مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۴۲-۳۵

بررسی اثر استفاده از آرد دانه کینوآ و باکویت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی همبرگر کم‌گوشت

فرشته بهمنیار[۱] ، سیده مرضیه حسینی[۲] ، زهرا هادیان [۳] ، لیلا میرمقتدایی[۴]، سعیده شجاعی علی آبادی[۵]

۱- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار گروه تحقیقات علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، پست الکترونیکی: Mirmoghtadaie@sbmu.ac.ir
۵- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ، پست الکترونیکی: s_shojaee@sbmu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: در سال‌های اخیر به دلیل تغییر در سبک زندگی، تقاضای مصرف‌کنندگان برای مصرف غذاهای آماده ازجمله همبرگر افزایش یافته است. در همبرگرهای کم‌گوشت، میزان اندک گوشت و جایگزینی آن با پروتئین سویا موجب بروز مشکلاتی در همبرگر می‌گردد. همچنین به دلیل آلرژن بودن سویا، انتخاب مصرف‌کنندگان مبتلا به آلرژی را با محدودیت همراه می‌کند. هدف از این مطالعه جایگزین کردن پودر پروتئین سویا و آرد سوخاری با آرد دانه کینوآ و باکویت در همبرگرهای کم‌گوشت است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۳۰ گرم آرد دانه کینوآ و باکویت به‌طور جداگانه جایگزین پودر پروتئین سویا و آرد سوخاری در همبرگر ۳۰ درصد گوشت شد و ویژگی‌های شیمیایی، پایداری امولسیون، ویژگی‌های پخت، بافت و رنگ با نمونه کنترل مقایسه شد.

یافته‌ها: جایگزینی پودر پروتئین سویا و آرد سوخاری با آرد دانه کینوآ و باکویت تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های پخت و فعالیت آبی نمونه‌ها ایجاد نکرده است ($P>0/05$). ولی پایداری امولسیون و ویژگی‌های بافتی نمونه پخته‌شده در نمونه کنترل به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$)، بیشتر از دو تیمار دیگر شد. درحالی‌که در بررسی رنگ، نمونه‌های خام حاوی آرد کینوآ بالاترین شاخص L* (روشنایی) و کمترین a* (قرمزی) را نشان دادند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، این جایگزینی می‌تواند ازنظر ویژگی‌های پخت، فعالیت آبی و رنگ برای همبرگر کم‌گوشت مطلوب باشد.

واژگان کلیدی: همبرگر، آرد کینوآ، آرد باکویت

• مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل تغییر در سبک زندگی، تقاضای مصرف‌کنندگان برای مصرف غذاهای آماده افزایش یافته است. همبرگرهای گوشتی یکی از محبوب‌ترین فرآورده‌های گوشتی هستند که به‌عنوان یک غذای آماده به‌طور گسترده مورد مصرف قرار می‌گیرند (۱). همبرگر از گوشت قرمز چرخ‌کرده حیوانات حلال‌گوشت که به آن سایر مواد مجاز از قبیل مواد پرکننده و اتصال‌دهنده، روغن، ادویه‌ها، نمک و سبزی اضافه شده است، تهیه می‌گردد. بر اساس استاندارد ملی ایران همبرگرها بر اساس درصد گوشت گروه‌بندی می‌شوند که حداقل مصرف گوشت در همبرگرهای کم‌گوشت ۳۰ درصد است که با استفاده از پروتئین‌های گیاهی به همراه سایر مواد مجاز تهیه می‌شوند (۲). در همبرگرهای کم‌گوشت (۳۰ درصد)، میزان اندک گوشت و جایگزینی آن با پروتئین سویا موجب بروز مشکلاتی از قبیل خشکی و شکنندگی بافت،

تغییر رنگ و طعم در همبرگر می‌گردد (۳). همچنین، سویا که اغلب در این محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد، یکی از مهم‌ترین ترکیبات آلرژن است که در بین "۸ آلرژن بزرگ " در لیست سازمان جهانی بهداشت (WHO) قرارگرفته است؛ که انتخاب مصرف‌کنندگان مبتلا به آلرژی را با محدودیت همراه می‌کند (۴)؛ بنابراین با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان از رژیم‌های غذایی سالم و افزایش تقاضای آن‌ها برای محصولات سالم‌تر، پیشرفت‌هایی درزمینه‌ی تولید فرآورده‌های گوشتی شکل‌گرفته است (۵). تاکنون چندین ماده غیر گوشتی از قبیل کازئینات سدیم و پروتئین آب‌پنیر تغلیظ شده، میوه و سبزی‌ها، حبوبات و غلات به‌منظور تنوع و افزایش کیفیت تغذیه‌ای به فرآورده‌های گوشتی افزوده‌شده است (۷، ۶). شبه غلات (کینوآ و باکویت) گروه دیگری از مواد هستند که در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. یکی از دلایل علاقه زیاد به آن‌ها حضور ترکیبات مغذی در آن‌ها است (۸).

