تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۷/ شماره ٦٤/ بهار و تابستان ۱۳۹۷/ص ٤٠-۲۹

تأثیر افزودن آرد ماش و صمغ کتیرا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و شاخص‌های رنگ پوسته کیک اسفنجی کاکائویی فراسودمند

شهین زمردی [۱*]، مهسا کریمپور سهرقه [۲] و هما بهمدی [۳]

۱-استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران

۳-استادیار، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۶

چکیده

ماش یکی از بقولات باارزش و سرشار از فسفر، پتاسیم، پروتئین و ویتامین‌های B_1 و B_2 است که مزایای سلامتی بخش دارد. در پژوهش حاضر، اثر فرمولاسیون‌های مختلف با استفاده از آرد ماش در سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ درصد آرد گندم و صمغ کتیرا در دو سطح صفر و ۰/۵ درصد بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی فراسودمند بررسی‌شده است. ویژگی‌های کیک شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین، افت پخت، تقارن، حجم، شاخص‌های رنگ و ویژگی‌های حسی (رنگ، طعم و بافت) در قالب طرح کاملاً تصادفی ارزیابی شدند. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان می‌دهد با افزایش مقدار آرد ماش، مقدار رطوبت و شاخص a* کاهش و مقدار خاکستر و پروتئین و افت پخت افزایش‌یافته است. با افزایش صمغ کتیرا نیز مقدار رطوبت و خاکستر افزایش و افت پخت و شاخص‌های L* و b* کاهش پیداکرده است ($p<۰/۰۵$). شاخص حجم نمونه‌ها نیز در فرمولاسیون‌های حاوی صمغ کتیرا، افزایش پیداکرده است؛ اما شاخص حجم کیک با افزایش آرد ماش تا ۵ درصد، افزایش و با افزایش آرد ماش تا ۱۰ درصد به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته است ($p<۰/۰۵$). نتایج ارزیابی حسی نشان می‌دهد امتیاز رنگ و بافت، با افزایش صمغ کتیرا در نمونه‌های حاوی ۵ درصد آرد ماش افزایش اما در نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد آرد ماش کاهش‌یافته است ($p<۰/۰۵$). با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از ۵ درصد آرد ماش به همراه ۰/۵ درصد صمغ کتیرا در حضور ۰/۸۲ درصد امولژل در تولید کیک اسفنجی کاکائویی فراسودمند پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی حسی، بقولات، خواص کیفی، کیک فراسودمند

مقدمه

تحقیقات در خصوص غذاهای فراسودمند یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در صنایع غذایی است که اخیراً موردتوجه مجامع علمی جهان قرارگرفته است. غذاهای فراسودمند وسیله‌ای برای رساندن ترکیبات مفید به بدن در قالب رژیم غذایی هستند. مطالعات نشان می‌دهد که با گسترش تجارت این‌گونه مواد غذایی، تمایل مصرف‌کنندگان برای استفاده از آن‌ها در رژیم غذایی افزایش‌یافته است (Yaganeh, 2012). در این راستا، کیک یکی از محصولات غذایی پرمصرف به شمار می‌رود که با بهبود ارزش غذایی آن و تولید کیک فراسودمند می‌توان محصولی سالم‌تر به بازار عرضه کرد. در تطابق با این روند، مصرف‌کننده‌ها تمایل دارند مواد غذایی با مقدار پروتئین و فیبر بالا مصرف کنند. در این میان، آرد ماش می‌تواند موردتوجه

نگارنده مسئول: s.zomorodi@areeo.ac.ir

http://doi: 10.22092/fooder.2018.121253.1131

© 2018,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

قرار گیرد. ماش سبز با نام علمی *Vigna radiate* L. از خانواده Papilicnaceae، یکی از بقولات با ارزش و سرشار از فسفر، پتاسیم، پروتئین و ویتامین‌های B_1 و B_2 است. ماش از نظر منگنز و سلنیم که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند غنی است و خوردن آن موجب پیشگیری از بیماری‌های مزمن می‌شود. مقدار اسید فولیک ماش نیز بالا و برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی بسیار مفید است (Blessing & Gregory, 2010). ماش تقریباً تمام اسیدهای آمینه مهم و مورد نیاز را دارد، لوسین، آرژنین، ایزولوسین، لیسین و والین به مقدار زیاد و تریپتوفان، سیستین و متیونین به میزان محدود در پروتئین ماش یافت می‌شود (Ganjeali *et al*., 2008).

