

# اثر افزودن صمغ دانه بالنگو بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و خواص کیفی کیک اسفنجی

فخرالدین صالحی<sup>\*۱</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۰۳ تا تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۵)

## چکیده

افزودن هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون کیک باعث بهبود خواص حسی و بافتی آن می‌شود. دانه بالنگو دارای مقادیر قابل توجهی صمغ با خواص عملکردی مناسب است و باعث بهبود خصوصیات رئولوژیکی و بافتی می‌شود. در این پژوهش اثر افزودن صمغ دانه بالنگو در چهار سطح صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، و ویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک اسفنجی مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا خمیر کیک اسفنجی حاوی درصد‌های مختلف صمغ دانه بالنگو تهیه و خصوصیات رئولوژیکی آن‌ها با استفاده از ویسکومتر چرخشی بروکفیلد بررسی شد. سپس خصوصیات فیزیکی کیک‌های تهیه شده شامل اندازه‌گیری مقادیر رطوبت و حجم کیک به روش‌های استاندارد و رنگ مغز کیک شامل مقادیر  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  به روش پردازش تصویر و ارزیابی حسی (پذیرش کلی) به روش هدونیک ۹ نقطه‌ای، بررسی شدند. ارزیابی آماری در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی بررسی و مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. با افزایش صمغ دانه بالنگو در فرمولاسیون کیک اسفنجی، گرانیروی خمیرها افزایش یافت. خمیر کیک‌های اسفنجی جزء سیال‌های غیر نیوتنی و از نوع سودوپلاستیک (وابسته به برش) و تیکسوتروپیک (وابسته به زمان) بودند. با افزایش درصد صمغ دانه بالنگو از ۰ به ۱/۵ درصد، گرانیروی خمیر کیک اسفنجی در سرعت برشی  $20s^{-1}$  از ۱۲/۸۴ به ۳۲/۸۰ پاسکال ثانیه افزایش یافت. مقادیر رطوبت و حجم کیک‌ها نیز با افزایش درصد صمغ افزایش یافت. با افزودن صمغ بالنگو روشنایی کیک‌ها به دلیل افزایش حجم، افزایش یافت و همچنین از زردی نمونه‌ها کاسته شد. شاخص‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  برای نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ به ترتیب برابر ۸۸/۶۷، ۰/۷۶- و ۴۰/۷۴ به دست آمد. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو بالاترین امتیاز را از نظر پذیرش کلی داشت.

کلید واژگان: ارزیابی حسی، رئولوژی، سودوپلاستیک، صمغ دانه بالنگو، کیک.

## ۱- مقدمه

نمود. با افزودن این صمغ طبیعی به فرمولاسیون کیک می‌توان کیفیت و بافت آن را بهبود بخشید. همچنین زمان ماندگاری کیک را افزایش و سرعت بیاتی را کاهش داد [۸، ۹]. بررسی منابع حاکی از این است که تا کنون از صمغ دانه بالنگو جهت افزایش کیفیت کیک اسفنجی استفاده نشده است. لذا در این مطالعه ابتدا صمغ دانه بالنگو در شرایط بهینه استخراج و در درصدهای مختلف به فرمولاسیون کیک اسفنجی اضافه شد. سپس ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و خصوصیات کیفی و حسی کیک‌های اسفنجی تهیه‌شده ارزیابی شدند.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- استخراج صمغ دانه بالنگو

دانه بالنگو از بازار خریداری و به روش غربالگری، 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 آن (۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و ۴ ساعت) خشک و سپس آسیاب و غربال شد. پودر صمغ تهیه شده در کیسه‌های عایق نسبت به رطوبت و اکسیژن نگهداری شدند [۸، ۹].