کینوآ با نام علمی Chenopodium quinoa Willd یک شبه غله از خانواده‌ی chenopodiaceas است که از ۵۰۰۰ سال قبل توسط بومیان کوه‌های آند به‌عنوان "مادر دانه‌ها" کشت می‌شد و مورد مصرف قرار می‌گرفت(۹). دانه کینوآ منبع خوبی از نشاسته، پروتئین، چربی، فیبر رژیمی، ترکیبات پلی فنولی، ویتامین‌ها و مواد معدنی است(۱۰). دانه کینوآ نه‌تنها کمیت پروتئینی بالایی دارد بلکه کیفیت پروتئینی مطلوبی دارد و غنی از اسیدآمینه‌های محدودکننده، لیزین و هیستیدین است (۱۱). همچنین در کینوآ مقادیر بالایی از عناصر معدنی از جمله کلسیم، منیزیم، آهن، مس و روی وجود دارد و غنی از آلفا کاروتن و نیاسین هست (۱۲). علاوه بر این‌ها دانه کینوآ عاری از گلوتن است و می‌تواند منبع رژیمی با ارزشی برای بیماران مبتلا به سلیاک باشد (۱۰، ۹). باکویت با نام علمی buckwheat یک شبه غله متعلق به جنس fagopyrum و از خانواده polygonaceae است. باکویت حاوی مقادیر بالایی فیبر رژیمی، فلاونوئیدها (از قبیل روتئین و کوئرستین) و ترکیبات معدنی ضروری است (۱۴، ۱۳). همچنین دانه باکویت علاوه بر محتوی بالای پروتئینی کیفیت پروتئینی مطلوبی دارد و غنی از اسیدهای آمینه لیزین و آرژنین است. علاوه بر این به دلیل عدم وجود گلوتن در باکویت، می‌تواند به‌عنوان یک منبع پروتئینی مناسب برای بیمارانی که عدم تحمل به گلوتن دارند، مورد استفاده قرار گیرد (۱۳). هدف از این مطالعه بررسی اثر استفاده از آرد دانه کینوآ و باکویت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی همبرگر کم‌گوشت است.

• مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: دانه‌های کینوآ و باکویت از شرکت OAB تهران تهیه شدند و با آسیاب الکترونیکی (Quadrumat Junior Brabender, Germany) آسیاب شدند. آرد نهایی در دمای ۱°C ±۴ تا زمان انجام آزمون نگهداری شدند. گوشت گوساله تازه از فروشگاه پروتئینی در شهر تهران تهیه شد و بعد از جداسازی چربی با چرخ‌گوشت چرخ شدند. سه نمونه همبرگر کم‌گوشت مطابق جدول ۱ تهیه و در پوشش‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمون‌های ذکر شده، در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. جهت انجام آزمون‌هایی که نیازمند نمونه‌های سرخ‌شده بودند، عملیات سرخ کردن انجام پذیرفت. ابتدا نمونه‌ها قبل از سرخ کردن، به مدت ۳۰ دقیقه تا رسیدن به دمای صفر درجه سانتی‌گراد در دمای محیط انجماد زدایی شدند، سپس با میزان روغن اندک و ثابت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ دقیقه عملیات سرخ کردن انجام پذیرفت.

جدول ۱. مقدار اجزاء (g/100g) بکار رفته در فرمولاسیون همبرگر کم‌گوشت

اجزاء/ نمونه‌ها	کنترل	تیمار ۱ (حاوی کینوآ)	تیمار ۲ (حاوی باکویت)
گوشت گوساله	۳۰	۳۰	۳۰
آب	۳۵	۳۵	۳۵
پودر پروتئین سویا	۱۲	۰	۰
آرد سوخاری	۱۸	۰	۰
آرد کینوآ	۰	۳۰	۰
آرد باکویت	۰	۰	۳۰
پودر پیاز	۲/۵	۲/۵	۲/۵
نمک	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ادویه	۱	۱	۱

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی، pH و aw: رطوبت، پروتئین (کلدال)، چربی (سوکسله)، خاکستر نمونه‌های همبرگر خام مطابق با روش شرح داده‌شده در مجموعه استاندارد AOAC (2005) اندازه‌گیری شد (۱۵). pH نمونه‌های خام با دستگاه pH متر (827 pH Lab Metrohm, Swiss made) و فعالیت آبی (aw) نمونه‌های خام با دستگاه Rotronic Station Probe HC2-AW-USB Portable Water Activity Meter اندازه‌گیری شد (۱۶).

اندازه‌گیری پایداری امولسیون (ES): به‌منظور تعیین پایداری امولسیون خمیر همبرگر، ۱۰ گرم از نمونه داخل لوله فالکون توزین شد (W_1) و به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۱۱۰۰۰g

سانتریفیوز شدند. بعد از سانتریفیوژ، مجدداً خمیر تهنشین شده توزین (W_2) و پایداری امولسیون از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (۱۷).

$$ES\ (\%) = \left(\frac{W_1}{W_2}\right) \times 100$$

اندازه‌گیری ویژگی‌های پخت: نمونه‌های همبرگر مطابق روش شرح داده‌شده در بالا یخزدایی و سرخ شدند، سپس ویژگی‌های پخت از قبیل افت پخت، کاهش قطر و چروکیدگی مطابق با روش شرح داده‌شده توسط Soltanizadeh و همکاران در سال (۲۰۱۵) و Alakali و همکاران در سال (۲۰۱۰) با استفاده از رابطه‌های زیر به دست آمدند (۱۸، ۶).