نورآزه و کوماتی (Noor Aziah & Komathi, 2012) گزارش دادند که افزودن آرد نخود و آرد ماش به آرد گندم در تهیه کوکی‌ها[1]، تغییری در خواص عملکردی آن ایجاد نمی‌کند اما مقدار پروتئین، نشاسته مقاوم، مقاومت در برابر شکستن و قابلیت پذیرش کلی کوکی‌ها را افزایش می‌دهد. با این حال، پس‌طعم لوبیایی در کوکی‌های حاوی آرد نخود و ماش احساس شده است. مقاوم بودن کوکی‌ها در برابر شکستن، ممکن است ناشی از بالا بودن پروتئین آرد حبوبات باشد که برای به‌دقت آوردن خمیر مناسب، نیاز به آب بیشتری دارند و کوکی‌های تهیه‌شده از خمیر با جذب آب بیشتر، سفتی بافت بالاتری خواهد داشت. کتیرا[2] هیدرو کلوئیدی باکیفیت مطلوب و یکی از افزودنی‌های مواد غذایی است (Weiping & Williams, 2000). کتیرا دارای عناصر معدنی نظیر کلسیم، پتاسیم و منیزیم و ترکیب پروتئینی آن دارای اسیدآمینه‌های هیدروکسی‌پرولین، هیستیدین، اسید آسپارتیک، آرژنین، پرولین، والین و سرین است (Pachuau *et al*., 2012). مصرف دائمی کتیرا موجب تعدیل قند خون در بیماران دیابتی می‌شود و تأثیر آن در بهبود زخم‌ها به اثبات رسیده است (Eastwood, 1984). صمغ کتیرا در صنایع غذایی به خصوص در فرآورده‌های صنایع پخت کاربرد گسترده‌ای دارد و از آن می‌توان به عنوان امولسیفایر، پایدارکننده و قوام دهنده این محصولات استفاده کرد (Verbeken *et al*., 2003). شکری (Shokri, 2004) از صمغ کتیرا به عنوان جایگزین چربی در کیک استفاده کرد و نشان داد که کتیرا بر افت وزن نهایی، یکنواختی، جرم مخصوص خمیر کیک و امتیاز طعم تأثیر معنی‌داری ندارد؛ اما چروکیدگی، شاخص حجم، تقارن کیک و امتیاز رنگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استفاده از کتیرا به دلیل افزایش جذب و نگهداری آب و درنتیجه بالا بردن رطوبت، ویژگی‌هایی مانند کاهش سفتی و به تأخیر انداختن بیاتی را به دنبال دارد، ازاین‌رو این صمغ می‌تواند یکی از ترکیبات ضدبیاتی در فرآورده‌های پخت به‌کاررفته شود. البته با وجود این ویژگی مثبت، تیره کردن رنگ پوسته و مغز نان از خصوصیات نامطلوب این صمغ است (Moayedi *et al*., 2013). از طرفی وینسون و همکاران (Vinson *et al*., 2006) کاهش سطح تری‌گلیسرید و LDL و افزایش HDL را در اثر مصرف شکلات تیره و کاکائو گزارش کرده‌اند. حاج محمدی و همکاران (Hajmohamadi *et al*., 2013) تأثیر افزودن صمغ کتیرا در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ درصد را بر خواص بافتی کیک اسفنجی بررسی کردند و نشان دادند که استفاده از صمغ کتیرا تا ۰/۴ درصد موجب ایجاد بافت نرم و کاهش نشانه‌های بیاتی در کیک می‌شود. این محققان می‌گویند استفاده از ۰/۴ درصد صمغ کتیرا در کیک اسفنجی، علاوه بر دارا بودن خواص دارویی و تغذیه‌ای متعدد، می‌تواند خواص بافتی کیک را بهبود و عمر ماندگاری این محصولات را افزایش دهد. بابایی و همکاران (Babaii *et al*., 2015) نیز تأثیر صمغ کتیرا را بر ویژگی‌های کیک اسفنجی ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که افزودن صمغ کتیرا منجر به افزایش حجم مخصوص و کاهش فعالیت آبی کیک می‌شود. این محققان کاربرد ۰/۵ درصد کتیرا را

1-Cookies
2-Tragacanth

در فرمولاسیون کیک اسفنجی پیشنهاد کردند. با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالای ماش، این تحقیق باهدف بررسی امکان تولید کیک کاکائویی فراسودمند با استفاده از آرد ماش و بهبود ویژگی‌های بافتی آن، با استفاده از صمغ کتیرا، اجرا شد. تأثیر فرمولاسیون بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و رنگی پوسته کیک اسفنجی کاکائویی فراسودمند نیز بررسی‌شده است.

مواد و روش‌ها

آرد سفید ممتاز با رطوبت ۱۰/۶۱ درصد، پروتئین ۸/۸۲ درصد، خاکستر ۰/۴۷ درصد و pH برابر ۶/۳۱ (از شرکت خوشه فارس، شیراز)، شکر، وانیل، بیکینگ‌پودر (سبزان از شهر صنعتی صفادشت، تهران)، شیر خشک بدون چربی (شرکت راماک، ایران)، روغن مایع لادن (از شرکت بهشهر، تهران)، تخم‌مرغ، پودر کاکائو و دانه ماش سبز از فروشگاه‌های سطح شهر تبریز تهیه شد. شربت اینورت از شرکت آرین گلوکز، امولژل ۳۰۴ گلدن (امولسیفایر هیدراته از شرکت فرآورده‌های غذایی آذرنوش شکوفه، تهران)، صمغ کتیرا (از شرکت درسا سبز) و مواد شیمیایی ساخت شرکت مرک آلمان بود.

دانه ماش سبز پس از بوجاری، با آسیاب خانگی (ناسیونال ساخت ایران) پودر و از الک با مش ۴۷۵ میکرون عبور داده شد. در جدول (۱) فرمول تهیه کیک اسفنجی برای نمونه شاهد ارائه شده است. سایر نمونه‌ها بر طبق فرمولاسیون ارائه شده در جدول‌های (۱) و (۲) در آزمایشگاه بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی تهیه شدند. به‌این‌ترتیب که ابتدا تخم‌مرغ و شکر به مدت ۵ دقیقه در همزن کاسه‌ای (مدل GR-901 گرند ساخت کشور چین) با سرعت بالا مخلوط شد. روغن، آب، امولژل، صمغ کتیرا (بسته به نوع تیمار)، قند اینورت و سایر ترکیبات خشک (به‌جز آرد و بیکینگ‌پودر) اضافه و به مدت ۵ دقیقه با سرعت‌بالا هم‌رده شد. در آخرین مرحله، بیکینگ پودر و مقدار لازم آرد گندم و آرد ماش، بسته به نوع تیمار، اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت‌پایین همزن مخلوط شد. یادآوری می‌شود به دلیل بالا بودن پروتئین، در تیمارهای حاوی آرد ماش، برای تنظیم قوام خمیر، نیاز به آب بیشتری بود و ازاین‌رو مقدار آب بیشتری به تیمارهای حاوی آرد ماش اضافه شد (Noor Aziah & Komathi, 2012).