## ۲-۲- تهیه کیک اسفنجی

فرمولاسیون پایه کیک اسفنجی تهیه‌شده در این پژوهش در جدول ۱ گزارش شده است. از آرد نول عرضه شده با نام تجاری تک، (شرکت تک ماکارون، ایران) در فرمولاسیون استفاده شد. جهت تهیه کیک‌ها ابتدا شکر و روغن به مدت ۵ دقیقه توسط همزن برقی مخلوط شدند. سپس تخم‌مرغ در سه مرحله و در مدت زمان دو دقیقه به مخلوط اضافه گردید. ۱۵ سی‌سی از آب اضافه و دو دقیقه هم زده شد. مواد پودری باهم مخلوط و صمغ دانه بالنگو نیز در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد (بر پایه آرد) به آن‌ها اضافه گردید. 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. ۳۰ گرم خمیر درون هر قالب ریخته شد و جهت پخت در آن با دمای  $200 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۲ دقیقه قرار گرفت. کیک‌های پخته‌شده خشک و سپس

کیک اسفنجی به عنوان یکی از فراورده‌های غلات، نوعی شیرینی با بافت نرم و دارای تنوع بالایی می‌باشد که در بین افراد جامعه نیز طرفداران زیادی دارد. مواد اصلی کیک اسفنجی را آرد، روغن، شکر و تخم‌مرغ تشکیل می‌دهد و آرد به عنوان در برگیرنده اجزای مختلف کیک و شکل‌دهنده آن می‌باشد [۱]. این محصول دارای بافت متخلخل و حالت اسفنجی می‌باشد. برای ایجاد تخلخل در بافت کیک از گازکربنیک، مواد شیمیایی مجازی که گازکربنیک آزاد می‌کنند و یا عمل هوا دادن در اثر گرم کردن روغن، شکر و تخم‌مرغ استفاده می‌شود اما حفظ حالت اسفنجی به عهده شبکه گلوتن است. تحقیقات زیادی در جهت افزایش و حفظ کیفیت بافت اسفنجی این محصول مانند افزودن صمغ‌های مختلف صورت پذیرفته است. اثر استفاده از چند نوع هیدروکلوئید شامل: سدیم آلژینات، کاراگینان، پکتین، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، صمغ لوبیای لوکاست، صمغ گوار و صمغ گزانتان بر خواص کیفی کیک اسفنجی توسط برخی از محققان بررسی شده و نتایج حاکی از آنست که هیدروکلوئیدها باعث بهبود خواص حسی و کیفی بافت کیک می‌شود [۲-۵].

در تحقیقی تأثیر جایگزینی چربی با روغن کنجد، همچنین تأثیر افزودن دو نوع هیدروکلوئید (گزانتان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز) همراه با روغن کنجد بر خواص کیفی کیک اسفنجی توسط سومیا و همکاران (۲۰۰۹) مورد بررسی قرار گرفت. مخلوط هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و امولسیفایر مورد استفاده، باعث افزایش ویسکوزیته و کاهش دانسیته خمیر و افزایش حجم و مطلوبیت کیک تولیدی شد [۴].

در پژوهشی دیگر گولارته و همکاران (۲۰۱۲) اثر جایگزینی فیبرهای مختلف را به صورت جداگانه و ترکیبی، در کیک بررسی نموده‌اند [۶]. لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از صمغ در محصولات خمیری 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 [۷].

دانه بالنگو (*Lallemantia royleana*)، گیاهی از تیره نعناعیان، به شکل بیضی کشیده می‌باشد که در آسیا و شمال اروپا امکان کشت و برداشت آن وجود دارد. صمغ این دانه از جمله هیدروکلوئیدهای است که حاوی کربوهیدرات، پروتئین و فیبر است و می‌توان از آن در فرمولاسیون انواع کیک استفاده

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 [۱].

## ۲-۶- ارزیابی آماری

تجزیه و تحلیل آماری در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. برای رسم نمودارها از برنامه SAS (۲۰۰۷) و Excel و برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- رئولوژی خمیر کیک اسفنجی