$$\text{٪ افت پخت} = \left(\frac{\text{وزن بعد از پخت} - \text{وزن قبل از پخت}}{\text{وزن قبل از پخت}}\right) \times ۱۰۰$$

$$\text{٪ کاهش قطر} = \left(\frac{\text{قطر پخته} - \text{قطر خام}}{\text{قطر خام}}\right) \times ۱۰۰$$

$$\text{٪ چروکیدگی} = \left[\left(\frac{\text{قطر پخته} - \text{قطر خام}}{\text{قطر خام} + \text{ضخامت خام}}\right) + \text{ضخامت پخته} - \text{ضخامت خام}\right] \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری بافت: اندازه‌گیری بافت نمونه‌های خام و پخته با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (Texture Analyzer) (Stable Micro Systems, United Kingdom) و به روش آنالیز پروفایل بافت (TPA) انجام شد. به‌منظور انجام آزمون نمونه‌ای به قطر ۴ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر انتخاب شد و با پروب صفحه‌ای به قطر ۷/۵ سانتی‌متر با نیروی ۵۰ کیلوگرمی و سرعت ۵ میلی‌متر بر ثانیه به میزان ۵۰٪ ارتفاع اولیه فشرده شد و بعد از یک استراحت ۱۰ ثانیه‌ای نمونه مجدداً با شرایط قبلی فشرده شد. با توجه به نمودار ثبت شده برای هر نمونه فاکتورهای سختی (Hardness)، انسجام (Cohesiveness)، کشسانی (Springiness) و قابلیت جویدن (Chewiness) محاسبه گردید (۱۹).

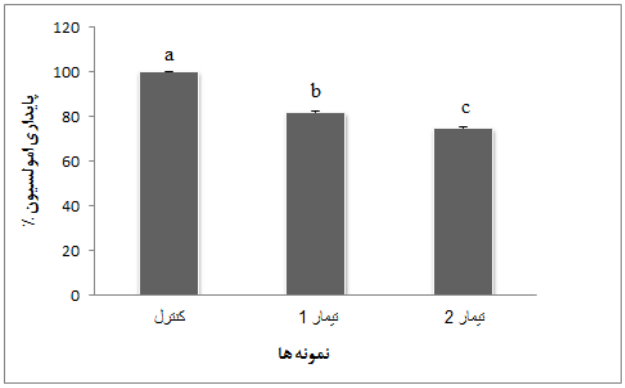
اندازه‌گیری رنگ: رنگ نمونه‌های همبرگر خام و پخته با کمک دستگاه رنگ‌سنج (Hunter Lab) (Color Flex EZ; Made in USA) اندازه‌گیری شد. رنگ نمونه‌ها با سه بار تکرار و سه بار خوانش دستگاه از سطح همبرگرها به‌منظور تعیین پارامترهای Redness(a*), Lightness(L*), Yellowness(b*) با کمک دستگاه رنگ‌سنج خوانده و ثبت شد (۲۰).

آنالیز آماری: تمام آزمون‌ها با سه بار تکرار انجام و داده‌های کمی با کمک نرم‌افزار SPSS ۲۴ مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج به‌صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شدند. در این مرحله بعد از بررسی نرمالیتی داده‌ها، از آزمون One-Way ANOVA جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد و بعد از مشاهده اختلاف معنی‌دار($P < ۰/۰۵$) بین داده‌ها، از آزمون دانکن جهت مقایسه داده‌ها استفاده شد.

• یافته‌ها

نتایج ترکیبات شیمیایی، pH و aw همبرگر: جدول ۲ نتایج حاصل از اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی، pH و aw همبرگر خام را نشان می‌دهد. بین نمونه کنترل و دو تیمار دیگر از نظر رطوبت و aw تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). بیشترین میزان خاکستر و پروتئین در نمونه کنترل و بیشترین محتوی چربی در تیمار ۱ مشاهده شد. از نظر pH ، pH تیمار ۲ به‌طور معنی‌دار از کنترل و تیمار ۱ بیشتر بود.

نتایج پایداری امولسیون همبرگر: نتایج مربوط به پایداری امولسیون خمیر همبرگر در شکل ۱ نشان داده شده است. بین تمام نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. پایداری امولسیون در نمونه کنترل به‌طور معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) بیشتر (۹۹/۹۴٪) از دو تیمار دیگر است و کمترین پایداری (۷۴/۶۸٪) مربوط به تیمار ۲ است.



