرب با افزایش مقدار نشاسته اصلاح شده ذرت، مقدار افت ناشی از تجمع آب در بسته‌بندی‌های تحت خلأ کاهش یافت و مقدار چربی بر روی آن تأثیری نداشت (۱۹).

ویژگی‌های میکروبی فرآورده‌های کم چرب و کنترل

فرمول کنترل با دارا بودن کمترین میزان آب افزوده، شمارش کلی میکروارگانیسم‌های کمتری از فرمول‌های کم چرب داشت که می‌تواند در ارتباط با کمتر بودن مقدار رطوبت آن باشد. شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ به ترتیب از شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ کمتر بود که ناشی از بالاتر بودن ظرفیت نگهداری آب در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ است. فرمول‌های کم چرب به رغم دارا بودن آب افزوده بالا، شمارش کلی خیلی پایین‌تری از حد مجاز استاندارد ملی ایران داشتند زیرا نشاسته اصلاح شده ذرت می‌تواند به شمارش کلی پایین‌تر منجر شود (۴۵) و با تشکیل دادن ژل، آب را در محیط غیر قابل دسترس کند. غیر قابل دسترس شدن آب، فعالیت آبی را کنترل و از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند (۴۶). عدم تفاوت در سایر ویژگی‌های میکروبی می‌تواند به علت کیفیت قابل قبول مواد مصرفی در فرمولاسیون، پایین بودن دمای کاتریزاسیون، مناسب بودن مدت زمان پخت و نیز شرایط مطلوب نگهداری باشد (۴۲).

از آب و نشاسته اصلاح شده ذرت صورت گرفت بنابراین همراه با کاهش مقدار چربی و افزایش مقدار آب افزوده شده به فرمولاسیون، مقدار رطوبت فرآورده افزایش یافت (۸، ۱۸، ۲۲، ۲۵ و ۲۶) هر چند که ذرات نشاسته اصلاح شده ذرت به سبب داشتن تعداد فراوان اتصالات عرضی، در برابر انتقال آب در حین پخت مقاومت نشان می‌دهند (۱۲). مقدار کربوهیدرات فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ با اختلاف معنی‌داری از مقدار کربوهیدرات فرمول کنترل و فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ بیشتر است زیرا در این فرمول‌ها علاوه بر نشاسته اصلاح شده ذرت، آرد گندم نیز وجود دارد که ترکیبی بر پایه کربوهیدرات است و میزان کربوهیدرات را افزایش می‌دهد (۴۲). مقدار پروتئین فرمول کنترل و فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ با اختلاف معنی‌داری بیشتر از مقدار پروتئین فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ است که به علت وجود آرد گندم و پروتئین حاصل از آن در این فرمول‌ها است. مقدار خاکستر در تمامی فرمول‌های تولیدی مطابق با مقدار خاکستر در گوشت‌های فرآیند شده یعنی برابر با مقدار نمک افزوده شده به فرمولاسیون به اضافه ۱ درصد است (۱۷). میزان PH فرمول‌های کم چرب از میزان PH فرمول کنترل کمتر است که به علت ماهیت اسیدی نشاسته اصلاح شده ذرت است (۲۷، ۲۸).

ویژگی‌های تکنولوژیکی فرآورده‌های کم چرب و کنترل

ظرفیت نگهداری آب در فرمول‌های کم چرب بیشتر از ظرفیت نگهداری آب در فرمول کنترل بود (۴۳) و با افزایش مقدار نشاسته اصلاح شده ذرت افزایش یافت (۸) زیرا وجود پل‌های بین مولکولی بیشتر در بین مولکول‌های نشاسته اصلاح شده ذرت دارای اتصالات عرضی (۱۲) و تورم یافتن گرانول‌های جا گرفته این نشاسته در ماتریکس ژل پروتئین بر اثر حرارت، ساختارهای قویتری را تشکیل می‌دهند که اتصال یافتن آب را در ماتریکس ژل پروتئین افزایش می‌دهد (۸ و ۱۹). ظرفیت نگهداری آب در فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ بیشتر از ظرفیت نگهداری آب در فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ بود زیرا هنگامی که مقدار پروتئین و در نتیجه مقدار پروتئین استخراج شده افزایش می‌یابد (۱۱ و ۴۴) تعداد مکان‌هایی که در زنجیره پلی‌پپتیدی قادرند در اثر حرارت واکنش متقابل بدهند، افزایش می‌یابد و در نتیجه ماتریکس ژل خیلی پایدارتری تشکیل می‌شود که به آزاد شدن کمتر آب و چربی (۴۴) و ظرفیت نگهداری آب بالاتر منجر می‌شود (۱۱ و ۴۴).