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. اثر سرعت برشی (۵، ۱۰ و ۲۰ بر ثانیه) و زمان بر گرانروی خمیر کیک اسفنجی حاوی درصد‌های مختلف صمغ دانه بالنگو در شکل ۱ به نمایش در آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در تمامی خمیرها با افزایش سرعت برشی، گرانروی ظاهری به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کاهش یافته است و گرانروی اندازه‌گیری شده در سرعت  $5S^{-1}$  بیشتر از سرعت  $20S^{-1}$  می‌باشد و در تمامی غلظت‌ها رفتار مشابهی مشاهده گردید. کاهش گرانروی با افزایش سرعت برشی، نشان‌دهنده رفتار شل شونده با برش (سودوپلاستیک<sup>۱</sup>) خمیر می‌باشد [۱]. [۱۲]. با افزایش سرعت برشی از ۵ به  $20S^{-1}$ ، گرانروی ظاهری خمیر حاوی ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو از ۶۰/۰۰ به ۳۲/۸۰ پاسکال ثانیه کاهش یافت. بیش‌ترین گرانروی مربوط به خمیر حاوی ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو بود. در تمامی غلظت‌ها و سرعت‌ها، گرانروی ظاهری خمیر کیک اسفنجی با گذشت زمان به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کاهش یافت، که حاکی از وابستگی سیال غیر نیوتنی به زمان اعمال برش و از نوع تیکسوتروپیک<sup>۲</sup> (وابسته به زمان) می‌باشد. در سیالات تیکسوتروپیک، گرانروی ظاهری با افزایش مدت زمان اعمال تنش کاهش می‌یابد.

گولارته و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که وجود فیبرها باعث افزایش گرانروی خمیر کیک می‌شود. مخلوط فیبرهای اینولین و سبوس جو در کیک‌های غنی شده باعث افزایش حجم ویژه کیک و سفتی مغز کیک می‌شوند [۶].

در بسته‌های پلی‌پروپیلن عایق نسبت به رطوبت و اکسیژن نگهداری شدند [۱، ۱۰].

Table 1 Sponge cake formula.

| Ingredients      | (gr)           |
|------------------|----------------|
| Cake flour       | 100            |
| Whole egg        | 72             |
| Sucrose          | 72             |
| Sunflower oil    | 57             |
| Dry milk         | 6              |
| Baking powder    | 2              |
| Vanilla          | 0.5            |
| Balangu seed gum | 0, 0.5, 1, 1.5 |
| Water            | 30             |

### ۲-۳- بررسی خصوصیات رئولوژیکی

بررسی خصوصیات رئولوژیکی و گرانروی خمیر کیک قبل از طراحی فرآیندهایی مانند سیستم‌های انتقال خمیر، نیروی مورد نیاز برای پمپاژ و قالب‌زنی و پیش‌بینی خصوصیات نهایی کیک پخته‌شده ضروری است. گرانروی و رئولوژی خمیر کیک‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, DV2T, USA) در سرعت برشی‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ بر ثانیه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، با استفاده از اسپیندل شماره RV-5 اندازه‌گیری شدند [۱].

### ۲-۴- بررسی خصوصیات فیزیکی

حجم و دانسیته کیک‌ها به روش جابه‌جایی حجم با استفاده از دانه کلزا محاسبه گردید [۱۱]. درصد رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴ ساعت و به روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ به دست آمدند. با توجه به اینکه وزن اولیه کیک‌ها ثابت بود (۳۰ گرم)، وزن کیک‌ها بعد از خروج از آون پخت به عنوان وزن بعد از پخت در جدول ۱ گزارش شد.

جهت بررسی رنگ مغز کیک‌های اسفنجی از روش پردازش تصویر استفاده شد. در این روش از یک اسکنر اچ‌پی مدل (Hp Scanjet G2410)، 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 Converter-Space) و برنامه آن (software version 1.42e, USA) از فضای رنگی RGB به \*a\* L\* b تبدیل گردیدند [۸، ۱۱].