جدول ۱- فرمول تهیه خمیر کیک اسفنجی شاهد

ترکیبات	مقادیر (درصد)
آرد نول	۳۲/۹
روغن مایع	۳/۹۶
شکر	۲۲/۰۴
تخم‌مرغ	۲۳/۷
آب	۹/۸۸
شیر خشک	۱/۷۸
بیکینگ‌پودر	۰/۵
وانیل	۰/۰۲
شربت اینورت	۳/۷
امولژل	۱/۳۲
پودر کاکائو	۰/۲

در فرمولاسیون‌های حاوی صمغ کتیرا نیز به دلیل خاصیت هیدرو کلوئیدی صمغ، از مقدار امولژل مصرفی کاسته شد. از خمیر تهیه شده به اندازه ۱۵۰ گرم در هر قالب استیل حاوی کاغذ روغنی ریخته شد. قالب‌ها درون آون (ممرت ساخت کشور آلمان) با دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شدند. بعد از اتمام زمان پخت، قالب‌های حاوی کیک به مدت ۴۵-۴۰ دقیقه در دمای محیط قرار داده شدند تا خنک شوند و از تعریق نمونه در بسته جلوگیری شود (Bitaghsir *et al.*, 2014). کیک‌ها در پوشش‌های پلی‌اتیلنی و با درزبندی بسته‌بندی شدند. در این تحقیق، شش فرمولاسیون به شرح جدول (۲) تهیه شد. نمونه‌های کیک پس از ۷ روز نگهداری در دمای یخچال ارزیابی شدند.

خمیر کیک وزن شد و نمونه‌های کیک مربوط نیز پس از پخت و سرد شدن وزن شدند و افت پخت کیک محاسبه گردید (Phimolsiripol *et al.*, 2008).

جدول ۲- کدگذاری فرمولاسیون‌های کیک

کد فرمولاسیون	آرد ماش (درصد)	کتیرا (درصد)	آرد گندم (درصد)	امولژل (درصد)	آب (درصد)
۱ (شاهد)	۰	۰	۳۲/۹	۱/۳۲	۹/۸۸
۲	۰	۰/۵	۳۲/۹	۰/۸۲	۹/۸۸
۳	۵	۰	۲۷/۹	۱/۳۲	۱۰/۸۷
۴	۵	۰/۵	۲۷/۹	۰/۸۲	۱۰/۸۷
۵	۱۰	۰	۲۲/۹	۱/۳۲	۱۱/۸۶
۶	۱۰	۰/۵	۲۲/۹	۰/۸۲	۱۱/۸۶

تقارن و یکنواختی کیک با تعیین اختلاف بین ارتفاع اندازه‌گیری شده در دو لبه کیک به‌دست آمد. حجم کیک نیز با استفاده از روش جابه‌جایی دانه کلز[1] تعیین شد (AACC, 2000). رطوبت آرد ماش و کیک با خشک‌کردن در آون (ممرت، ساخت کشور آلمان) با دمای ۲±۱۰۳ درجه سلسیوس و خاکستر آن‌ها با سوزاندن در کوره الکتریکی (ایران خودساز، ساخت کشور ایران) تا ایجاد خاکستر روشن به دست آمد؛ پروتئین به روش کلدال تعیین شد (ISIRI, 2016). رنگ پوسته نمونه‌های کیک با تعیین شاخص‌های رنگ‌سنجی شامل *b (نشان‌دهنده طیف رنگی آبی تا زرد)، *a (نشان‌دهنده طیف رنگی سبز تا قرمز) و *L (نشان‌دهنده طیف سیاه تا سفید) با استفاده از روش رنگ‌سنجی دیجیتالی با دوربین المپیوس ۱۲ مگاپیکسل و نرم‌افزار Image J ارزیابی شد (Naghipour *et al.*, 2013) ویژگی‌های حسی کیک را ۱۵ نفر ارزیاب آموزش‌دیده در یک اتاق مجزا دور از صدا و با نور کافی ارزیابی کردند. از هر تیمار ۱۵ نمونه یکسان (قطعاتی به ابعاد ۵×۵×۳ سانتی‌متر) تهیه و همراه با فرم ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای برای بررسی ویژگی‌های کیفی رنگ پوسته، طعم و بافت به داوران داده شد که امتیاز ۵ برای کیفیت مطلوب و بسیار خوب و امتیاز ۱ برای کیفیت نامطلوب و بسیار بد اختصاص داده شد. داوران برای شستشوی دهان خود در بین ارزیابی نمونه‌ها، از آب استفاده کردند (AACC, 2000).

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی دنبال شد. فرمولاسیون‌های مختلف با تجزیه‌وتحلیل واریانس یک‌طرفه[2] در سطح اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار Minitab مقایسه شدند. میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و آزمون تعقیبی توکی در سطح

1-Seed displacement

2- One way ANOVA

اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شدند. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار اجرا شدند.

نتایج و بحث

ویژگی‌های آرد ماش مورداستفاده عبارت بود از رطوبت ۷/۴۸ درصد، پروتئین ۲۱/۶۸ درصد و خاکستر ۳/۲۸ درصد. خسروی و همکاران (Khosravi *et al.*, 2013) نیز رطوبت آرد ماش را حدود ۸/۶۴ درصد گزارش کردند و نشان دادند که درصد رطوبت آرد ماش از درصد رطوبت آرد لوبیا (۷/۳۴ درصد)، آرد باقلا (۷/۲۳ درصد) و آرد نخود (۵/۶۷ درصد) بیشتر است.