ویژگی‌های حسی فرآورده‌های کم چرب و کنترل

امتیازهای رنگ فرمول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ از فرمول کنترل بالاتر بود و رنگ صورتی/قرمز بیشتری داشتند (۱۸ و ۴۷). امتیازهای رنگ در تمامی فرمول‌های کم چرب با افزایش مقدار نشاسته اصلاح شده ذرت افزایش یافت. نشاسته اصلاح شده ذرت دارای اتصالات عرضی، هنگامی که با آب حرارت داده می‌شود ژل شفافی تشکیل می‌دهد زیرا ذرات آمیلوپکتین موجود در آن، نور را پراکنده نمی‌کند بنابراین رنگ قرمز را منعکس می‌کند (۴۷). فرمول‌های ۳ و ۵ به سبب دارا بودن کربوهیدرات و پروتئین بیشتر و در نتیجه بالاتر بودن واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی بین نشاسته و پروتئین، به ترتیب رنگ صورتی/قرمز بیشتری از فرمول‌های ۴ و ۶ داشتند (۸). در فرمول‌های دارای پروتئین برابر، رنگ تحت تأثیر آب افزوده و محتوای چربی بود، به طوری که فرآورده دارای چربی بیشتر، رنگ روشن‌تری نسبت به فرآورده با چربی کمتر داشت و با کاهش مقدار چربی، قرمزی بیشتر شد که به علت کاهش پراکنش کلی نور، توأم با خواص پراکنده کنندگی مربوط به چربی است (۱۱). امتیازهای طعم فرمول‌های کم چرب با فرمول کنترل اختلاف معنی داری نداشت (۲۶ و ۲۴، ۱۸، ۸). اما فرمول‌های کم چرب طعم بهتری از فرمول کنترل داشتند زیرا نشاسته‌ها (عمدتاً بر پایه آمیلوز) ترکیبات طعم را در ساختار ماریپیچی خود و در ماتریکس نشاسته به دام می‌اندازند (۲۷).

امتیازهای آبدار بودن فرمول‌های کم چرب از فرمول کنترل بالاتر بود و آبداری بیشتری داشتند (۸، ۱۸) زیرا با افزایش یافتن مقدار نشاسته اصلاح شده ذرت و آب، واکنش متقابل پروتئین - پروتئین کاهش می‌یابد و به فرآورده‌ای با پل‌های عرضی کمتر و با آبداری بیشتر منجر می‌شود (۲۷). فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ به سبب داشتن آرد گندم و در نتیجه ظرفیت بالاتر نگهداری آب، از فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ آبداری کمتری داشتند (۲۳ و ۴۸). امتیازهای سفتی فرمول‌های کنترل و کم چرب اختلاف معنی داری نداشتند (۲۶) اما سفتی فرمول‌های ۳ و ۵ به ترتیب نسبت به سفتی فرمول‌های ۴ و ۶ بهبود یافت که به علت مقدار پروتئین بالاتر ناشی از وجود آرد گندم در آنها است زیرا

پروتئین با تشکیل دادن یک ژل/امولسیون، در مقایسه با نشاسته تأثیر بیشتری در سفتی دارد (۱۹) و بدون توجه به مقدار نشاسته و چربی، با افزایش مقدار پروتئین، سفتی فرآورده افزایش می‌یابد (۱۱). بعضی از محققین نیز بیشتر گزارش کرده‌اند که اجزای سازنده غیر گوشتی با جذب کردن بخشی از رطوبت در دسترس پروتئین‌ها به تولید فرآورده‌های سفت تر کمک می‌کنند (۴۹). همچنین تورم یافتن گرانول‌های جا گرفته نشاسته در ماتریکس ژل پروتئین بر اثر حرارت با تشکیل ساختارهای قوی و افزایش فشار در ماتریکس ژل پروتئین، موجب فشردگی شدن و سفت‌تر شدن ساختار فرآورده می‌شود (۲۲). کام‌پذیری فرمول‌های ۲، ۴ و ۶ از فرمول کنترل و به ترتیب از فرمول‌های ۱، ۳ و ۵ بیشتر بود (۸) اما بین کام‌پذیری فرمول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ تفاوت معنی داری وجود نداشت (۲۴). پذیرش کلی فرمول‌های کم چرب با فرمول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ تفاوت معنی داری نداشت (۴۲) اما تمامی فرمول‌های کم چرب تولیدی پذیرش کلی بالاتری نسبت به فرمول کنترل داشتند. با توجه به یافته‌های به دست آمده از این تحقیق مشاهده می‌شود که امکان تولید کالباس کم چرب با استفاده از نشاسته اصلاح شده ذرت مقدور است و در میان تیمارهای تولیدی، فرمول کم چرب ۵ (حاوی ۶/۲۶٪ چربی، ۲٪ نشاسته اصلاح شده ذرت و ۵٪ آرد گندم) با ۵۷/۴ درصد کاهش چربی نسبت به فرمول کنترل، از نظر ویژگی‌های کیفی بهتر بوده است. با توجه به وجود انواع جانشین‌های چربی، توصیه می‌شود که در تحقیقات بعدی به منظور فرمولاسیون و تولید فرآورده‌های گوشتی کم چرب، از مخلوط جانشین‌های چربی استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از شورای محترم پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور به خاطر تشخیص ضرورت انجام این طرح تحقیقاتی و پرداخت بخشی از هزینه‌های آن و همچنین از همراهی مدیر عامل محترم شرکت گوشتیران جناب آقای اصغر علیزاده غریب و همکارانشان در تأمین مواد اولیه و امکانات مورد نیاز، صمیمانه قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Jimenez Colmenero F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. Trends in Food Science & Technology. 2000; 11: 56-66.
2. Jimenez Colmenero F. Technologies for developing low-fat meat products. Trends in food Science & Technology. 1996; 7:41-48.