### ۲-۵- ارزیابی حسی

از ارزیاب آموزش‌دیده جهت بررسی خصوصیات کیک‌های اسفنجی حاوی صمغ بالنگو استفاده گردید. از روش هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱=ضعیف، ۵=متوسط و ۹=عالی) جهت بررسی خصوصیات حسی کیک‌ها استفاده شد. روشنایی رنگ

1. Pseudoplastic behavior  
2. Thixotropic

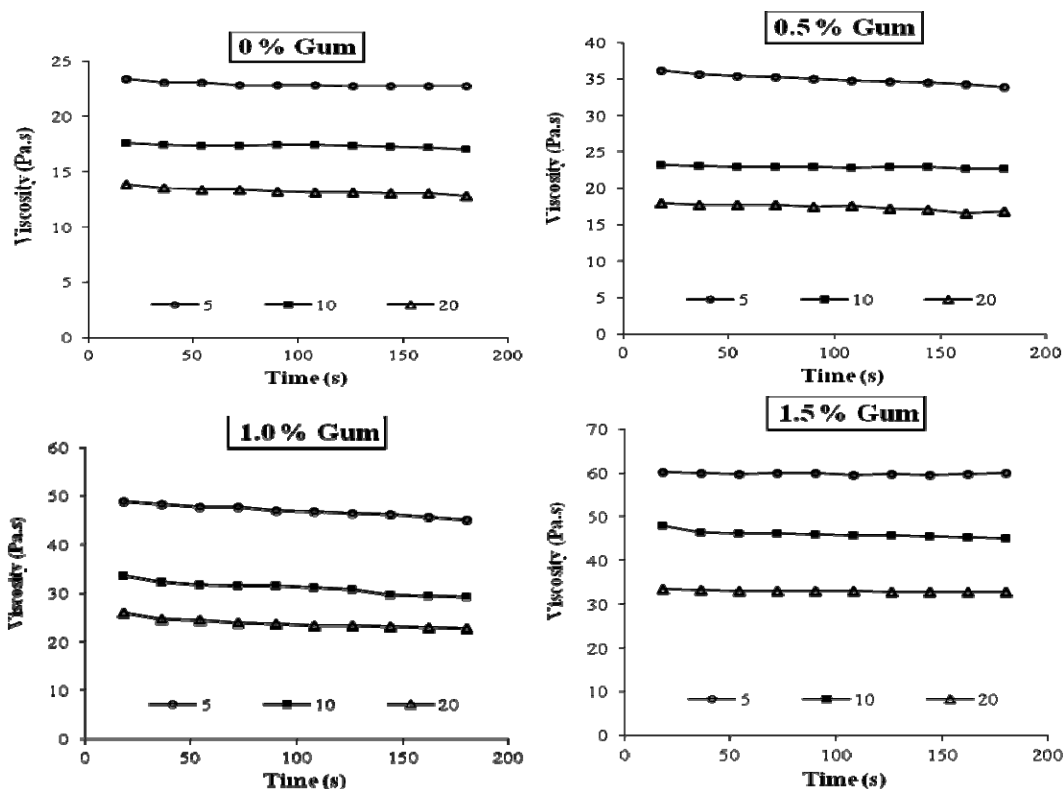


Fig 1 The rheological properties of sponge cake batters contain of Balangu seed gum as a function of shear rate and time.

از نظر گرانیوی ظاهری بین نمونه ۰/۵ و ۱ درصد صمغ بالنگو اختلاف معناداری مشاهده نشد. با افزایش درصد صمغ دانه بالنگو تا ۱/۵ درصد، جریان‌پذیری خمیر کاهش یافت و باعث افزایش گرانیوی شد. ترابی و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی اثر صمغ و امولسیفایر بر خصوصیات کیک را بررسی نمودند. افزودن صمغ گزانتان باعث افزایش گرانیوی ظاهری خمیر کیک شد [۱۳].

### ۳-۲- خصوصیات کیفی کیک‌های اسفنجی

سطوح صمغ استفاده شده در فرمولاسیون کیک‌ها کم بود، لذا اختلاف معناداری ( $P < 0.05$ ) بین درصد پروتئین، چربی و خاکستر کیک‌ها مشاهده نشد. میانگین درصد پروتئین، چربی و خاکستر کیک‌ها به ترتیب برابر ۵/۹۵، ۲۳/۳۴ و ۰/۸۱ درصد به دست آمدند. اما صمغ‌ها حتی در غلظت کم تأثیر بسزایی در بافت و حجم کیک‌ها دارند. در جدول ۲ خصوصیات فیزیکی کیک‌های اسفنجی حاوی صمغ دانه بالنگو به نمایش درآمده است.