شکل ۱. نتایج پایداری امولسیون خمیر همبرگر کم‌گوشت

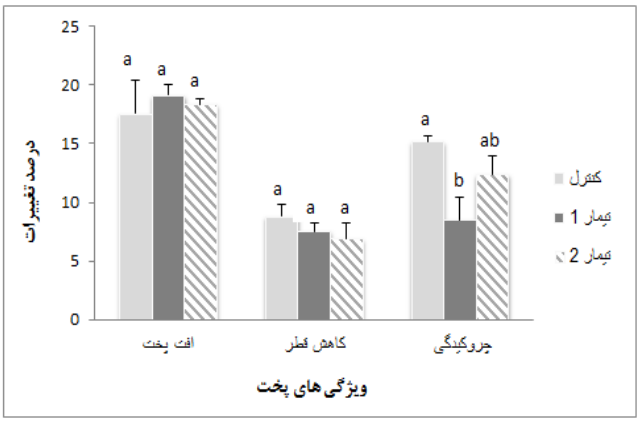
*حروف غیرمشابه برای هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد خطا است.

جدول ۲. نتایج ترکیبات شیمیایی (g/100g)، pH و فعالیت آبی (aw) همبرگر خام کم‌گوشت

	رطوبت	پروتئین	چربی	خاکستر	pH	aw
کنترل	۵۸/۰۵±۰/۱۶^{a}*	۱۴/۸۰±۰/۱۲^{a}	۲/۳۶±۰/۰۶^{b}	۳/۲۲±۰/۰^{a}	۶/۱۶±۰/۰۴^{b}	۰/۹۳±۰/۰^{a}
تیمار ۱ (حاوی کینوآ)	۵۸/۲۳±۰/۱۰^{a}	۱۰/۷۰±۰/۱۲^{b}	۲/۵۶±۰/۰۶^{a}	۲/۴۸±۰/۰۴^{b}	۶/۱۰±۰/۰^{c}	۰/۹۳±۰/۰^{a}
تیمار ۲ (حاوی باکویت)	۵۸/۷۵±۰,۴۰^{a}	۹/۸۰±۰/۱۳^{c}	۲/۲۵±۰/۰۶^{b}	۲/۴۱±۰/۲۹^{b}	۶/۲۴±۰/۰۲^{a}	۰/۹۴±۰/۰^{a}

*حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد خطا است.

نتایج ویژگی‌های پخت همبرگر: شکل ۲ ویژگی‌های پخت همبرگر را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که افت پخت نمونه‌ها در رنج بین ۱۷/۵۶٪ تا ۱۹/۱۴٪ و کاهش قطر در دامنه بین ۶/۸۸٪ تا ۸/۸۱٪ قرارگرفته‌اند بنابراین ازنظر افت پخت و کاهش قطر بین نمونه کنترل و تیمارها تفاوت معنی‌داری (P>۰/۰۵) مشاهده نشد؛ اما بیشترین (P <۰/۰۵) میزان چروکیدگی (۱۵/۲۰٪) در نمونه کنترل و کمترین میزان چروکیدگی (۸/۵۲٪) در تیمار ۱ مشاهده شد و در تیمار ۲ ازنظر چروکیدگی (۱۲/۴۱٪) تفاوت چشمگیری با نمونه کنترل و تیمار ۱ مشاهده نشد.



شکل ۲. نتایج ویژگی‌های پخت همبرگر کم‌گوشت

*حروف غیرمشابه در هر ستون برای هر ویژگی پخت، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد خطا است.

نتایج اندازه‌گیری بافت همبرگر: جدول ۳ نتایج پارامترهای بافتی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. در بین نمونه‌های خام ازنظر قابلیت جویدن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما کشسانی و انسجام نمونه کنترل به‌طور چشمگیر(P <۰/۰۵) از دو نمونه دیگر کمتر بود. علاوه بر این سختی نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند و بیشترین میزان سختی در نمونه کنترل و کمترین آن در تیمار ۲ مشاهده شد؛ اما در نمونه‌های پخته‌شده در تمامی پارامترهای بافتی تفاوت معنی‌دار بین نمونه کنترل با دو تیمار دیگر مشاهده شد. در نمونه‌ی کنترل پخته شده نسبت به دو تیمار دیگر تمامی پارامترهای بافتی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته بودند. سختی و قابلیت جویدن به‌طور معنی‌دار (P <۰/۰۵) در تیمار ۲ نسبت به کنترل و تیمار ۱ افزایش یافته بود.

نتایج اندازه‌گیری رنگ همبرگر: نتایج حاصل از اندازه‌گیری رنگ در جدول ۴ نشان داده‌شده است. نتایج نمونه‌های خام نشان داد که بین نمونه کنترل با تیمارها تفاوت معنی‌داری (P <۰/۰۵) ازنظر پارامترهای L*, a*, b* وجود دارد. در تیمار ۱ شاخص L* به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل و تیمار ۲ بود و کمترین میزان آن در نمونه کنترل مشاهده شد؛ اما شاخص a* در نمونه کنترل به‌طور معنی‌داری (P <۰/۰۵) از دو تیمار دیگر بیشتر بود و کمترین میزان در تیمار ۱ مشاهده شد. همچنین،b* به‌طور معنی‌داری در نمونه کنترل نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر شد. اما در نمونه‌های پخته‌شده تفاوت معنی‌داری بین نمونه کنترل با دو تیمار دیگر در L* و a* مشاهده نشد اما b* نمونه کنترل به‌طور معنی‌دار بیشتر بود.