۳. سوسیس و کالباس. ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی شماره ۲۳۰۳. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدید نظر دوم، ۱۳۷۹.

4. Akoh C C. Fat replacers . Food Technology 1998 ; 52(3): 47-53.
5. Cengiz E, Gokoglu N. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter sausages with fat reduction and fat replacer addition. Food Chemistry 2005; 91(3): 443-7.
6. Voragen Alphons GJ. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. Trends in food Science & Technology. 1998; 9: 328-35.
7. Mattes RD. Position of the American dietetic association: fat replacers. J Am Dietetic Association. 1998; 98(4). 463-8.
8. Khalil Ali H. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. Food Chemistry. 2000; 68: 61-8.
۹. کیمیاگر مسعود. پیشنهاد الگوی مناسب تولید و مصرف روغن‌ها و چربی‌ها: قطعه‌نامه اجلاس. مجموعه مقالات اجلاس بررسی جنبه‌های تغذیه‌ای و صنعتی روغن‌های خوراکی. گردآوری: زندی پروین. چاپ اول، تهران، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، ۱۳۷۵، صفحات ۱۴۹-۱۵۳.
10. Lerner CM, Mattes RD. Perception of dietary fat: ingestive and metabolic implications. Progress in Lipid Research 1999; 38:117-28.
11. Pietrasik Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages .Meat Science 1999; 51(1):17-25.
12. Correia LR, Mittal GS. Kinetics of hydration properties of meat emulsions containing various fillers during smokehouse cooking. Meat Science 1991; 29:335-51.
13. Hachmeister KA, Herald TJ. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters .Poultry Science 1998; 77(4): 632-8.
14. Shehata HA, Attia AA. Effect of some additives on the quality of low fat cooked emulsion sausage of beef. J Food Science and Technology India 1998; 35(5). 447-50.
15. Li JY, Yeh AI. Effects of starch properties on rheological characteristics of starch/meat complexes. J Food Engineering. 2003; 57:287-94.
16. Backers T, Noll B. Dietary fibers for meat processing. Food Marketing & Technology. 1997; 11(6). 4-6,8.
17. Tsai SJ, Unklesbay N, Unklesbay K, Clarke A. Thermal properties of restructured beef products at different isothermal temperatures. J Food Science 1998; 63(3):481-4.
18. Claus JR, Hunt MC. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. J Food Science. 1991; 56(3):643-7, 652.
19. Carballo J, Barreto G, Jimenez Colmenero F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. J Food Science. 1995; 60(4):673-7.
20. Carballo J, Fernandez P, Barreto G, Solas MT, Jimenez Colmenero F. Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. J Food Science. 1996; 61(3):652-5.
21. Carballo J, Fernandez P, Barreto G, Solas MT, Jimenez Colmenero F. Characteristics of high- and low-fat bologna sausages as affected by final internal cooking temperature and chilling storage. J Science of Food and Agriculture. 1996; 72:40-8.
22. Jimenez Colmenero F, Barreto G, Fernandez P, Carballo J. Frozen storage of bologna sausages as a function of fat content and of levels of added starch and egg white. Meat Science. 1996; 42(3):325-32.
23. Berry BW. Properties of low-fat, nonbreaded pork nuggets with added gums and modified starch . Journal of Food Science. 1994; 59(4):742-746.
24. Prabhu GA, Sebranek JG. Quality characteristics of ham formulated with modified corn starch and kappa-carrageenan. J Food Science 1997; 62(1): 198-202.
25. Hoffman LC, Mellett FD. Quality characteristics of low fat ostrich meat patties formulated with either pork Lard or modified corn starch, soya isolate and water. Meat Science. 2003; 65(2):869-75.