در شکل ۲ گرانیوی ظاهری خمیر کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف صمغ دانه بالنگو در سرعت برشی برابر با  $20\text{ s}^{-1}$  به نمایش درآمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد صمغ دانه بالنگو از صفر به ۱/۵ درصد، گرانیوی خمیر کیک‌ها به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) از ۱۲/۸۴ به ۳۲/۸۰ پاسکال ثانیه افزایش یافته است.

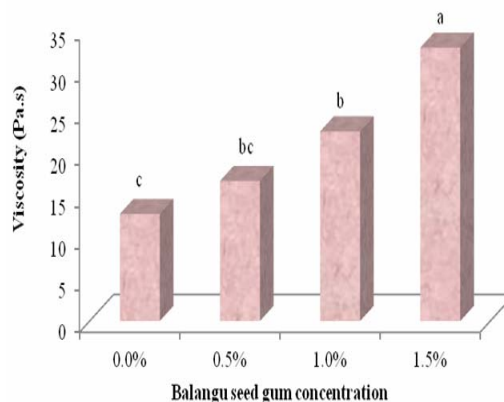


Fig 2 The rheological properties of sponge cake batters with different concentration of Balangu seed gum. Bars containing different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 2** Physical characteristics of sponge cakes with different concentration of Balangu seed gum.

| Gum concentration | Volume (cm <sup>3</sup> ) | Density (kg/m <sup>3</sup> ) | Moisture (%)      | Weight after baking (gr) |
|-------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 0 %               | 68.16 <sup>c</sup>        | 345 <sup>a</sup>             | 18.4 <sup>b</sup> | 23.49 <sup>c</sup>       |
| 0.5 %             | 70.30 <sup>c</sup>        | 338 <sup>b</sup>             | 18.5 <sup>b</sup> | 23.79 <sup>b</sup>       |
| 1 %               | 73.16 <sup>b</sup>        | 326 <sup>bc</sup>            | 19.0 <sup>a</sup> | 23.85 <sup>ab</sup>      |
| 1.5 %             | 76.46 <sup>a</sup>        | 313 <sup>c</sup>             | 19.2 <sup>a</sup> | 23.91 <sup>a</sup>       |

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

تغییریافته را به کیک افزوده و مشاهده کردند که حجم کیک‌های تولیدی افزایش و دانسیته آن‌ها کم شده است [۱۶].

### ۳-۳- پردازش تصویر

مدل رنگی Lab مرکب از جزء روشنایی (مقدار L که دامنه‌ای از صفر تا 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 [۸]. در جدول ۳ نتایج مربوط به آنالیز رنگ کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف صمغ دانه بالنگو مشاهده می‌شود. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود با افزایش درصد صمغ میزان روشنایی (L\*) افزایش یافته 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. نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ از همه روشن‌تر بوده و اختلاف معنی‌داری از نظر روشنایی با نمونه بدون صمغ دارد. مقادیر شاخص a\* در محدوده ۰/۷۶- تا ۱/۷۰- بدست آمد و اختلاف معناداری بین نمونه‌ها از نظر شاخص a\* مشاهده نشد. اختلاف معنی‌داری در شاخص b\* مشاهده شد و زردی نمونه‌ها با افزایش درصد صمغ کاهش یافت. شاخص‌های L\*، a\* و b\* برای نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو به ترتیب برابر ۸۸/۶۷، ۰/۷۶- و ۴۰/۷۴ به دست آمد.

لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) با افزودن صمغ به نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج و نشاسته ذرت به این نتیجه دست یافتند که استفاده از صمغ در محصولات خمیری سبب روشن‌تر شدن رنگ پوسته می‌گردد [۷]. پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند [۱۷]. همچنین گولارته و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی جایگزینی ۲۰ درصد آرد برنج با سبوس جو در کیک لایه ای بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد سبوس جو در کیک لایه‌ای بدون گلوتن سبب افزایش حجم و سفتی و بهبود رنگ پوسته و مغز محصول نهایی می‌شود [۶].