جدول ۳. نتایج ویژگی‌های بافتی همبرگر خام و پخته کم‌گوشت

	سختی (N)	انسجام	کشسانی (mm)	قابلیت جویدن (N× mm)
خام				
کنترل	۷۰/۰۸±۴/۹۵^{a}*	۰/۳۷±۰/۰۲^{b}	۰/۵۷±۰/۰۶^{b}	۱۴/۵۶±۱/۷۴^{a}
تیمار ۱ (حاوی کینوآ)	۳۹/۹۹±۱/۱۸^{b}	۰/۵۱±۰/۰۹^{a}	۰/۸۲±۰/۱۳^{a}	۱۶/۸۰±۵/۳۹^{a}
تیمار ۲ (حاوی باکویت)	۲۸/۵۶±۱/۴۳^{c}	۰/۶۱±۰/۴۷^{a}	۰/۹۷±۰/۰^{a}	۱۶/۸۴±۰/۴۸^{a}
پخته				
کنترل	۲۷۶/۰۷±۱۷/۸۰^{c}	۰/۴۰±۰/۰۹^{b}	۰/۶۷±۰/۰۶^{b}	۷۲/۶۲±۱۱/۹۸^{c}
تیمار ۱ (حاوی کینوآ)	۳۶۶/۹۰±۳۷/۲۷^{b}	۰/۷۷±۰/۰^{a}	۰/۹۹±۰/۰۴^{a}	۲۸۰/۳۲±۲۵/۳۹^{b}
تیمار ۲ (حاوی باکویت)	۴۴۲/۵۵±۱۵/۵۵^{a}	۰/۸۱±۰/۰۳^{a}	۰/۹۸±۰/۰۳^{a}	۳۵۲/۱۸±۲/۹۳^{a}

*حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد خطا است.

جدول ۴. نتایج پارامترهای رنگ همبرگر خام و پخته کم‌گوشت

	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
خام			
کنترل	۴۷/۴۰±۰/۴۳^{c*}	۷/۸۲±۰/۱۲^{a}	۲۳/۲۸±۰/۱۷^{a}
تیمار ۱ (حاوی کینوآ)	۶۶/۴۱±۰/۷۴^{a}	۳/۶۱±۰/۲۴^{c}	۲۰/۵۰±۰/۳۶^{b}
تیمار ۲ (حاوی باکویت)	۶۱/۸۸±۰/۴۲^{b}	۵/۸۲±۰/۱۴^{b}	۲۰/۹۱±۰/۰۱^{b}
پخته			
کنترل	۳۸/۵۵±۰/۹۰^{a}	۹/۶۰±۰/۴۱^{a}	۲۱/۳۸±۰/۰۲^{a}
تیمار ۱ (حاوی باکویت)	۳۷/۶۱±۰/۸۳^{ab}	۸/۸۶±۱/۲۴^{a}	۱۷/۵۹±۰/۸۱^{b}
تیمار ۲ (حاوی باکویت)	۳۵/۵۲±۱/۹۰^{b}	۱۰/۳۲±۱/۶۴^{a}	۱۷/۰۵±۱/۲۱^{b}

*حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد خطا است.

• بحث

ترکیبات شیمیایی، pH و aw همبرگر: بالا بودن میزان پروتئین و خاکستر در نمونه کنترل به دلیل استفاده از پروتئین خالص سویا در نمونه کنترل است. Do Prado و همکاران (۲۰۱۹) نتایجی مشابه با مطالعه حاضر بیان کردند. این محققین گزارش کردند که در نمونه‌های کنترل همبرگر که حاوی ایزوله پروتئین سویا هستند در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده با آرد سورگوم، میزان پروتئین و خاکستر به‌طور معنی‌دار بیشتر است (۴). فعالیت آبی نشان‌دهنده مقدار آب آزاد موجود در محصول است که با دیگر مولکول‌های ماده غذایی که سبب بروز واکنش‌های بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی و درنهایت فساد محصول می‌شود، اتصال برقرار نمی‌کند (۲۱). همانطورکه مشاهده شد بین نمونه کنترل و تیمارها ازنظر aw تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. Sanchez-Zapata و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای که انجام دادند، تفاوت معنی‌دار در فعالیت آبی نمونه‌ها با فرمولاسیون‌های متفاوت مشاهده نکرده‌اند و بیان کردند که این نتیجه می‌تواند به دلیل یکسان بودن فعالیت آبی خمیر گوشت نمونه‌های مختلف باشد (۲۲).

پایداری امولسیون: در این رابطه Choe و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که امولسیون‌های پایدارتر تحت تأثیر آب حاصل از شبکه ژل پروتئینی یا کربوهیدراتی قرار می‌گیرند (۲۳). بنابراین پایدارتر بودن امولسیون نمونه‌ی کنترل می‌تواند به دلیل حضور پروتئین‌های سویا و خواص امولسیفایری مطلوب آن باشد که توانایی جذب آب را افزایش می‌دهند. Senthil و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که خمیر حاوی آرد سویا، جذب آب بالاتری دارد که دلیل آن میزان بالای پروتئین‌های محلول موجود در آرد سویا است (۲۴). Tamsen و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی جایگزینی آرد گندم با آرد آمارانت در ناگت مرغ پرداختند و گزارش کردند که بیشترین پایداری زمانی رخ داد که آرد گندم به‌طور کامل با آرد آمارانت جایگزین شود و بیان کردند که علت آن حضور لیپیدهای قطبی و گلوبولین به‌عنوان عوامل فعال سطحی در آرد آمارانت است و همچنین بیان کردند که دلیل دیگر این پایداری می‌تواند به خاصیت امولسیفایری بالا پروتئین‌های آن مرتبط باشد (۲۵).

