بررسی ویژگی‌های خمیر و خصوصیات کیک اسفنجی حاوی ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان

فخرالدین صالحی[1*]، سمیرا امین اخلاص[2]، فاطمه سوری[2]

۱- استادیار گروه مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲- دانشجوی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۲۰)

چکیده

در این مطالعه ابتدا خمیر کیک اسفنجی حاوی درصدهای مختلف پودر ایزوله پروتئینی سویا (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و صمغ دانه ریحان (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) تهیه و رفتار جریانی آن‌ها بررسی شد. گرانروی خمیر با استفاده از ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (DV2T, USA)، خصوصیات فیزیکوشیمیایی (وزن، رطوبت، حجم و دانسیته) به روش‌های استاندارد، رنگ مغز کیک به روش پردازش تصویر و ارزیابی حسی به روش هدونیک ۹ نقطه‌ای، اندازه‌گیری شدند. با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان در فرمولاسیون کیک اسفنجی، گرانروی خمیر افزایش یافت. خمیر کیک‌های اسفنجی جزء سیال‌های غیر نیوتنی و از نوع وابسته به برش (سودوپلاستیک) و وابسته به زمان (تیکسوتروپیک) بودند. با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا از ۱۰ به ۳۰ درصد، گرانروی خمیر کیک اسفنجی در سرعت برشی برابر $20 s^{-1}$ از ٤٣/٤ تا ۷۰/۸ پاسکال ثانیه افزایش یافت ($P<0.05$). مقادیر رطوبت و وزن بعد از پخت کیک‌ها با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ ریحان افزایش یافتند ($P<0.05$). با افزودن صمغ ریحان روشنایی کیک‌ها به دلیل افزایش حجم، افزایش یافت ($P<0.05$). با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا به فرمولاسیون کیک، روشنایی کیک‌ها کاهش یافت اما پارامترهای قرمزی (a^*) و زردی (b^*) نمونه‌ها افزایش یافتند ($P<0.05$). شاخص‌های L*، a* و b* برای نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان به ترتیب برابر ۷۵/۵۲، ۱/۷۹ و ۲٦/۹۰ به دست آمد. بر اساس نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی، کیک اسفنجی حاوی ۲۰ درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ درصد صمغ ریحان بالاترین امتیاز را از نظر پذیرش کلی داشت.

کلید واژگان: پردازش تصویر، رفتار جریانی، کیک فراسودمند، سویا، هیدروکلوئید.

*مسئول مکاتبات: F.Salehi@basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۱- مقدمه

اهمیت انواع محصولات نانوایی در عادات غذایی مردم در این است که این محصولات می‌توانند به عنوان ناقل مواد مغذی مهم و قابل‌قبول مصرف‌کننده عمل کنند. در حال حاضر کیک‌ها جزء محصولاتی هستند که به یک میان وعده غذایی تبدیل‌شده و ارزش‌غذایی آن‌ها نیز در سبد غذایی خانواده‌ها مهم تلقی می‌شود. اصلاحات و تغییرات متعددی توسط محققان بر روی فرمولاسیون کیک‌ها صورت گرفته است تا کیفیت ظاهری، بافتی و حسی آن‌ها را بهبود بخشند و همچنین امکان استفاده از آن‌ها را برای افراد مختلف جامعه ایجاد نمایند [۱, ۲].

پروتئین سویا از مهم‌ترین منابع پروتئین تجاری است که استفاده از آن به دلیل ویژگی‌های عملکردی مطلوب در سیستم‌های غذایی، هضم راحت، قیمت پایین و ارزش تغذیه‌ای بالا گسترش‌یافته است. با افزایش توجه مصرف‌کنندگان به غذاهای سلامت بخش و تأیید اثرات پروتئین سویا در کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی توسط سازمان غذا و دارو، استفاده از محصولات پروتئینی سویا افزایش‌یافته است [۳]. اداره غذا و داروی آمریکا تأثیر دریافت پروتئین سویا را در کاهش بیماری‌های قلبی عروقی تأیید و مقدار موردنیاز روزانه سویا برای رسیدن به این منظور ۲۵ گرم گزارش کرده است [٤]. ایزوله پروتئینی سویا، خالص‌ترین فرم پروتئینی محصولات سویا است و به ویژه زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقدار پروتئین بالا و ویژگی‌های عملکردی ویژه مورد نیاز باشد. برخی از خواص عملکردی پروتئین‌های سویا شامل خصوصیت امولسیفایری، تشکیل ژل، جذب و نگهداری آب و چربی، کنترل رنگ و بافت است. به دلیل درصد بالای پروتئین، می‌توان درصد کمتری از آن را به محصول اضافه نمود. اختلاف ناچیز قیمت آن با کنسانتره پروتئینی سویا و سهولت دسترسی، استفاده از آن را به‌جای سایر ترکیبات پروتئینی سویا توجیه می‌نماید [۵].