اثر فرمولاسیون بر افت پخت، تقارن و حجم کیک

با توجه به نتایج تجزیه آماری داده‌ها، اثر فرمولاسیون بر افت پخت و حجم کیک معنی‌دار است ($p<0/05$). ولی هیچ‌یک از فرمولاسیون‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان تقارن ندارد ($p>0/05$). همان‌طوری که از جدول (۳) مشخص است افت پخت با افزایش آرد ماش و صمغ کتیرا به ترتیب افزایش و کاهش‌یافته است ($p<0/05$). شاخص حجم نمونه‌های کیک، با کاربرد صمغ کتیرا در فرمولاسیون، افزایش پیداکرده‌است. حجم کیک با افزایش آرد ماش تا ۵ درصد، افزایش اما بیش از ۵ درصد (تا ۱۰ درصد) به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته است.

جدول ۳- مقایسه میانگین و خطای استاندارد اثر فرمولاسیون بر تقارن، افت پخت و حجم کیک

کد فرمولاسیون	تقارن (سانتی‌متر)	افت پخت (درصد)	حجم (سانتی‌مترمکعب)
۱ (شاهد)	۰/۰۵^{a}	۶/۲۸^{b}	۸۲/۲۸^{b}
	۰/۱۰^{a}	۵/۹۵^{c}	۸۴/۹۵^{a}
۲	۰/۰۴^{a}	۶/۶۲^{b}	۸۳/۹۲^{a}
۳	۰/۰۷^{a}	۶/۰۹^{c}	۸۵/۱۹^{a}
۴	۰/۱۲^{a}	۷/۱۰^{a}	۷۸/۱۰^{c}
۵	۰/۰۷^{a}	۶/۱۳^{c}	۸۱/۱۳^{b}
خطای استاندارد میانگین	۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۶۸

اعداد حداقل با یک حرف مشابه در هر ستون، از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p<0/05$).

اثر فرمولاسیون بر رطوبت، خاکستر و پروتئین کیک

نتایج مقایسه میانگین و خطای استاندارد اثر فرمولاسیون‌های مختلف بر مقدار رطوبت، خاکستر و پروتئین نمونه‌های کیک در جدول (۴) آورده شده است. با توجه به جدول (۴)، با افزایش مقدار آرد ماش مقدار رطوبت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش و خاکستر و پروتئین افزایش‌یافته است اما با اضافه شدن صمغ کتیرا مقدار رطوبت و خاکستر افزایش پیداکرده است ($p<0/05$). بیشترین مقدار رطوبت در نمونه شاهد (بدون آرد ماش و دارای صمغ کتیرا) و کمترین در نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد ماش بدون صمغ کتیرا دیده می‌شود.

اثر تیمارها بر شاخص‌های رنگ پوسته کیک

کاربرد فرمولاسیون‌های مختلف بر شاخص‌های رنگ تأثیر معنی‌دار دارد ($p<0/05$). با افزایش آرد ماش، شاخص a^* کاهش و با کاربرد صمغ کتیرا شاخص‌های L^* و b^* کاهش پیداکرده است.

جدول ٤- مقایسه میانگین و خطای استاندارد اثر فرمولاسیون بر مقدار رطوبت، خاکستر و پروتئین کیک

کد فرمولاسیون	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)
۱ (شاهد)	۲۱/۴۴^{b}	۰/۹۸^{d}	۷/۶۵^{c}
	۲۳/۲۷^{a}	۱/۰۶^{c}	۷/۳۸^{c}
۲	۱۹/۵۳^{d}	۱/۰۸^{c}	۸/۱۱^{b}
۳	۲۰/۸۶^{c}	۱/۱۲^{bc}	۷/۹۸^{b}
۴	۱۸/۳۱^{e}	۱/۲۲^{b}	۸/۸۶^{a}
۵	۱۹/۸۵^{d}	۱/۵۹^{a}	۸/۶۸^{a}
خطای استاندارد میانگین	۰/۴۶۹	۰/۰۶۸	۰/۱۵

اعداد حداقل با یک حرف مشابه در هر ستون، از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p<۰/۰۵$).

جدول ٥- مقایسه میانگین و خطای استاندارد اثر فرمولاسیون بر شاخص‌های رنگ پوستهٔ کیک

کد فرمولاسیون	L*	a*	b*
۱ (شاهد)	۸۱/۰۴ ^{a}	۱۸/۹۴^{a}	۲۶/۶۷^{ab}
	۷۸/۱۸^{c}	۱۷/۹۹^{ab}	۲۷/۹۴^{a}
۲	۸۱/۹۲ ^{a}	۱۶/۹۱^{b}	۲۷/۰۹^{a}
۳	۷۹/۷۶^{ab}	۱۷/۸۳^{b}	۲۳/۴۲^{b}
۴	۸۲/۲۸^{a}	۱۴/۸۹^{c}	۲۷/۰۱^{a}
۵	۸۰/۱۴ ^{ab}	۱۵/۸۱^{c}	۲۴/۹۵^{b}
خطای استاندارد میانگین	۱/۲۸۵	۲/۶۱	۲/۶۸

اعداد حداقل با یک حرف مشابه در هر ستون، از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p<۰/۰۵$).

جدول ٦- مقایسه میانگین و خطای استاندارد اثر فرمولاسیون بر امتیاز حسی کیک

آرد ماش (درصد)	کتیرا (درصد)	رنگ	بافت	طعم
۰	۰	۳/۴۴^{b}	۲/۵^{c}	۳/۱۱^{b}
	۰/۵	۴/۶۷^{a}	۴/۳۳^{a}	۴/۲۲^{a}
۵	۰	۳/۳۳^{b}	۲/۷۸^{c}	۳/۳۳^{b}
	۰/۵	۴/۳۳^{a}	۴/۲۲^{a}	۳/۴۴^{ab}
۱۰	۰	۳/۰۰^{b}	۳/۲۰^{bc}	۳/۱۱^{b}
	۰/۵	۳/۵۵^{b}	۳/۵^{b}	۳/۸۹^{a}
خطای استاندارد میانگین	-	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۹

اعداد حداقل با یک حرف مشابه در هر ستون، از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p<۰/۰۵$).