ویژگی‌های پخت: افت پخت و کاهش قطر در هر سه نمونه تقریباً مشابه بود و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین تفاوت چشمگیری در میزان چروکیدگی بین نمونه کنترل با تیمار ۱ مشاهده نشد که می‌توان به یکسان بودن میزان حفظ رطوبت در نمونه‌ها نسبت داد. به‌عبارت‌دیگر درطی فرآیند پخت میزان خروج آب از نمونه‌ها تقریباً مشابه بوده است و تفاوت چشمگیری در ویژگی‌های پخت ایجاد نکرده است. Do Prado و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر جایگزینی ایزوله پروتئین سویا با آرد سورگوم فاقد تانن در همبرگر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که جایگزین کردن آرد سورگوم فاقد تانن در ویژگی‌های پخت همبرگر از قبیل افت پخت و کاهش قطر تفاوت چشمگیری با نمونه کنترل ایجاد نمی‌کند (۴). همچنین Carvalho و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که جایگزینی جزئی گوشت و چربی با فیبر هیدراته گندم تا حد ۳/۷۵ گرم در همبرگر روی ویژگی‌های افت پخت و کاهش قطر همبرگر تفاوت معنی‌دار ایجاد نمی‌کند (۲۶). بنابراین در مطالعه حاضر استفاده از آرد دانه کینوآ و باکویت به‌عنوان جایگزین کننده برای پودر پروتئین سویا و آرد سوخاری ازنظر ویژگی‌های پخت می‌تواند موردتوجه قرار گیرد.

بافت: همان‌طور که مشاهده شد، تمامی ویژگی‌های بافتی در همبرگر پخته‌شده نسبت به همبرگر خام افزایش داشته است. Lopez-Vargas و همکاران (۲۰۱۴) نتایج مشابهی کسب

کردند و گزارش کردند که فرآیند پختن سبب افزایش سختی، قابلیت جویدن و صمغی بودن برگر می‌شود. همچنین این محققین بیان نمودند که بافت گوشت پخته‌شده تحت تأثیر، تغییرات حرارتی که در بافت پیوندی، حلالیت پروتئین‌ها و پروتئین‌های میوفیبریلی ایجاد می‌شود، قرار می‌گیرد. همچنین حضور ترکیبات غیر گوشتی در فرآورده‌های گوشتی سبب ایجاد تغییر در عملکرد پروتئین‌های گوشتی به‌ویژه تغییر در خواص امولسیون کنندگی و تشکیل ژل می‌شوند که ارتباط نزدیکی با ویژگی‌های بافتی دارد (۵). در نمونه‌های پخته‌شده کمترین میزان سختی، انسجام، کشسانی و قابلیت جویدن برای نمونه کنترل نسبت به دو تیمار دیگر مشاهده شد. این نتایج می‌تواند به دلیل بالا بودن سطح پروتئین در نمونه کنترل باشد که منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب و جذب بیشتر روغن طی فرآیند پخت می‌شود و درنهایت سختی بافت همبرگر را کاهش می‌دهد. Akwety و همکاران (۲۰۱۸) به مطالعه بررسی ویژگی‌های حسی و بافتی همبرگر حاوی Gari (از فرآوری ریشه کازاوا به دست می‌آید و بیشتر در کشورهای غربی آفریقا کشت می‌شود) پرداخته و گزارش کردند که در نمونه‌های حاوی Gari کمترین میزان سختی، انسجام، کشسانی، صمغی بودن و قابلیت جویدن مشاهده شد که می‌تواند به دلیل افزایش جذب رطوبت و ظرفیت نگه‌داری آب با افزایش درصدGari باشد که درنتیجه سبب کاهش سختی نمونه‌ها شد (۷). همچنین Ruiz-Capillas و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی ویژگی‌های بافتی سوسیس پرداختند و گزارش کردند که کاهش میزان چربی سبب افزایش سختی و قابلیت جویدن نمونه‌ها شد (۲۷).