در پژوهشی، اثر غنی‌سازی با آرد سویای بدون چربی بر ویژگی‌های حسی و بیولوژیکی نان تافتون بررسی‌شده است. مخلوط آرد گندم با مقادیر متفاوت آرد سویای بدون چربی، ویژگی‌های حسی نان شامل شکل ظاهری، طعم و مزه، عطر و بو، تُردی و کیفیت کلی را تغییر داد. در اثر افزودن آرد سویا میزان پروتئین و مواد معدنی نان‌ها افزایش معنی‌داری یافت. بهترین فرمول برای تولید نان تافتون بر اساس ارزیابی شیمیایی، حسی و بیولوژیکی، نان غنی‌شده با ۳ تا ۷ درصد آرد سویای بدون چربی بوده است [٦].

افزودن هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون کیک باعث بهبود خواص حسی و کیفی بافت آن‌ها می‌شود. گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) یکی از گیاهان بومی ایران می‌باشد که در اکثر نقاط دنیا امکان کشت آن وجود دارد. این گیاه به عنوان یک گیاه دارویی شناخته‌شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. صمغ دانه ریحان[1] از جمله هیدروکلوئیدهای می‌باشد که حاوی کربوهیدرات، پروتئین و فیبر بوده و در طب سنتی کاربرد گسترده‌ای دارد و می‌توان از آن در فرمولاسیون غذاهای مختلف مانند انواع کیک و بیسکویت استفاده نمود. با افزودن این صمغ طبیعی به فرمولاسیون کیک می‌توان کیفیت و بافت آن را بهبود بخشید [۷, ۸].

لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن به این نتیجه رسیدند که کاربرد صمغ‌ها در فرمولاسیون این دسته از محصولات سبب بهبود خصوصیات حسی و در نتیجه افزایش پذیرش کلی محصول نهایی در مقایسه با نمونه فاقد صمغ می‌شود [۹]. سیارینی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر صمغ‌های گزانتان، کربوکسی متیل سلولز، آلژینات و کاراگینان بر محصولات بدون گلوتن حاوی آرد برنج، آرد سویا و نشاسته کاساوا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد این صمغ‌ها باعث بهبود حجم و کاهش سفتی محصول نهایی در مقایسه با نمونه شاهد می‌شود [۱۰].

در این مطالعه صمغ دانه‌ریحان در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد و ایزوله پروتئینی سویا در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به فرمولاسیون کیک اسفنجی اضافه و سپس ویژگی‌های رفتار جریانی خمیر و خصوصیات فیزیکی، حسی و رنگ مغز کیک‌های اسفنجی تهیه‌شده ارزیابی شدند.

1. Basil seed gum

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه کیک اسفنجی

فرمولاسیون کیک اسفنجی تهیه‌شده در این پژوهش در جدول ۱ گزارش‌شده است. کیک‌های فراسودمند در آزمایشگاه فرآوری مواد غذایی دانشگاه بوعلی سینا همدان تهیه شدند. جهت تهیه کیک‌ها ابتدا شکر و روغن به مدت ٤ دقیقه توسط همزن برقی مخلوط شدند. سپس تخم‌مرغ کامل در سه مرحله و در مدت زمان دو دقیقه به مخلوط اضافه گردید. ۱۵ سی‌سی از آب اضافه و دو دقیقه هم زده شد. سایر مواد پودری (به غیر از شکر) باهم مخلوط گردید. از پودر ایزوله پروتئینی سویا (شرکت بکا، تهران، ایران) در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به عنوان جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون استفاده شد. صمغ دانه ریحان نیز در دو سطح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد (بر پایهٔ آرد گندم) به آن‌ها اضافه گردید. مخلوط مواد پودری به مخلوط اضافه و تا به دست آمدن یک خمیر یکنواخت مخلوط شدند. باقی‌مانده آب نیز اضافه و به مدت یک دقیقه مخلوط هم زده شد. ۲۵ گرم خمیر درون هر قالب ریخته شد و جهت پخت در آون با دمای ۵±۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. کیک‌های پخته‌شده خنک و سپس دربسته‌های پلی‌پروپیلن عایق نسبت به رطوبت و اکسیژن نگهداری شدند [۱, ۲].

صمغ ریحان مورد استفاده در این پژوهش با استفاده از روش صالحی و همکاران (۲۰۱۵) استخراج [۷, ۸] و بعد از آماده‌سازی در فرمولاسیون کیک استفاده گردید. ابتدا دانه‌ریحان از بازار خریداری و با استفاده از غربالگر، ناخالصی‌های همراه دانه حذف شد. جهت استخراج صمغ، ابتدا دانه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه درون آب مقطر با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، در pH برابر ۷ و نسبت آب به دانه برابر ۲۰ به ۱ قرار گرفتند. سپس صمغ خارج‌شده توسط دستگاه استخراج‌کننده (Panasonic, MJ-J176P, Japan) از دانه جدا گردید. موسیلاژ به‌دست‌آمده در آون (۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و ٤ ساعت) خشک و سپس آسیاب و با غربال با مش ۵۰ الک شد. پودر صمغ تهیه‌شده در کیسه‌های عایق نسبت به رطوبت و اکسیژن در دمای اتاق نگهداری شدند [۷, ۸].