ارزیابی حسی

کاربرد مقادیر مختلف آرد ماش و صمغ کتیرا در فرمولاسیون کیک بر امتیاز خواص حسی (رنگ، طعم و بافت) تأثیر معنی‌داری داشته است. از جدول ۶ مشخص است که با افزایش صمغ کتیرا امتیاز رنگ، بافت و طعم افزایش معنی‌دار داشته است ($p<۰/۰۵$). افزایش مقدار آرد ماش در فرمولاسیون تا سطح ۵ درصد (فرمولاسیون‌های ۳ و ۴) در حضور صفر یا ۰/۵ درصد کتیرا بر ویژگی‌های حسی کیک اثر نامطلوبی ندارد. افزایش مقدار آرد ماش به ۱۰ درصد (فرمولاسیون‌های ۵ و ۶) باعث کاهش معنی‌دار امتیاز رنگ و بافت نمونه‌ها شده است. در فرمول‌های حاوی صمغ کتیرا (فرمولاسیون‌های ۲، ۴ و ۶)، در مقایسه با فرمول‌های فاقد صمغ کتیرا (فرمولاسیون‌های ۱، ۳ و ۵)، امتیاز طعم افزایش معنی‌داری دارد ($p<۰/۰۵$).

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، افت پخت نمونه‌های کیک در اثر افزایش میزان صمغ کتیرا در فرمولاسیون، به علت قدرت بالای صمغ کتیرا در جذب و نگهداری آب در حین فرآیند پخت، کاهش‌یافته اما با افزودن آرد ماش، به دلیل کاهش رطوبت کیک، افزایش پیداکرده است.

دلیل افزایش شاخص حجم با افزایش صمغ کتیرا، نیز ایجاد ویسکوزیتهٔ بیشتر توسط صمغ کتیرا و به دام انداختن مقدار بیشتری حباب گاز تولیدشده در کیک است که درنتیجه حجم کیک نیز افزایش‌یافته است. صمغ‌ها، از طریق ظرفیت اتصال بالا و ایجاد پیوند با آب، سبب ایجاد ویسکوزیته بالاتری در خمیر می‌شوند (Collar *et al.*, 1999). تحقیقات راسل و همکاران (Rosell *et al.*, 2001) و گواردا و همکاران (Guarda *et al.*, 2004) نشان می‌دهد با افزودن صمغ به خمیر نان، حجم نان نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد؛ نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققان گفته‌شده در بالا همخوانی دارد. با افزایش آرد ماش تا ۵ درصد، حجم نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد (بدون آرد ماش) تغییر معنی‌داری پیدا نمی‌کند، اما با افزایش بیشتر آرد ماش (تا ۱۰ درصد) شاخص حجم به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. دلیل کاهش شاخص حجم، در اثر افزایش آرد ماش، می‌تواند ناشی از بالا بودن پروتئین آرد ماش باشد که برای به دست آوردن خمیر مناسب، نیاز به آب بیشتری دارد و کیک تهیه‌شده از این نوع خمیر، دارای سفتی بافت بیشتری است و ازاین‌رو منجر به کاهش حجم نمونه‌ها می‌شود (Noor Aziah & Komathi, 2012).

با افزایش آرد ماش، رطوبت کیک کاهش اما خاکستر و پروتئین آن افزایش‌یافته است. کاهش رطوبت کیک در اثر افزایش آرد ماش نیز می‌تواند به دلیل کم بودن رطوبت آرد ماش، در مقایسه با آرد نول، باشد. از طرفی، مقدار خاکستر و پروتئین آرد ماش به ترتیب ۳/۲۷ و ۲۱/۶۸ درصد اما در آرد سفید به ترتیب ۰/۴۷ و ۸/۸۲ درصد است و بنابراین افزایش مقدار خاکستر و پروتئین در اثر افزایش مقدار آرد ماش در کیک دور از انتظار نیست. ماش یکی از حبوبات غنی از مواد معدنی و سرشار از فسفر، پتاسیم، منگنز و سلنیم است (Ganjeali *et al.*, 2008). نورآزه و همکاران (Noor Aziah & Komathi, 2012) نیز گزارش دادند که افزودن آرد نخود و آرد ماش به آرد گندم موجود در فرمولاسیون کوکی، موجب افزایش مقدار پروتئین، نشاسته مقاوم و قابلیت پذیرش کلی محصول نهایی شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. خسروی و همکاران (Khosravi *et al.*, 2013) پروتئین آرد ماش را حدود ۳۰/۴۶ درصد و رطوبت آن را حدود ۸/۶۴ درصد گزارش داده‌اند.

مؤیدی و همکاران (Moayedi *et al.*, 2013) نیز گزارش کرده‌اند که با افزایش صمغ کتیرا به فرمول نان، میزان خاکستر نمونه‌ها به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد؛ این محققان نتیجه گرفته‌اند که مواد معدنی صمغ کتیرا بیشتر است. این نتیجه‌گیری با نتایج این تحقیق همخوانی دارد که نشان داده است با افزایش کتیرا مقدار خاکستر کیک

افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، کاربرد آرد ماش و کتیرا در تهیه کیک، به بهبود ارزش تغذیه‌ای کیک تولیدی انجامیده است. از طرفی، پروتئین‌های گیاهی به‌عنوان ترکیبات فراسودمند برای بهبود پایداری و بافت محصولات و همچنین بهبود ارزش تغذیه‌ای آن‌ها استفاده می‌شود. خواص کاربردی آرد حبوبات ارتباط مستقیم با پروتئین موجود در آن‌ها دارد. یکی از مهم‌ترین خواص کاربردی حبوبات، انحلال‌پذیری پروتئین آن‌ها در شرایط مختلف است زیرا این خاصیت به‌طور چشمگیر ویژگی‌های دیگر نظیر خاصیت امولسیون کنندگی، کف‌زدایی و تشکیل ژل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Moure *et al*., 2009).