رنگ: رنگ فرآورده‌های گوشتی یکی از پارامترهای مهم در انتخاب فرآورده‌های گوشتی توسط مصرف‌کنندگان است. همان‌طور که مشاهده شد، در نمونه‌های پخته‌شده میزان a* نمونه‌ها افزایش و L*, b* نمونه‌ها کاهش یافت. در این رابطه Hunt و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که تغییر در حالت میوگلوبین، رهاسازی آب و همچنین وقوع واکنش میلارد در طی فرآیند پخت می‌تواند در کاهش میزان روشنایی فرآورده‌های گوشتی پخته‌شده اثرگذار باشد (۲۸). همچنین Do Prado و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای که بر روی همبرگر انجام دادند، کاهش چشمگیری در L* نمونه‌های حاوی ایزوله پروتئین سویا بعد از پخت مشاهده کردند که دلیل آن را واکنش‌های احتمالی میلارد و کاراملیزاسیون در طی فرآیند پخت بیان کردند (۴). علاوه بر این کمترین میزان L* و بیشترین میزان a*,b* در نمونه کنترل خام می‌تواند به دلیل زردرنگ بودن پودر پروتئین سویا و آرد سوخاری و عدم حضور نشاسته بالا در این دو ترکیب به‌کاررفته باشد. همچنین این عوامل می‌تواند دلیلی برای بالاتر بودن شاخص b* در نمونه کنترل پخته‌شده باشد. بالا بودن میزانL* و کمتر بودن a*,b* در تیمارها نسبت به نمونه کنترل می‌تواند به دلیل حضور نشاسته و فیبر موجود در آرد کینوآ و باکویت باشد. نتایج مشاهده شده در این تحقیق بامطالعه‌ای که توسط Do Prado و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد مطابقت داشت. در این مطالعه آن‌ها به بررسی اثر جایگزینی ایزوله پروتئین سویا با آرد دانه سورگوم حاوی تانن و بدون تانن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی همبرگر پرداختند. نتایج آزمون رنگ نشان داد که نمونه‌های کنترل خام حاوی ایزوله پروتئین سویا، بیشترین میزانa*,b* را در مقایسه با دیگر فرمولاسیون‌ها دارد که می‌تواند به دلیل عدم حضور نشاسته و فیبر در نمونه کنترل باشد (۴).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که جایگزین کردن پودر پروتئین سویا و آرد سوخاری با آرد دانه کینوآ و باکویت ازنظر ویژگی‌های پخت (به‌جز چروکیدگی) و فعالیت آبی تفاوت چشمگیری با نمونه کنترل ایجاد نمی‌کند، اما میزان چروکیدگی در تیمار ۱ به‌طور معنی‌داری از نمونه کنترل کمتر است. همچنین در تمام ویژگی‌های پخت و فعالیت آبی بین تیمار ۱ و تیمار ۲ تفاوت معنی‌داری دیده نشد. افزودن آرد کینوآ در تیمار ۱ سبب افزایش شاخص L* و کاهش a* در نمونه‌های همبرگر خام نسبت به نمونه کنترل و تیمار ۲ می‌شوند؛ اما این جایگزینی پایداری امولسیون و پارامترهای بافتی تیمارها را نسبت به نمونه کنترل کاهش داد. مقایسه پایداری امولسیون و ویژگی‌های بافتی بین دو تیمار نشان داد که در تیمار ۱ پایداری امولسیون و سختی نمونه‌های خام نسبت به تیمار ۲ افزایش چشمگیر دارد. بنابراین با توجه به مطلوب بودن ویژگی‌های پخت، فعالیت آبی و رنگ نمونه‌های تیمار شده، آرد کینوآ و باکویت می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین در همبرگر کم‌گوشت مورداستفاده قرار گیرند. اما پیشنهاد می‌شود با توجه به نامطلوب بودن پایداری امولسیون و ویژگی‌های بافتی تیمارها، مطالعات بیشتری به‌منظور رفع این محدودیت‌ها انجام پذیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی شهید بهشتی جهت حمایت مالی این طرح و همچنین از کارشناسان آزمایشگاه‌های این مجموعه به جهت همکاری در انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Abdel-Naeem HH, Mohamed HM. Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. Meat science. 2016;118:52-60.
2. Raw frozen hamburger - Specifications and test methods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran: 4th; 2017.
3. Dehdashtiha M, Hoseini E, Esfehanimehr A. Investigation the effect of xanthan and guar gums on some physicochemical and sensory characteristics of beef burger. Food Science and Technology. 2017.
4. do Prado MEA, Queiroz VAV, Correia VTdV, Neves EO, Roncheti EFS, Gonçalves ACA, et al. Physicochemical and sensorial characteristics of beef burgers with added tannin and tannin-free whole sorghum flours as isolated soy protein replacer. Meat Science. 2019;150:93-100.
5. López-Vargas JH, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JÁ, Viuda-Martos M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (Passiflora edulis var. flavicarpa) co-products. Meat science. 2014;97(2):270-6.
6. Soltanizadeh N, Ghiasi-Esfahani H. Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. Meat science. 2015;99:75-80.
7. Akwetey W, Knipe C. Sensory attributes and texture profile of beef burgers with gari. Meat science. 2012;92(4):745-8.
8. Alvarez-Jubete L, Wijngaard H, Arendt E, Gallagher E. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food chemistry. 2010;119(2):770-8.
9. Pellegrini M, Lucas-Gonzales R, Ricci A, Fontecha J, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA, et al. Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (Chenopodium quinoa Willd) seeds. Industrial Crops and Products. 2018;111:38-46.
10. Li G, Zhu F. Molecular structure of quinoa starch. Carbohydrate polymers. 2017;158:124-32.
11. Lorusso A, Verni M, Montemurro M, Coda R, Gobbetti M, Rizzello CG. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. LWT - Food Science and Technology. 2017;78:215-21.
12. Vega-Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martínez EA. Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa willd.), an ancient Andean grain: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010;90(15):2541-7.
13. Cai YZ, Corke H, Wang D, Li WD. Buckwheat: Overview. In: Wrigley C, Corke H, Seetharaman K, Faubion J, editors. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). Oxford: Academic Press; 2016. p. 307-15.
14. Park W, Kim J-H, Ju M-G, Yeon S-J, Hong G-E, Lee C-H. Physicochemical and textural properties of pork patties as affected by buckwheat and fermented buckwheat. Journal of food science and technology. 2016;53(1):658-66.
15. Horwitz W, Latimer G. Official methods of analysis of AOAC International. 18th edGaithersburg. Md: AOAC International. 2005.
16. Heck RT, Vendruscolo RG, de Araújo Etchepare M, Cichoski AJ, de Menezes CR, Barin JS, et al. Is it possible to produce a low-fat burger with a healthy n− 6/n− 3 PUFA ratio without affecting the technological and sensory properties? Meat science. 2017;130:16-25.
17. Ayadi M, Kechaou A, Makni I, Attia H. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. Journal of Food Engineering. 2009;93(3):278-83.
18. Alakali J, Irtwange S, Mzer M. Quality evaluation of beef patties formulated with bambara groundnut (Vigna subterranean L.) seed flour. Meat Science. 2010;85(2):215-23.
19. Afshari R, Hosseini H, Khaneghah AM, Khaksar R. Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acid profile modification. LWT-Food Science and Technology. 2017;78:325-31.
20. Selani MM, Shirado GA, Margiotta GB, Saldaña E, Spada FP, Piedade SM, et al. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. Meat science. 2016;112:69-76.
21. Raúl LJ, Araújo IBd, Barbosa RC, Maciel MIS, Shinohara NKS, Campagnoli de Oliveira Filho PR. Manufacture of Biquara (Haemulon Plumierii-Lacepède, 1801) Fishburger with Addition of Wheat Bran. Journal of aquatic food product technology. 2018;27(5):544-56.
22. Sánchez-Zapata E, Muñoz CM, Fuentes E, Fernández-López J, Sendra E, Sayas E, et al. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. Meat Science. 2010;85(1):70-6.
23. Choe J-H, Kim H-Y, Lee J-M, Kim Y-J, Kim C-J. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. Meat science. 2013;93(4):849-54.
24. Senthil A, Ravi R, Bhat K, Seethalakshmi M. Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour. Food Quality and Preference. 2002;13(5):267-73.
25. Tamsen M, Shekarchizadeh H, Soltanizadeh N. Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. LWT. 2018;91:580-7.
26. Carvalho LT, Pires MA, Baldin JC, Munekata PES, de Carvalho FAL, Rodrigues I, et al. Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. Meat Science. 2019;147:53-9.
27. Ruiz-Capillas C, Triki M, Herrero AM, Rodriguez-Salas L, Jiménez-Colmenero F. Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. Meat Science. 2012;92(2):144-50.
28. Hunt M, Sørheim O, Slinde E. Color and heat denaturation of myoglobin forms in ground beef. Journal of Food Science. 1999;64(5):847-51.