Table 1 Sponge cake formula

Ingredients (gr)	Sample 1 (0.25-10)	Sample 2 (0.25-20)	Sample 3 (0.25-30)	Sample 4 (0.5-10)	Sample 5 (0.5-20)	Sample 6 (0.5-30)
Basil seed gum	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5
Soya powder	10	20	30	10	20	30
Wheat flour	90	80	70	90	80	70
Whole egg	72	72	72	72	72	72
Sucrose	72	72	72	72	72	72
Sunflower oil	57	57	57	57	57	57
Dry milk	6	6	6	6	6	6
Baking powder	2	2	2	2	2	2
Water	30	30	30	30	30	30

۲-۲- بررسی خصوصیات رفتار جریانی

رفتار جریانی و گرانروی خمیر کیک‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, DV2T, RV, USA) در سرعت برش‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بر ثانیه، در مدت زمان ۱۸۰ ثانیه (۱۸ نقطه) و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، با استفاده از دوک شماره RV-7 اندازه‌گیری شدند.

۲-۳- اندازه‌گیری دانسیته و رطوبت

حجم و دانسیته کیک‌ها به روش جابه‌جایی حجم با استفاده از دانه کلزا محاسبه گردید. درصد رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ٤ ساعت و به روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ به دست آمدند [۱, ۲].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۲-٤- رنگ مغز کیک

جهت بررسی رنگ مغز کیک‌های اسفنجی از روش پردازش تصویر استفاده شد. در این روش از یک اسکنر اچ‌پی (Hp Scanjet 300)، جهت تصویربرداری استفاده شد. نمونه‌های کیک از وسط نصف شده و مغز کیک اسکن گردید. تصاویر با فرمت jpg و در فضای رنگی RGB ذخیره شدند. تصاویر گرفته‌شده توسط نرم‌افزار Image J (Image J software version 1.42e, USA) و برنامه آن (Color –Space – Converter) از فضای رنگی RGB به شاخص‌های* L* a* b تبدیل گردیدند [۱۱].

۲-۵- ارزیابی حسی

از ۱۵ ارزیاب آموزش‌دیده جهت بررسی خصوصیات کیک‌های اسفنجی حاوی پودر ایزوله سویا و صمغ دانه ریحان استفاده گردید. از روش هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱= ضعیف، ۵= متوسط و ۹= عالی) جهت بررسی خصوصیات حسی کیک‌ها استفاده شد. روشنایی رنگ مغز کیک، مطلوبیت بو، مقدار تخلخل، پذیرش ظاهر، پذیرش طعم، مطلوبیت سفتی، پذیرش بافت و پذیرش کلی پارامترهای ارزیابی حسی بودند که توسط ارزیاب‌ها بررسی شدند [۱۲].

۲-٦- تجزیه‌و تحلیل آماری

در این پژوهش اثر متغیرهای درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و صمغ دانه‌ریحان در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد بر پایه آرد گندم بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام گرفت. ارزیابی یافته‌ها به صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی موردبررسی قرار گرفت. برای رسم نمودارها از برنامه (۲۰۰۷) Excel و برای تجزیه‌وتحلیل آماری از نرم‌افزار SAS 9.1 در سطح معنی‌داری ۵٪ استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات جریانی خمیر کیک

بررسی خصوصیات رفتار جریانی و گرانروی خمیر کیک قبل از طراحی فرآیندهایی مانند سیستم‌های انتقال خمیر، نیروی موردنیاز برای پمپاژ و قالب‌زنی و پیش‌بینی خصوصیات نهایی کیک پخته‌شده ضروری است. اثر سرعت برشی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ بر ثانیه) و زمان بر گرانروی خمیر کیک‌اسفنجی حاوی درصدهای مختلف پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان در شکل ۱ به نمایش در آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در تمامی خمیرها با افزایش سرعت برشی، گرانروی ظاهری کاهش یافته است و گرانروی اندازه‌گیری شده در سرعت $۱۰s^{-1}$ بیشتر از سرعت $۳۰s^{-1}$ می‌باشد. در تمامی غلظت‌ها رفتار مشابهی مشاهده می‌شود. کاهش گرانروی با افزایش سرعت برشی، نشان‌دهنده رفتار شل شونده با برش (سودوپلاستیک[1]) خمیر می‌باشد. با افزایش سرعت برشی از ۱۰ به ۳۰ (s^{-1})، گرانروی ظاهری خمیر حاوی ۱۰ درصد سویا و ۰/۲۵ درصد صمغ ریحان از ۳۸/٤ به ۲۲/۰ پاسکال ثانیه کاهش یافت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود بیش‌ترین گرانروی در تمامی سرعت‌های برشی مورد آزمون مربوط به خمیر حاوی ۳۰ درصد سویا و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان بود. در اکثر غلظت‌ها و سرعت‌ها، گرانروی ظاهری خمیر کیک اسفنجی با گذشت زمان کاهش یافت، که حاکی از وابستگی سیال غیر نیوتنی به زمان اعمال برش و از نوع تیکسوتروپیک[2] (وابسته به زمان) می‌باشد. در سیالات تیکسوتروپیک، گرانروی ظاهری با افزایش مدت زمان اعمال تنش کاهش می‌یابد.

در پژوهشی گولارته و همکاران (۲۰۱۲) اثر جایگزینی فیبرهای مختلف را به صورت جداگانه و ترکیبی، در کیک اسفنجی بررسی نموده‌اند [۱۳]. این محققان گزارش کردند که وجود فیبرها باعث افزایش گرانروی خمیر کیک اسفنجی می‌شود. مخلوط فیبرهای اینولین و سبوس جو در کیک‌های غنی‌شده باعث افزایش حجم ویژه کیک و سفتی مغز کیک می‌شوند [۱۳].