با افزایش صمغ کتیرا، رطوبت کیک نیز افزایش می‌یابد زیرا صمغ کتیرا قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالایی دارد. این ویژگی می‌تواند دلیل عمده افزایش معنی‌دار رطوبت کیک با افزایش میزان صمغ کتیرا در فرمولاسیون محصول نهایی باشد (Glicman, 1969).

گاردا و همکاران (Guarda *et al*., 2004) دریافتند که افزودن صمغ گزانتان به نان، موجب افزایش رطوبت می‌شود. ایوبی و همکاران (Ayoubi *et al*., 2010) در بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی نتایجی مشابه گزارش کرده‌اند. راسل و همکاران (Rosell *et al*., 2001) می‌گویند افزودن صمغ کتیرا به خمیر، پایداری خمیر را در فرایند تخمیر بهبود می‌دهد و حجم مخصوص و فعالیت آبی افزایش می‌یابد و رطوبت نان بهتر حفظ می‌شود.

نتایج حاصل از تحقیقات رومانچیک و همکاران (Romanchik *et al*., 2002) نیز نشان می‌دهد استفاده از صمغ اکارا[1] به‌عنوان جایگزین مارگارین و زردهٔ تخم‌مرغ در نوعی کلوچهٔ شکلاتی، ضمن حفظ خواص حسی، رطوبت کلوچه‌ها را بلافاصله بعد از پخت و دو روز پس از آن، نسبت به شاهد، افزایش خواهد داد.

حاج‌محمدی و همکاران (Hajmohammadi *et al*., 2014) گزارش کردند که استفاده از کتیرا در سطح ۰/۴ درصد، از مهاجرت رطوبت و انتقال آن به رشته‌های نشاسته و کریستاله شدن آن‌ها در محصول جلوگیری کرده است؛ اما در نسبت‌های بالاتر (۰/۶ و ۰/۸ درصد)، سختی بافت بالاتر از سختی بافت نمونه شاهد شده است که دلیل آن ایجاد ویسکوزیته بالا در خمیر، ایجاد شبکه گلوتنی قوی و درنتیجه ایجاد بافت سفت‌تر در کیک است.

گمز و همکاران (Gomez *et al*., 2007) نیز نتایجی مشابه گزارش کرده‌اند. نتایج این تحقیقات با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همخوانی دارد که نشان داد افزایش کتیرا موجب حفظ رطوبت کیک اسفنجی می‌شود. مقدار کل پرتوهای برگشت داده شده با شاخص L* (Lightness) مشخص می‌شود که L* شاخص روشنی ماده غذایی است. افزایش در مقدار نورهای برگشتی موجب افزایش در سفیدی نمونه‌ها خواهد شد. دامنه L* از صفر تا ۱۰۰ است. پارامترهای a* (از سبز تا قرمز) و b* (از آبی تا زرد) اجزای رنگی هستند که مرز دامنه آن‌ها نامحدود ولی در اغلب مقالات محدوده آن‌ها بین ۱۲۰ تا ۱۲۰- ذکرشده است (Mendozaa *et al*., 2006). کاهش شاخص a* در اثر افزایش آرد ماش به این دلیل است که در این تحقیق از ماش سبز استفاده‌شده و ازاین‌رو طیف رنگی سبز را افزایش داده است. همگام با افزودن صمغ کتیرا، از میزان روشنایی پوسته کیک به‌طور معنی‌دار کاسته و رنگ کیک‌ها تیره شده است. کتیرا به دلیل داشتن قندهای احیاکننده در ساختار خود سبب تشدید واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد و تیره شدن رنگ کیک می‌گردد (Moayedi *et al*., 2013). این محققان در تحقیقات خود درباره نان به نتایجی مشابه دست یافتند و مشاهده کردند افزودن کتیرا رنگ پوسته نان را در مقایسه با نمونه شاهد تیره می‌کند.

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد با افزایش صمغ کتیرا در فرمولاسیون امتیاز رنگ، بافت و طعم افزایش

1- Okara gum

می‌یابد (p<۰/۰۵). کاربرد هم‌زمان آرد ماش و کتیرا در فرمولاسیون موجب افزایش معنی‌دار امتیاز طعم می‌شود (p<۰/۰۵). دلیل افزایش امتیاز رنگ و طعم در اثر افزایش صمغ کتیرا، قهوه‌ای شدن پوسته کیک و ایجاد مواد معطر در اثر تشدید واکنش‌های میلارد است که در کیک این واکنش مطلوب است. در همین زمینه حاج‌محمدی و همکاران (Hajmohammadi *et al*., 2014) نیز گزارش داده‌اند که با افزایش میزان صمغ کتیرا تا ۰/۴ درصد، پذیرش کیک ازلحاظ رنگ، بافت و طعم به‌طور معنی‌داری افزایش اما با افزایش بیشتر آن تا ۰/۸ درصد، نسبت به نمونهٔ شاهد، کاهش می‌یابد. در بررسی حاضر نیز میزان کاربرد صمغ کتیرا ۰/۵ درصد بوده است. نتایج بررسی‌های این محققان، نتایج به‌دست‌آمده از بررسی حاضر را تأیید می‌کند. از طرفی، کاهش امتیاز ارزیابی حسی در افزایش آرد ماش به مقدار ۱۰ درصد را نیز می‌توان به تیره شدن رنگ پوسته کیک در اثر رنگ‌دانه‌های موجود در آرد ماش نسبت داد.