در جدول ۲ وزن بعد از پخت، درصد رطوبت، حجم و دانسیته کیک‌ها گزارش شده است. با افزایش درصد صمغ دانه بالنگو، به دلیل توانایی صمغ در حفظ رطوبت، وزن نمونه‌های حاوی صمغ بیشتر می‌باشد و سنگین‌ترین نمونه مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ صمغ است. مقادیر درصد رطوبت کیک‌ها نیز رفتار مشابهی را از خود نشان داده و با افزایش درصد صمغ، مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافته است. دیویدو و همکاران (۱۹۹۶) 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 [۱۴].

همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، حجم کیک‌ها به‌طور معنی‌داری با افزایش درصد صمغ در فرمولاسیون کیک افزایش یافت. کم حجم‌ترین کیک، کیک بدون صمغ (cm<sup>3</sup> ۶۸/۱۶) و حجیم‌ترین کیک، کیک حاوی ۱/۵ درصد صمغ (cm<sup>3</sup> ۷۶/۴۹) بود. با افزایش درصد صمغ دانسیته به صورت خطی کاهش یافت. کمترین و بیشترین مقادیر دانسیته به ترتیب مربوط به کیک‌های حاوی ۰ و ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو که برابر ۳۴۵ و ۳۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. در رابطه با بررسی تأثیر افزودن صمغ بر خواص رئولوژیکی و کیفیت محصولات قنادی پژوهشی توسط راسل و همکاران (۲۰۰۱) صورت گرفت و مشخص شد که افزودن صمغ به خمیر، پایداری خمیر در طی تخمیر را بهبود داده و حجم مخصوص، فعالیت آبی افزایش و رطوبت نان نیز بهتر حفظ شده می‌شود [۳].

افزایش میزان تخلخل به دلیل کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول‌های گازی و توزیع یکنواخت آنها در بافت محصول است [۱۵]. نتایج ترابی و همکاران (۲۰۰۸) حاکی از بهبود حجم، تخلخل و بافت نمونه‌های کیک حاوی صمغ گزانتان بود [۱۳]. همچنین سانچز-پاردو و همکاران (۲۰۱۰) محصول غنی‌شده با بتا گلوکان یولاف همراه با دکسترین و نشاسته

مخصوص، تخلخل و مؤلفه  $L^*$  پوسته و بهبود ویژگی‌های حسی بودند که بهترین نتیجه در نمونه حاوی صمغ گزانتان و گوار با نسبت ۰/۶:۰/۳ مشاهده گردیده است [۱۸].

اثر صمغ‌های گوار و گزانتان بر خصوصیات کیک بدون گلوتن توسط نفی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) بررسی شده است. نتایج نشان داده که صمغ گزانتان و گوار در حالت ترکیبی علاوه بر افزایش میزان رطوبت قادر به افزایش حجم

**Table 3** Crumb color of sponge cakes contains different concentration of Balangu seed gum.

| Gum concentration | L*                       | a*                      | b*                       |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 0 %               | 82.15±4.88 <sup>b</sup>  | -1.70±1.63 <sup>a</sup> | 43.25±2.60 <sup>a</sup>  |
| 0.5 %             | 85.94±5.70 <sup>ab</sup> | -1.71±1.83 <sup>a</sup> | 41.58±2.04 <sup>ab</sup> |
| 1 %               | 87.42±4.82 <sup>a</sup>  | -1.33±1.51 <sup>a</sup> | 41.00±3.13 <sup>ab</sup> |
| 1.5 %             | 88.67±4.72 <sup>a</sup>  | -0.76±1.50 <sup>a</sup> | 40.74±3.91 <sup>b</sup>  |

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

دارد. با افزایش درصد صمغ در فرمولاسیون کیک، خصوصیات ظاهری و بافتی کیک بهبود می‌یابد، لذا از نظر احساس دهانی مطلوب به دلیل تخلخل و بافت مناسب، طعم و پذیرش کلی، نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد. از نظر پذیرش کلی، اختلاف معناداری بین نمونه حاوی ۰/۵ و ۱ درصد صمغ مشاهده نشد. نمونه بدون صمغ، به دلیل رنگ تیره، تخلخل پایین، سفتی بافت و احساس دهانی نامطلوب، از نظر ارزیاب‌ها کمترین امتیاز را به خود اختصاص داد. این نتایج همراستا با نتایج لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) و دمیرکسن و همکاران (۲۰۱۰) می باشد که استفاده از صمغ‌ها در فرمولاسیون محصولات آردی را توصیه نموده‌اند [۱۹، ۷].