1. Pseudoplastic behavior
2. Thixotropic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

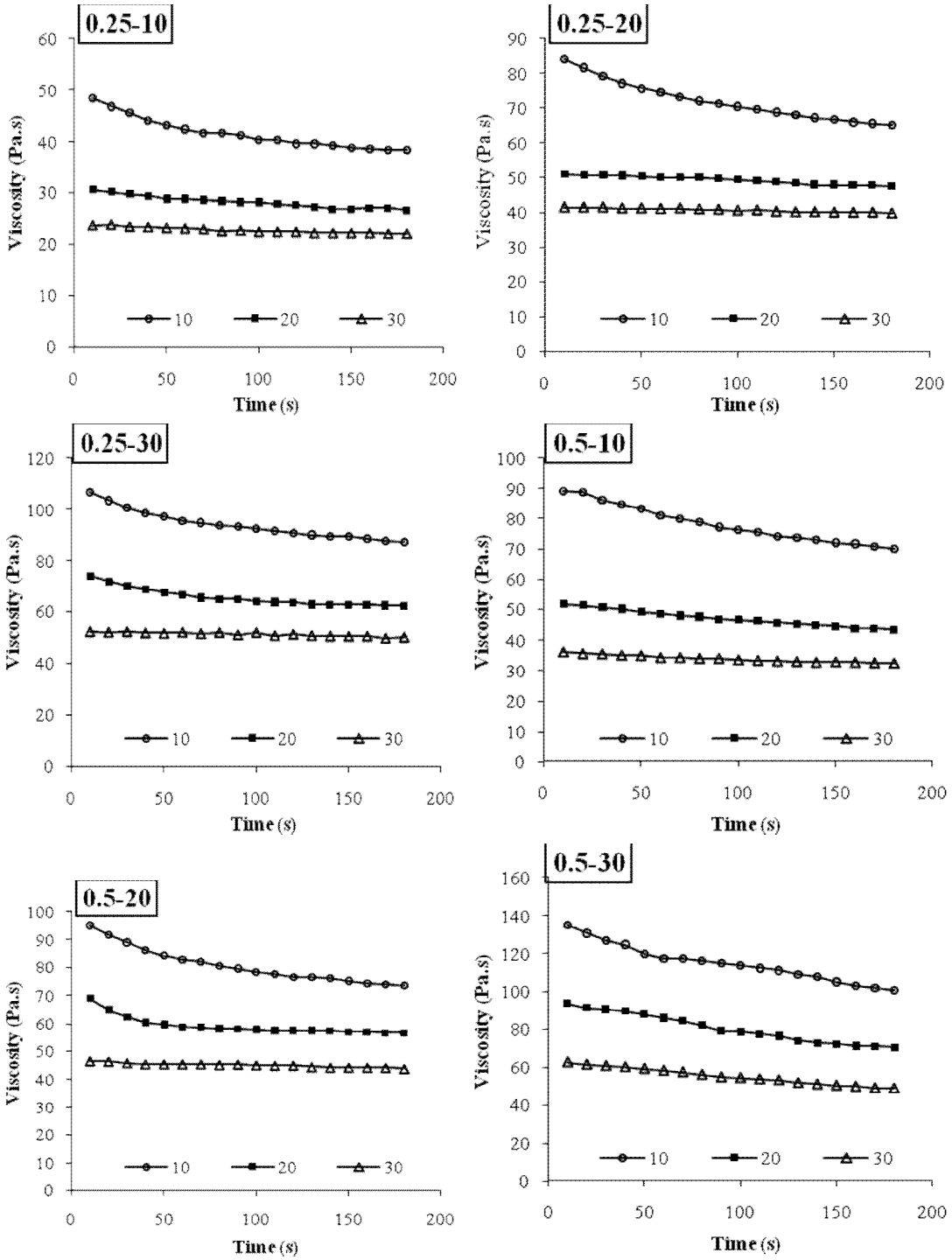

Fig 1 Rheological properties of sponge cake batters containing soya powder and Basil seed gum as a function of shear rate and time.

در شکل ۲ گرانروی ظاهری خمیر کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان در سرعت برشی برابر با $20 s^{-1}$ و زمان ۱۸۰ ثانیه به نمایش درآمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد صمغ دانه ریحان از ۰/۲۵ به ۰/۵ درصد، گرانروی خمیر کیک‌ها حاوی ۳۰ درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا از ٦٢/٤ به ۷۰/۸ پاسکال ثانیه افزایش‌یافته است. همچنین با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا از ۱۰ به ۳۰ درصد، گرانروی خمیر کیک‌های حاوی ۰/۵ درصد صمغ ریحان از ٤٣/٤ به ۷۰/۸ پاسکال ثانیه افزایش‌یافته است. از نظر گرانروی ظاهری بین نمونه‌ها اختلاف معناداری مشاهده شد ($P<0.05$). ترابی و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی اثر صمغ و امولسیفایر بر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

خصوصیات کیکی برنجی را بررسی نمودند. این محققان گزارش کردند که افزودن صمغ گزانتان باعث افزایش گرانروی ظاهری خمیر کیک می‌شود [۱٤].