26. Yang A, Keeton JT. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. *J Food Science* 2001; 66(7):1039-46.
27. Beggs Karen LH, Bowers JA, Brown D. Sensory and physical characteristics of reduced-fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. *J Food Science* 1997; 62(6):12404.
۲۸. کلانتری ناصر، غفارپور معصومه. طرح جامع مطالعات الگوی مصرف مواد غذایی خانوار و وضعیت تغذیه ای کشور، گزارش ملی ۸۱-۱۳۷۹، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، ۱۳۸۳.
29. Official Methods of Analysis (1997) 16 th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 983.18.
30. Official Methods of Analysis (1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 950.46.
31. Official Methods of Analysis (1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 991.36.
32. Official Methods of Analysis (1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 920.153.
33. Official Methods of Analysis (1997) 16th Ed. 3rd Revision, Volume 2, 1997, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 981.10.
۳۴. روش شمارش کلی میکروارگانیزم ها در ۳۰ درجه سلسیوس، استاندارد ملی شماره ۵۲۷۲. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۹.
۳۵. روش جستجو و شمارش قارچ ها (کیک ها و مخمرها) به شمارش پرگنه در ۲۵ درجه سلسیوس، استاندارد ملی شماره ۹۹۷. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ دهم، تجدید نظر دوم، ۱۳۷۴.
۳۶. روش جستجو و شمارش کلی فرم ها در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۴۳۷. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ هشتم، تجدید نظر سوم، ۱۳۷۵.
۳۷. روش جستجو و شمارش بیشترین تعداد احتمالی اشریشیاکلی در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۲۹۴۶. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ سوم، تجدید نظر اول، ۱۳۷۳.
۳۸. روش جستجو، شمارش و شناسایی کلستریدیوم پرفرنزئانس (ولشای) و کلستریدیوم های احیاء کننده سولفیت در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۲۱۹۷. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ چهارم، ۱۳۷۳.
۳۹. روش شناسایی و شمارش استافیلوکوکوس ارتوس کوآگولاز (+) در مواد غذایی، استاندارد ملی شماره ۱۱۹۴. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ هشتم، ۱۳۷۴.
۴۰. واتس بی‌ام، یلی ماکی جی‌ال، جفری ال‌ای، الیاس ال‌جی. روش‌های ارزیابی حسی مواد غذایی، مترجمین: قاضی زاده میترا، رازقی علیرضا. چاپ اول، تهران، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، ۱۳۷۷، صفحات ۷۴-۷۰، ۸۰-۷۹، ۱۱۰، ۱۱۹.
41. Pearson AM, Gillett TA. Processed meats. 3rd ed. New York: Chapman & Hall. 1996; pp: 355-361, 367.
۴۲. مقصودی شهرام. فرمولاسیون و تولید کالباس کم چربی با استفاده از کربوکسی متیل سلولز. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۷۸.
43. Dexter DR, Sofos JN, Schmidt GR. Quality characteristics of turkey bologna formulated whit carrageenan, starch, milk and soy protein. *J Muscle Foods* 1993; 4:207-223.
44. Carballo J, Mota N, Barreto G, Jimenez Colmenero F. Binding properties and colour of bologna sausage made whit varying fat levels, protein levels and cooking temperatures. *Meat Science*. 1995; 41:301-313.

45. Wurzburg OB. Modified starches: properties and uses. 5 th Printing. Florida: CRC Press, 1991: 200-210.
46. Sivasankar B. Food processing and preservation. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited, 2002: 17, 302.
47. Correia LR, Mittal GS. Kinetics of PH and colour of meat emulsions containing various fillers during smokehouse cooking. Meat Science. 1991; 29:353-64.
48. Berry BW, Wergin WP. Modified pregelatinized potato starch in low-fat ground beef patties. J Muscle Foods 1993; 4:305-20.
49. Comer FW, Chew N, Lovelock L, Allan-Wojtas P. Comminuted meat products: functional and microstructural effects of fillers and meat ingredients. Canadian Institute of Food Science and Technology. 1986; 19: 68.