### ۳-۴- نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی کیک‌های اسفنجی با درصدهای مختلف صمغ دانه بالنگو در جدول ۴ به نمایش درآمده است. از نظر ارزیاب‌ها با افزایش درصد صمغ، روشنایی کیک‌ها افزایش یافته و کیک حاوی ۱/۵ درصد صمغ روشن‌تر بود که این نتیجه همراستا با نتایج پردازش تصویر می‌باشند. از نظر مطلوبیت بو و عطر کیک‌ها، اختلاف معناداری بین آن‌ها مشاهده نشد. به دلیل افزایش حجم کیک‌ها با افزایش درصد صمغ (جدول ۲)، مقدار تخلخل کیک‌ها افزایش یافته و از سختی نمونه‌ها کاسته می‌شود که در جدول ارزیابی حسی نیز نتیجه مشابهی توسط ارزیاب‌ها گزارش شده است و نمونه حاوی ۱/۵ درصد صمغ بیش‌ترین تخلخل را داشته و از نظر پذیرش ظاهری، مطلوبیت سفتی و بافت نیز بالاترین امتیاز را

**Table 4** Sensory evaluation of sponge cakes contains different concentration of Balangu seed gum.

| Gum concentration | Crumb colour lightness | Odor desirability | Porosity         | Appearance        | Flavour          | Texture           | Total acceptance  |
|-------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0 %               | 6.5 <sup>b</sup>       | 6.3 <sup>a</sup>  | 6.0 <sup>b</sup> | 6.3 <sup>c</sup>  | 6.3 <sup>b</sup> | 6.4 <sup>b</sup>  | 5.7 <sup>c</sup>  |
| 0.5 %             | 7.5 <sup>a</sup>       | 6.3 <sup>a</sup>  | 6.2 <sup>b</sup> | 7.0 <sup>b</sup>  | 6.8 <sup>b</sup> | 7.2 <sup>ab</sup> | 6.8 <sup>b</sup>  |
| 1 %               | 7.6 <sup>a</sup>       | 6.3 <sup>a</sup>  | 6.7 <sup>a</sup> | 7.3 <sup>ab</sup> | 7.3 <sup>a</sup> | 8.0 <sup>a</sup>  | 7.6 <sup>ab</sup> |
| 1.5 %             | 7.8 <sup>a</sup>       | 6.5 <sup>a</sup>  | 7.1 <sup>a</sup> | 7.7 <sup>a</sup>  | 7.4 <sup>a</sup> | 8.2 <sup>a</sup>  | 7.9 <sup>a</sup>  |

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

سودوپلاستیک (وابسته به برش) و تیکسوتروپیک (وابسته به زمان) بود و بیش‌ترین گرانیروی برای خمیر حاوی ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو به دست آمد. با افزایش درصد صمغ دانه بالنگو، به دلیل توانایی صمغ در حفظ رطوبت، وزن نمونه‌های حاوی صمغ بیشتر شد و سنگین‌ترین نمونه مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ صمغ بود. مقادیر درصد رطوبت کیک‌ها نیز رفتار

### ۴- نتیجه گیری

در این مطالعه ابتدا خمیر کیک اسفنجی حاوی درصدهای مختلف صمغ دانه بالنگو تهیه و خصوصیات رئولوژیکی آن‌ها بررسی شد. سپس خصوصیات کیفی، حجم، دانسیته، رنگ و ارزیابی حسی کیک‌های تولیدی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. خمیر کیک اسفنجی از نوع سیال غیر نیوتنی