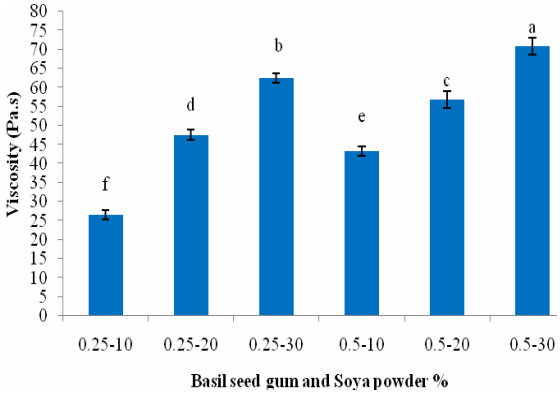

Fig 2 The rheological properties of sponge cake batters with different concentration of soya powder and Basil seed gum. Bars containing different letters are significantly different (P<0.05).

۳-۲- خصوصیات فیزیکی کیک‌ها

در جدول۲ خصوصیات فیزیکی کیک‌های اسفنجی حاوی پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان به نمایش درآمده است. در این جدول وزن بعد از پخت، درصد رطوبت، حجم و دانسیته کیک‌ها گزارش‌شده است. با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان، به دلیل توانایی پروتئین‌های سویا و ساختار صمغ در حفظ رطوبت، وزن نمونه‌های حاوی پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ بیشتر می‌باشد و سنگین‌ترین نمونه مربوط به نمونه حاوی ۳۰ درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ صمغ است ($P<0.05$). مقادیر درصد رطوبت کیک‌ها نیز رفتار مشابهی را از خود نشان داده و با افزایش درصد پودر ایزوله پروتئینی سویا و صمغ ریحان، مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش‌یافته است ($P<0.05$). دیویدو و همکاران (۱۹۹٦) در بررسی چندین هیدروکلوئید با ساختارهای شیمیایی متفاوت در نان حجیم گزارش کردند که برخی از این هیدروکلوئیدها قادرند مقدار از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری نان و سرعت دهیدراته شدن مغز نان را کاهش دهند و از بیاتی نان جلوگیری کنند [۱۵]. در پژوهشی دیگر تأثیر افزودن صمغ‌های گزانتان و کربوکسی متیل سلولز بر خواص شیمیایی و حسی کیک بررسی‌شده است. نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی، افزایش میزان رطوبت در نمونه‌های حاوی صمغ گزانتان و کربوکسی متیل سلولز را در مقایسه با نمونه‌های شاهد (فاقد صمغ) نشان داده است [۱٦].

افزودن صمغ‌های گیاهی یا تجاری به فرمولاسیون کیک و نان باعث بهبود خصوصیات بافتی و افزایش حجم نهایی محصول می‌شود. همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، حجم کیک‌ها به‌طور معنی‌داری با افزایش درصد صمغ ریحان در فرمولاسیون کیک افزایش‌یافته است ($P<0.05$). اما با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا حجم کیک‌ها به‌طور معنی‌داری با کاهش یافت ($P<0.05$). دلیل کاهش حجم با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا به دلیل کاهش مقدار گلوتن کیک‌ها است که در ایجاد و حفظ حجم نهایی کیک‌ها مؤثر می‌باشد. کم حجم‌ترین کیک، نمونه‌ی حاوی ۳۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۲۵ صمغ (٤٤/۳۷ cm^3) و حجیم‌ترین کیک، کیک حاوی ۱۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ صمغ (cm^3 ۵۱/۵۳) بود. حاج محمدی و همکاران (۲۰۱٤) اثر افزودن صمغ کتیرا بر خواص کیفی کیک اسفنجی را بررسی کردند. نتایج گزارش شده حاکی از این بود که افزودن ۰/٤ درصد کتیرا به فرمولاسیون کیک، به‌طور معنی‌داری حجم کیک را افزایش داده و در طول انبارداری، بافت کیک‌ها نرم‌تر بوده و نیز خواص حسی بهتری نسبت به نمونه شاهد داشتند [۱۷].

با افزایش درصد صمغ ریحان دانسیته کیک‌ها کاهش و با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا دانسیته افزایش یافت ($P<0.05$). کمترین و بیش‌ترین مقادیر دانسیته به ترتیب مربوط به کیک‌های حاوی ۱۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ صمغ ریحان و ۳۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۲۵ صمغ ریحان که برابر ۳۹۵ و ٤۷٤ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد.

نتایج ترابی و همکاران (۲۰۰۸) حاکی از بهبود حجم، تخلخل و بافت نمونه‌های کیک اسفنجی حاوی صمغ گزانتان بود [۱٤]. همچنین سانچز-پاردو و همکاران (۲۰۱۰) محصول غنی‌شده با بتا گلوکان یولاف همراه با دکسترین و نشاسته تغییریافته را به کیک افزوده و مشاهده کردند که حجم کیک‌های تولیدی افزایش و دانسیته آن‌ها کم شده است [۱۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Table 2 Physical characteristics of sponge cakes with different concentration of soya powder and Basil seed gum.