Investigating Effects of Quinoa and Buckwheat Flours on Physicochemical and Textural Characteristics of Low-Meat Hamburgers

Bahmanyar F[1], Hosseini M[2], Hadian Z [3], Mirmoghtadaie L[4], Shojaee-Aliabadi S[5*]*

1- Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Assistant Prof., Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Assistant Prof, Dept. of Food Technology Research, Faculty of Nutrition and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*4- *Corresponding author: Assistant Prof., Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
Email: Mirmoghtadaie@sbmu.ac.ir

*5- *Corresponding author: Assistant Prof., Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran Email: s_shojaee@sbmu.ac.ir*

Received 5 Feb, 2020 **Accepted 14 May, 2020**

Background and Objectives: In recent years, consumers demands for ready meals such as hamburgers have increased due to changes in human lifestyle. In low-meat hamburgers, replacement of meat with soy protein can make problems such as dryness, brittleness, darkness and undesirable taste of hamburgers. Soy, often used in these products, is one of the most important allergic compounds that limits options of the allergic consumers. The aim of this study was to replace soy protein powder and bread crumbs with quinoa and buckwheat flours in low-meat hamburgers.

Materials & Methods: In this study, 30 g of each quinoa and buckwheat flour were used as soy protein and breadcrumb replacers in hamburgers with 30% meat. Chemical properties, emulsion stability, cooking properties, texture and color of low-meat hamburgers formulated with quinoa and buckwheat flours were compared with those of control sample.

Results: No significant differences ($p > 0.05$) were observed in cooking properties and water activity between the hamburgers formulated with quinoa and buckwheat flours and the control sample. Furthermore, L^* (lightness) was significantly higher and a^* (redness) lower in raw hamburgers formulated with quinoa. In control sample, emulsion stability and texture properties were significantly higher ($p < 0.05$).

Conclusion: Based on the results, this replacement may be appropriate in cooking properties, water activity and color for low-meat burgers.

Keywords: Hamburger, Quinoa flour, Buckwheat flour