دلیل افزایش امتیاز بافت در اثر صمغ کتیرا نیز مربوط به افزایش رطوبت نمونه‌هاست که این صمغ عامل آن تلقی می‌شود. رطوبت عاملی بسیار اثرگذار بر میزان سفتی و فشردگی بافت محصولات صنایع پخت است، رطوبت مانند پلاستیسایزر عمل می‌کند و موجب نرم شدن بافت می‌شود (Peyghambardoust, 2010). همان‌طور که در نتایج آزمون رطوبت مشاهده شد این صمغ با نگهداری رطوبت در بافت کیک و جلوگیری از مهاجرت رطوبت و انتقال آن به رشته‌های نشاسته و کریستاله شدن آن‌ها، بیاتی و سفت شدن کیک را به تعویق می‌اندازد. حاج محمدی و همکاران (Hajmohammadi *et al*., 2014) و گومز و همکاران (Gomez *et al*., 2007) نیز گزارش کرده‌اند که دلیل مؤثر بودن هیدروکلوئیدها در نرمی بافت کیک، نگهداری رطوبت در بافت است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. بینیچ (Benech, 2007) نیز دلیل پذیرش بیشتر نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا را به ویژگی صمغ‌ها در نگهداری عطر، طعم و رطوبت بافت و درنتیجه نرمی و ایجاد احساس خامه مانند در دهان نسبت داده‌است. نتایجی مشابه را نیز سومیا و همکاران (Sowmya *et al*., 2009) گزارش داده‌اند.

نتایج حاصل از تحقیقات رومانچیک و همکاران (Romanchik *et al*., 2002) نیز نشان می‌دهد کاربرد صمغ اکارا به‌عنوان جایگزین مارگارین و زرده تخم‌مرغ در نوعی کلوچه شکلاتی، ضمن حفظ خواص حسی، رطوبت کلوچه‌ها را بلافاصله بعد از پخت و دو روز پس‌ازآن، نسبت به نمونه شاهد افزایش داده است. مؤیدی و همکاران (Moayedi *et al*., 2013) نیز گزارش کرده‌اند که افزودن صمغ کتیرا و افزایش سطوح آن باعث کاهش بیاتی، در مقایسه با نان شاهد، شده است به‌طوری‌که بیشترین بیاتی در نان شاهد و کمترین آن در نمونه حاوی ۲ درصد کتیرا دیده‌شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که افت پخت با افزایش مقدار آرد ماش و صمغ کتیرا در فرمولاسیون ماش به‌این‌ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد (p<۰/۰۵).

افزایش آرد از طریق افزایش پروتئین و خاکستر و افزودن کتیرا از طریق افزایش مواد معدنی، ارزش تغذیه‌ای کیک اسفنجی را بالا می‌برد. رطوبت نیز با افزایش آرد ماش، کاهش اما با افزایش صمغ کتیرا افزایش می‌یابد (p<۰/۰۵). با افزایش آرد ماش، شاخص a* و با افزایش صمغ کتیرا شاخص L* و b*کاهش پیدا می‌کند. تأثیر متقابل کتیرا و آرد ماش تا ۵ درصد موجب افزایش امتیاز رنگ و بافت نمونه‌های کیک اما تا ۱۰ درصد موجب کاهش امتیاز رنگ و بافت نمونه‌های کیک شده است. تأثیر متقابل کتیرا و آرد ماش امتیاز طعم نمونه‌ها را به شکلی معنی‌دار بالابرده است (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج این تحقیق کاربرد ۵ درصد آرد ماش به همراه ۰/۵ درصد

صمغ کتیرا در حضور ۰/۸۲ درصد امولژل در تولید کیک اسفنجی کاکائویی فراسودمند پیشنهاد می‌گردد.

مراجع

AACC. 2000. Approved methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN.

Ayoubi, A., Habibi Najafi, M. B. and Karimi, M. 2010. Effect of whey protein concentrate, guar and xanthan gums on the quality and physicochemical properties of muffin cake. Food Science and Technology. 8(29): 33-46. (in Persian)

Babaii, S., Tamooshi Didaban, S. and Berenji, S. 2015. Evaluation of physicochemical and microbial properties of sponge cake enriched with mint sweat and tragacanth gum wheat during storage. 23rd National Congress of Food and Science of Iran. 14-15 Oct. Ghouchan, Iran.

Benech, A. 2007. Water Binders for Better Body. Improving texture and stability with natural hydrocolloids. Food & Beverage Asia. 32-35.

Bitaghsir, M., Kadivar, M. and Shahedi, M. 2014. Investigation of the possibility of producing low-calorie cake containing flaxseed mucilage as fat replacer. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 9 (3): 73-82. (in Persian)

Blessing, I.A. and Gregory, I.O. 2010. Effect of processing on the proximate composition of the dehulled and undehulled mung bean (*Vigna radiata* (L.) *Wilczek*) flours. Pakistan Journal of Nutrition. 9(10): 1006-1016.

Collar, C., Andreu, P., Martinez, J.C. and Armero, E. 1999. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. Food Hydrocolloid. 13(6):467-475.

Eastwood, M.A. 1984. The effects of dietary gum tragacanth in man. Toxicology Letters. 21(1): 73-81.

Ganjeali, A., Parsa, M. and Sabaghpour, S. 2008. Farming and Agrosystems of Pulses in Pulses. Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. p 500. (in Persian)

Glicman, M. 1969. Gum Technology in the Food Industry. Academic Press New York and London.

Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids. 21(2): 167-173.

Guarda, A., Rossel, C.M., Benedito, C. and Galotto, M. J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids. 18(2): 241-247.

Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslami, M. and Molavi, H. 2014. Evaluation effect of tragacanth gum on quality properties of sponge cake. JFST. 11 (42): 1-8. (in Persian)

Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslamy, M. and Molavi, H. 2013. Effect of tragacanth gum on texture and staling of commercial sponge cake. Journal of Herbal Drugs. 4(1): 39-42.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2016a. Cereals and pulses– determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – Kjeldahl method. ISIRI no 19052. 2nd revision, Karaj: ISIRI. (in Persian)

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2016b. Biscuit- Specifications and test methods. ISIRI no 2863. 2rd revision, Karaj: ISIRI. (in Persian)

Khosravi, Y., Karamat, J., Hosseini, A., Kashavar, A. and Mahmoudi, A. 2013. Functional properties of Iranian legume flour. Food Technology & Nutrition. 10 (4): 73-80. (in Persian)

Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. Department of Agriculture Publication. 1284, 27-30.

Mendozaa, F., Dejmekb, P. and Aguilera, A. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis, Journal of Postharvest and Biology and Technology. 41(3): 285-295.

Moayedi, S., Sadeghi- Mahoonak, A., Azizi, M.H. and Maghsoudlou, Y. 2013. Effect of different levels of gum tragacanth on bread quality. Journal Food Science and Technology. 10 (38): 103-112. (in Persian)

Moure, A., Sineuro, J., Dominguez, H. and Parajo, J. C. 2006. Functionality of oilseed protein products: A review. Journal Food Research International. 39, 945-963.

Naghipour F, Mazaheri Tehrani M, Sahraiyan B, Sheikholeslami Z, Soleimani M. 2013. Replacing eggs with soy flour and mixing with wheat flour with wheat germ for oil cake production. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 8 (2):211-220

Noor Aziah, A. A. and Komathi, C. A. 2009. Acceptability attributes of crackers made from different types of composite flour. International Food Research Journal. 16, 479-482.

Pachuau, L., Lalhlenmawia, H. and Mazumder, B. 2012. Charcteristics and composition of Albizia procera Rox b Benth gum. Industrial Crops and Products. 40, 90-95.

Peyghambardoust, S. H. 2010. Cereal products technology. Volum 2. Tabriz University of Medical Science. 250p.

Phimolsiripol, Y., Siripatrawan, U., Tulyathan, V. and Cleland, D. J. 2008. Effects of freezing and temperature fluctuation during frozen storage on frozen dough and bread quality. Journal of Food Engineering. 84(1): 48-56.

Romanchik, J., Tilm, N. and Balaree, K.A. 2002. Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar cookies prepared with okra gum as a fat ingredient substitute. Journal of the American Dietetic Association. 102(9): 1301-1303.

Rosell, C.M., Rojas, J.A. and de Barber, C.B. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids. 15(1): 75-81.

Shokri Busjin, Z. 2004. Evaluation of relationship between structure, operational and rheological properties of tragacanth gum and comparison with Arabic gum and it's utilization in a cake. Isfahan: University of Technology, M. C. Faculty of Agriculture. (in Persian)

Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D. 2009. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. Food Hydrocolloids. 23(7): 1827-1836.

Verbeken, D., Dierckx, S. and Dewettinck, K. 2003. Exudata gums: occurrence, production, and applications. Applied Microbiology and Biotechnology. 63(1): 10-21.

Vinson, J.A., Proch, J., Bose, P., Muchler, S., Taffera, P. and Shuta, D. 2006. Chocolate is a powerful ex vivo and in vivo antioxidant, an antiatherosclerotic agent in an animal model, and a significant contributor to antioxidants in the European and American Diets. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54(21): 8071-8076.

Weiping, W. and Williams, A. B. 2000. Tragacanth P A. In: Phillips, Hand book of hydrocolloids. Cambridge: Wood head publishing Ltd. 231-246.

Yaganeh Azad, S. 2012. The study on Effects of different ratios of soy flour as a fat replacement and milling time on textural, rheological and sensory properties of milk chocolate. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 7 (4): 255-262.

Food Engineering Research/Vol.17/No.64/Spring and Summer 2018/P:29-40

Effect of Mung Bean Flour and Tragacanth Gum on Physicochemical Properties and Shell Color indexes of the Cacao Sponge Cake

S. Zomorodi*, M. Karimpour Sohragheh and H. Behmadi

*Corresponding author: Department of Engineering Research, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran.
Email: s.zomorodi@areeo.ac.ir
Received: 31 March 2018, Accepted: 28 July 2018

Mung bean is one of the most valuable legumes that is rich in phosphorus, potassium, protein and vitamins B_1 and B_2 and has health benefits. In this study, the effect of mung bean flour in three levels of 0, 5 and 10% of wheat flour and tragacanth gum in two levels of 0 and 0.5% of emulgel on the physicochemical and sensory properties of functional cake were evaluated. The characteristics of cake such as moisture, ash, protein, cooking loss, symmetry, volume, color indexes and sensory evaluation were determined. The results of statistical analysis of the data showed that by increasing the mung bean flour, the moisture content and the a* index decreased, but the ash content, protein, and cooking loss increased. Also, with increasing tragacanth gum, the moisture and ash content increased while cooking loss, the L* and b* indices decreased ($p<0.05$). The volume index of samples also increased with the increasing of tragacanth gum. Also the volume index of cake increased with increasing of mung bean flour to 5%, and then with the increasing of mung bean flour to 10%, decreased significantly ($p<0.05$). According to the results of sensory evaluation, color and texture score increased with increasing tragacanth gum in samples containing 5% of mung bean flour, but decreased in samples containing 10% of mung bean flour ($p> 0.05$). According to the results of this study, the use of 5% mung bean flour with 0.5% tragacanth gum for the production of functional sponge cake is recommended.

Keywords: Formulation, Legume, Qualitative properties, Sensory evaluation