Samples	Volume (cm^3)	Density (kg/m^3)	Moisture (%)	Weight after baking (gr)
1	48.76±1.13 ^{b}	409±6.32 ^{de}	13.9±0.32 ^{d}	19.96±0.36 ^{d}
2	46.53±1.55 ^{c}	437±4.18 ^{c}	14.7±0.46 ^{b}	20.35±0.16 ^{c}
3	44.37±1.26 ^{c}	474±5.52 ^{a}	15.9±0.27 ^{a}	21.03±0.36 ^{ab}
4	51.53±0.74 ^{a}	395±5.94 ^{e}	14.3±0.61 ^{bc}	20.35±0.48 ^{c}
5	49.38±1.15 ^{ab}	418±5.64 ^{d}	15.3±0.58 ^{ab}	20.66±0.42 ^{bc}
6	47.49±1.41 ^{b}	452±4.21 ^{b}	16.6±0.47 ^{c}	21.46±0.56 ^{a}

Means and standard deviations are reported (n = 3). Means with different letter within same columns are significantly different (P<0.05).

۳-۳- پردازش تصویر

مدل رنگی Lab مرکب از جزء روشنایی (مقدار L که دامنه‌ای از صفرتا ۱۰۰ را دارد) و دو جزء رنگی (دامنه‌ای از ۱۲۰- تا ۱۲۰+) که شامل جزء *a(دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء*b (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می‌باشد [۱۹]. در جدول۳ نتایج مربوط به آنالیز رنگ کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان مشاهده می‌شود.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش درصد صمغ ریحان میزان روشنایی (L^*) افزایش‌یافته و نمونه‌ها روشن‌تر شده‌اند. افزایش روشنایی کیک‌ها با افزایش درصد صمغ به دلیل افزایش حجم کیک‌ها با افزودن صمغ می‌باشد که باعث روشن‌تر شدن بافت داخلی کیک‌ها می‌شود. نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد صمغ از همه روشن‌تر بوده و اختلاف معنی‌داری از نظر روشنایی با سایر کیک‌ها دارند ($P<0.05$). اختلاف معناداری بین نمونه‌ها از نظر شاخص a^* مشاهده شد($P<0.05$) و با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا پارامتر قرمزی کیک‌ها افزایش یافت. مقادیر شاخص a^* با افزودن صمغ کاهش یافت که نشان دهنده کاهش رنگ قرمز در کیک‌ها است. اختلاف معنی‌داری در شاخص b^* مشاهده شد و زردی نمونه‌ها با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا افزایش یافت ($P<0.05$). افزایش شاخص b^* در کیک‌ها با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا، به دلیل رنگ زرد ایزوله پروتئینی سویا است که با افزودن آن به فرمولاسیون کیک باعث افزایش زردی کیک‌های پخته شده می‌شود. شاخص‌های *L، *a و * b برای نمونه حاوی ۳۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان به ترتیب برابر ۷۵/۵۲، ۱/۷۹ و ۲۶/۹۰ به دست آمد.

در مطالعه‌ای توسط شکری (۲۰۰٤)، صمغ کتیرا به عنوان جایگزین چربی در کیک استفاده و مشاهده شد تغییر درصد صمغ بر افت وزن نهایی کیک تأثیر معنی‌داری ندارد ولی درصد چروکیدگی کیک، تحت تأثیر درصد صمغ قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد که تغیر درصد صمغ بر رنگ کیک تأثیر معنی‌داری دارد [۲۰].

Table 3 Crumb color of sponge cakes containing different concentration of soya powder and Basil seed gum.

Samples	L^*	a^*	b^*
1	74.69±4.20 ^{b}	0.99±0.94 ^{bc}	20.47±3.70 ^{b}
2	74.57±6.16 ^{b}	1.15±1.44 ^{ab}	23.78±4.34 ^{ab}
3	73.91±4.78 ^{b}	2.50±1.44 ^{a}	25.54±3.87 ^{a}
4	78.37±4.38 ^{a}	0.15±1.04 ^{c}	21.73±3.68 ^{b}
5	76.51±4.22 ^{ab}	0.99±1.07 ^{bc}	24.10±3.94 ^{a}
6	75.52±5.09 ^{ab}	1.79±1.26 ^{ab}	26.90±4.30 ^{a}

Means with different letter within same columns are significantly different (P<0.05).

۳-٤- نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان در جدول ٤ به نمایش درآمده است. از نظر ارزیاب‌ها با افزایش درصد صمغ، روشنایی کیک‌ها افزایش‌یافته و کیک حاوی ۰/۵ درصد صمغ روشن‌تر بود که این نتایج هم‌راستا با نتایج پردازش تصویر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