- rheological properties of Balangu seed (*Lallemantia royleana*) gum, International Journal of Biological Macromolecules. 67, 16-21.
- [10] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom, Journal of Food Science and Technology. 53, 1418-1423.
- [11] 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.
- [12] Salehi, F., Kashaninejad, M. 2015. Static Rheological Study of Ocimum basilicum Seed Gum, International Journal of Food Engineering. 11, 97-103.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] Ziobro, R., Korus, J., Witczak, M., Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten-free bread, Food Hydrocolloids. 29, 68-74.
- [16] 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.
- [17] Purlis, E., Salvadori, V. O. 2009. Modelling the browning of bread during baking, Food Research International. 42, 865-870.
- [18] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Hadad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, Z., Ghiafeh Davoodi, M., Sahraian, B. 2013. Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums, Food Science and Technology. 41, 127-139.
- [19] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulations, Journal of Food Engineering. 96, 295-303.
- مشابهی را از خود نشان داده و با افزایش درصد صمغ، مقدار رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. حجم کیک‌ها به طور معنی‌داری با افزایش درصد صمغ در فرمولاسیون کیک افزایش یافت. میزان روشنایی ( $L^*$ ) با افزایش درصد صمغ افزایش یافت و نمونه‌ها روشن‌تر شدند. کیک اسفنجی حاوی ۱/۵ درصد صمغ دانه بالنگو در فرمولاسیون بالاترین امتیاز را از نظر ارزیابی حسی داشت.

## ۵- منابع

- [1] 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.
- [2] Gómez, M., Ruiz, E., Oliete, B. 2011. Effect of batter freezing conditions and resting time on cake quality, LWT-Food Science and Technology. 44, 911-916.
- [3] Rosell, C., Rojas, J., De Barber, C. B. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality, Food Hydrocolloids. 15, 75-81.
- [4] Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R., 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, 1827-1836.
- [5] Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., Rosell, C. M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes, Food Hydrocolloids. 21, 167-173.
- [6] Gualarte, 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.
- [7] 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.
- [8] Salehi, F., Kashaninejad, M. 2014. Effect of Different Drying Methods on Rheological and Textural Properties of Balangu Seed Gum, Drying Technology. 32, 720-727.
- [9] Salehi, F., Kashaninejad, M., Behshad, V. 2014. Effect of sugars and salts on

## Effect of Balangu Seed Gum Addition on Rheological Characteristics of Batter and Qualitative Properties of Sponge Cake

Salehi, F. <sup>1\*</sup>

1. Assistant Professor, Department of Food Industry Machines, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(Received: 2016/06/23 Accepted:2016/12/05)

Addition of hydrocolloid to cake formulation improved its sensory and textural properties. Balangu seed has remarkable amounts of gum with good functional properties and improved the rheological and textural properties. In this study, effect of Balangu seed gum addition at four levels 0, 0.5, 1 and 1.5 %, on batter rheology properties, and physical and sensory properties of sponge cake were studied. First the sponge cake batter containing different percentages of Balangu seed gum were prepared and their rheological properties using a Brookfield rotational viscometer were evaluated. Then physical characteristics of prepared cake include moisture and volume by standard methods, cake crumb color including L\*, a\* and b\* values by image processing method, and sensory evaluation (total acceptance) by 9-point hedonic method were evaluated. Statistical analysis in completely randomized factorial design was studied and comparing the average at 5% level using Duncan's multiple range test was performed. With increasing Balangu seed gum in formulation of sponge cake, viscosity of batter increased. Sponge cakes batter were as non-newtonian fluids and pseudoplastic (shear-dependent) and thixotropic (time-dependent) type. With increasing the Balangu seed gum from 0 to 1.5 %, sponge cakes batters viscosity at shear rate of 20 s<sup>-1</sup> were increased from 12.84 to 32.80 Pa.s. The moisture content and volume of cakes were increased with increasing gum percentage. With increasing Balangu gum brightness of cakes increased due to increasing volume, as well as decreased yellowing of the samples. The L\*, a\* and b\* indexes for sample containing 1.5 % gum were 88.67, -0.76 and 40.74, respectively. According to the sensory evaluation results, samples containing 1.5 % Balangu seed gum had the highest total acceptance score.

**Keywords:** Balangu seed gum, Cake, Pseudoplastic, Rheology, Sensory evaluation.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: F.Salehi@Basu.ac.ir