می‌باشند. با افزودن صمغ‌ها به فرمولاسیون کیک و نان، خصوصیات ظاهری و بافتی محصول بهبود می‌یابد. تیره‌ترین نمونه مربوط به نمونه حاوی ۳۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت ($P<0.05$) و از نظر ارزیاب‌ها کمترین امتیاز را دریافت کرد. از نظر مطلوبیت بو و عطر کیک‌ها، اختلاف معناداری بین آن‌ها مشاهده نشد ($P>0.05$). به دلیل افزایش حجم کیک‌ها با افزایش درصد صمغ (جدول ۲)، مقدار تخلخل کیک‌ها افزایش‌یافته و از سختی نمونه‌ها کاسته می‌شود که در جدول ارزیابی حسی نیز نتیجه مشابهی توسط ارزیاب‌ها گزارش شده است و نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ بیش‌ترین تخلخل را داشته و از نظر پذیرش ظاهری، مطلوبیت سفتی و بافت نیز بالاترین امتیاز را دارد ($P<0.05$). از نظر مطلوبیت طعم فقط بین نمونه‌های کد ۱ و ۵ اختلاف معناداری وجود داشت ($P<0.05$) و بین سایر نمونه‌ها اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P>0.05$). در جدول ملاحظه می‌شود که از نظر طعم و پذیرش کلی، نمونه حاوی ۲۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ درصد صمغ ریحان بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است (نمونه ۵). البته از نظر پذیرش کلی، اختلاف معناداری بین نمونه‌های کد ۵ و ٦ مشاهده نشد. نمونه‌های کد ۱ و ۳، به دلیل رنگ تیره، تخلخل پایین، سفتی بافت و احساس دهانی نامطلوب، از نظر ارزیاب‌ها کمترین امتیاز را به خود اختصاص دادند.

در پژوهشی مشابه، صمغ‌های گزانتان و کربوکسی متیل سلولز در دو غلظت ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد وزنی توسط موحد و همکاران (۲۰۱٤) استفاده و تأثیر سطوح متفاوت آن‌ها بر ویژگی‌های کیک اسفنجی بررسی شد. افزودن هر دو سطح از صمغ‌های مذکور سبب بهبود ویژگی‌های حسی و تأخیر در میزان بیاتی نمونه‌ها گردیده است [١٦].

Table 4 Sensory evaluation of sponge cakes containing different concentration of soya powder and Basil seed gum.

Samples	Crumb colour lightness	Odor desirability	Porosity	Appearance	Flavour	Texture	Total acceptance
1	6.7±0.9 ^{b}	6.9±0.8 ^{a}	5.5±0.8 ^{b}	5.3±1.5 ^{b}	5.5±0.8 ^{c}	5.1±1.2 ^{b}	4.6±1.3 ^{e}
2	6.5±0.8 ^{b}	6.8±1.1 ^{a}	5.8±1.0 ^{b}	4.8±1.1 ^{b}	6.5±1.2 ^{bc}	5.5±0.8 ^{b}	6.4±1.1 ^{cd}
3	4.3±1.0 ^{c}	5.9±1.2 ^{a}	4.7±1.2 ^{b}	5.1±0.9 ^{b}	6.0±1.1 ^{bc}	4.4±1.1 ^{b}	5.5±1.2 ^{de}
4	8.3±1.1 ^{a}	7.1±0.8 ^{a}	7.2±0.8 ^{a}	6.9±1.6 ^{a}	6.5±0.9 ^{bc}	7.4±1.3 ^{a}	6.9±1.0 ^{bc}
5	7.9±1.2 ^{a}	6.9±1.4 ^{a}	7.9±1.1 ^{a}	8.1±1.4 ^{a}	8.4±0.8 ^{a}	8.5±0.9 ^{a}	8.3±0.7 ^{a}
6	7.5±1.1 ^{ab}	6.7±1.1 ^{a}	7.5±0.9 ^{a}	7.6±1.3 ^{a}	7.4±1.4 ^{ab}	7.3±1.2 ^{a}	7.9±0.9 ^{ab}

Nine-point hedonic scale with 1, 5, and 9 representing extremely dislike, neither like nor dislike, and extremely like, respectively. Means and standard deviations are reported (n = 3). Means with different letter within same columns are significantly different (P<0.05).

٤- نتیجه‌گیری

در این مطالعه ابتدا خمیر کیک اسفنجی حاوی درصدهای مختلف ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان تهیه و خصوصیات رفتار جریانی آن‌ها بررسی شد. خمیر کیک اسفنجی از نوع سیال غیر نیوتنی سودوپلاستیک و تیکسوتروپیک بود و بیش‌ترین گرانروی برای خمیر حاوی ۳۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان به دست آمد. مقادیر درصد رطوبت کیک‌ها نیز رفتار مشابهی را از خود نشان داده و با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا و صمغ، مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. حجم کیک‌ها به طور معنی‌داری با افزایش درصد صمغ در فرمولاسیون کیک افزایش یافت اما با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا حجم کیک‌ها کاهش یافت. میزان روشنایی (L^*) با افزایش درصد صمغ افزایش یافت و نمونه‌ها روشن‌تر شدند؛ اما با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا میزان روشنایی کیک‌ها کاهش یافت. کیک اسفنجی حاوی ۲۰ درصد ایزوله پروتئینی سویا و ۰/۵ درصد صمغ ریحان در فرمولاسیون بالاترین امتیاز را از نظر ارزیابی حسی داشت.

٥- منابع

[1] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

button mushroom, Journal of Food Science and Technology. 53, 1418-1423.
[2] Salehi, F., Kashaninejad, M., Akbari, E., Sobhani, S. M., Asadi, F. 2016. Potential of sponge cake making using infrared–hot air dried carrot, Journal of Texture Studies. 47, 34-39.
[3] Alibhai, Z., Mondor, M., Moresoli, C., Ippersiel, D., Lamarche, F. 2006. Production of soy protein concentrates/isolates: traditional and membrane technologies, Desalination. 191, 351-358.
[4] Lee, N. 2006. Phytoestrogens as bioactive ingredients in functional foods: Canadian regulatory update, Journal of AOAC International. 89, 1135-1137.
[5] Zarić, D. B., Pajin, B. S., Rakin, M. B., Šereš, Z. I., Dokić, L. P., Tomić, J. M. 2011. Effect of soya milk on nutritive, antioxidative, reological and textural properties of chocolate produced in a ball mill, Hemijska industrija. 65, 563-573.
[6] Mashayekh, M., Mahmoodi, M., Entezari, M. 2007. The effects of flour fortification with defatted soy flour on the organoleptic and biological properties of Taftoon bread, Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2, 73-80.
[7] Salehi, F., Kashaninejad, M., Tadayyon, A., Arabameri, F. 2015. Modeling of extraction process of crude polysaccharides from Basil seeds (Ocimum basilicum l.) as affected by process variables, Journal of Food Science and Technology. 52, 5220-5227.
[8] Salehi, F., Kashaninejad, M. 2015. Static rheological study of ocimum basilicum seed gum, International Journal of Food Engineering. 11, 97-103.
[9] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, Journal of Food Engineering. 79, 1033-1047.
[10] Sciarini, L., Ribotta, P., Leon, A., Pérez, G. 2012. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality, Journal of Food Engineering. 111, 590-597.
[11] Salehi, F. 2018. Color changes kinetics during deep fat frying of carrot slice, Heat and Mass Transfer. 1-8.
[12] Salehi, F. 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*), Journal of Food Measurement and Characterization. 11, 2006-2012.
[13] Gularte, M. A., de la Hera, E., Gómez, M., Rosell, C. M. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties, LWT-Food Science and Technology. 48, 209-214.
[14] Turabi, E., Sumnu, G., Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend, Food Hydrocolloids. 22, 305-312.
[15] Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E., Bekaert, D. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid, Food Hydrocolloids. 10, 375-383.
[16] Movahhed, S., Ranjbar, S., Ahmadi Chenarbon, H. 2014. Evaluation of chemical, staling and organoleptic properties of free – gluten cakes containing Xanthan and Carboxy Methyl Cellulose gums, Iranian Journal of Biosystems Engineering. 44, 173-178.
[17] Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslami, M., Molavi, H. 2014. Evaluation effect of tragacanth gum on quality properties of sponge cake, Journal of Food Science and Technology. 42, 1-7.
[18] Sanchez-Pardo, M., Jiménez-García, E., González-García, I. 2010. Study about the addition of chemically modified starches (cross-linked cornstarches), dextrins, and oats fiber in baked pound cake, Journal of Biotechnology. 150, 316-321.
[19] Salehi, F., Kashaninejad, M. 2014. Effect of different drying methods on rheological and textural properties of balangu seed gum, Drying Technology. 32, 720-727.
[20] Shokri Busjin, Z. Evaluation of relationship between structure, operational and rheological properties of tragacanth gum and comparison with Arabic gum and it's utilization in a cake. in: Food science and technology, Isfahan University of Technology, 2004.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Investigation of the Batter Characteristic and Sponge Cake Properties Containing Soy Protein Isolate and Basil Seed Gum

Salehi, F. [1*], Amin Ekhlas, S. [2], Souri, F. [2]

1. Assistant Professor, Department of Food Industry Machines, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. B.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(Received: 2017/03/17 Accepted:2017/05/10)

In this study, at first the sponge cake batter containing different percentages of soya protein isolate powder (10, 20 and 30 %) and basil seed gum (0.25 and 0.5 %) were prepared and their rheological properties were evaluated. Batter viscosity by a Brookfield rotational viscometer (DV2T, USA), physicochemical characteristics (weight, moisture, volume and density) by standard methods, crumb color by image processing method, and sensory evaluation by 9-point hedonic method were evaluated. With increasing soya protein isolate powder and basil seed gum percentage in sponge cake formulation, the viscosity of batter increased. Sponge cakes batter was a non-newtonian fluid and shear-dependent (pseudoplastic) and time-dependent (thixotropic) type. With increasing the soya protein isolate powder from 10 to 30 %, sponge cakes batters viscosity at shear rate of 20 s^{-1} ware increased from 43.4 to 70.8 Pa.s ($P<0.05$). The moisture content and weight after baking of cakes were increased with increasing soya protein isolate powder and basil gum percentage ($P<0.05$). With increasing basil gum brightness of cakes increased due to increasing volume ($P<0.05$). With increasing soya protein isolate powder to cake formulation, the brightness of cakes decreased but redness (a*) and yellowing (b*) parameters increased ($P<0.05$). The L*, a* and b* indexes for sample containing 30% soya protein isolate powder and 0.5% basil seed gum were 75.52, 1.79 and 22.90, respectively. According to the physicochemical characteristics and sensory evaluation results, sponge cake containing 20% soya protein isolate powder and 0.5% basil seed gum had the highest total acceptance score.

Keywords: Functional cake, Hydrocolloid, Image processing, Rheology, Soya.

[*] Corresponding Author E-Mail Address: F.Salehi@basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]