بررسی اثر صمغ‌های اسفرزه و گزانتان بر ویژگی‌های فیزیکی، بیاتی و حسی کیک اسفنجی

سمیرا بیک‌زاده[۱]، سید هادی پیغمبردوست[۲]، اصلان عزیزی[۳]، مهدی بیک‌زاده[۱]، محمد اصغری جعفرآبادی[۴]، عزیز همایونی‌راد[۵*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۲- استاد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۳- دانشیار موسسه تحقیقات فنی مهندسی، سازمان تحقیقات، اموزش و ترویج کشاورزی, وزارت جهاد کشاورزی, کرج, ایران
٤ – دانشیار مرکز تحقیقات پیشگیری از آسیب‌های ترافیکی جاده‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۵- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۸/۲۱)

چکیده

یکی از مسائل صنایع پخت از جنبه‌های تغذیه‌ای و اقتصادی، به تاخیر انداختن بیاتی می‌باشد. استفاده از هیدروکلوئید راهکار مناسبی در حل این مسئله و افزایش ماندگاری محصولات نانوایی است. با توجه به اینکه امروزه اکثر صمغ‌ها، وارداتی هستند. استخراج، تعیین خصوصیات کاربردی و بررسی امکان کاربرد ترکیبات هیدروکلوئیدی گیاهان بومی ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو در این مطالعه به بررسی تاثیر درصدهای مختلف (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ درصد) یک نوع هیدروکلوئید بومی (موسیلاژ دانه اسفرزه) و یک نوع هیدروکلوئید تجاری (گزانتان) بر ویژگیهای کیفی نمونه‌های کیک در قالب طرح کاملا تصادفی پرداخته شد ($p\leq ۰/۰۵$). نتایج نشان داد که کمترین وزن مخصوص خمیر متعلق به نمونه با ۰/۲۵ درصد گزانتان بود. در طی روزهای نگهداری پس از پخت، بالاترین درصد رطوبت و کمترین میزان سفتی متعلق به نمونه با ۰/۲۵ درصد گزانتان و ۰/۷۵ درصد اسفرزه بود. نمونه‌های حاوی ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان از نظر پذیرش کلی و حجم اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با یکدیگر نداشتند به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های نمونه‌های کیک اسفنجی حاوی ۰/۷۵ درصد صمغ اسفرزه مشابه نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد صمغ تجاری گزانتان بود.

کلید واژگان: کیک اسفنجی، هیدروکلوئید، گزانتان، اسفرزه، ماندگاری

* مسئول مکاتبات: homayounia@tbzmed.ac.ir

۱- مقدمه

صمغ‌ها، بسپارهای زیستی (بیوپلیمرهای) آب دوست با وزن مولکولی بالا هستند که در صنایع غذایی جهت کنترل و بهبود بافت، طعم و افزایش پایداری به‌کار می‌روند. واژه هیدروکلوئید برای تمام چند قندی‌هایی که از گیاهان، دانه‌ها و منابع میکروبی به دست می‌آیند، به‌کار می‌رود [۱]. یکی از پرکاربردترین صمغ‌ها، گزانتان است که ترکیبی هتروپلی ساکاریدی است و به وسیله تخمیر از *گزانتاموناس کمپستریس*[1] تولید می‌شود و اتصالات (٤→١) گلوکز و زنجیره‌های جانبی (دو مولکول مانوز و یک مولکول اسید گلوکورونیک) را تشکیل می‌دهد. گزانتان به شکل پودر سفید محلول در آب سرد و گرم است و توانایی تولید محلول‌های ویسکوز حتی در غلظت‌های پایین را دارد [۲].

از سوی دیگر رشد روز افزون هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی و غیر غذایی باعث شده است تا تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان آن به دنبال منابع جدیدی باشند که به وفور یافت شده و دارای پتانسیل تولید اقتصادی باشد [۳]. برخی گیاهان و دانه‌های بومی ایران علاوه بر داشتن خواص تغذیه-ای، دارویی و قیمت پایین حاوی موسیلاژ بالا هستند که می-توانند در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرند. گیاه اسفرزه با نام علمی(*Plantago ovata L.*) گونه موجود در ایران، از گیاهان خانواده بارهنگ (*Plantago*) می‌باشد. نام *Plantago*از کلمه لاتین *Planta* گرفته شده است. خانواده *Plantain*شامل تعداد زیادی گونه (بیش از ۲۰۰ گونه) می‌باشد. دانه‌های اسفرزه حاوی موسیلاژ، پروتئین، قند، چربی و تانن است. هیدروکلوئید حاصل از لایه اطراف (پوسته) دانه اسفرزه دارای دو بخش است که یک بخش در آب سرد و بخش دیگر در آب داغ محلول است. بخش محلول در آب داغ پس از سرد شدن به حالت ژل در می‌آید. سبوس دانه اسفرزه (پیسیلیوم) حاوی مقادیر بالایی از موسیلاژ می‌باشد که بوسیله آسیاب کردن یا تراشیدن لایه خارجی دانه بدست می‌آید و تقریباً حدود ۲۵ درصد از کل دانه را تشکیل می‌دهد [٤]. موسیلاژ این دانه، ماده‌ای فیبری سفید رنگ است که آب را به خود جذب کرده و تشکیل یک ژل بی‌رنگ شفاف را می‌دهد. قسمت تشکیل دهنده موسیلاژ ترکیبی محلول در قلیا می باشد که از آرابینوز، زایلوز و به مقادیر ناچیزی از قند های دیگر تشکیل شده است. از جمله ویژگی‌های این موسیلاژ این است که تمایل بالا به جذب آب دارد، غیر سمی است و حدود ۲۰ برابر حجم اولیه‌اش متورم می‌شود. از لحاظ شیمیایی خنثی است و در بدن هضم و جذب نمی‌شود [۵]. صمغ‌ها به عنوان جایگزین چربی، جایگزین گلوتن، عامل ضد بیاتی و منبع فیبر رژیمی استفاده می‌شوند [٦]. هیدروکلوئیدها در محصولات نانوایی جهت بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری کاربرد گسترده‌ای دارند. در همین راستا خانعلی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) اثر موسیلاژ اسفرزه را در کیفیت ماندگاری نان بربری در سطوح ۰ تا ۰/۵ درصد مورد مطالعه قرار دادند و نتایج این محققان حاکی از این بود که موسیلاژ جذب آب، زمان گسترش و پایداری خمیر را در اغلب سطوح افزایش ولی شاخص مقاومت و درجه سست شدن خمیر را کاهش داد، در تمامی سطوح بافت محصول نرمتر از نمونه شاهد بوده و بیاتی نیز به تعویق افتاد [۷]. عزیزی (Azizi) و رائو (Rao) (۲۰۰٤)، با افزودن صمغ‌های گزانتان، گوار، خرنوب و کارایا به آرد باعث بهبود خواص رئولوژیکی و کیفیت نان شدند [۸]. در مطالعه بیک‌زاده و همکاران (۱۳۹٦)، موسیلاژهای قدومه شیرازی به میزان ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد در کیک اسفنجی استفاده گردید. نتایج نشان داد که افزودن موسیلاژ تا سطح ۰/۷۵ درصد باعث بهبود ویژگیهای حسی و ماندگاری محصول و وزن مخصوص خمیر، حجم، دانسیته ظاهری و تقارن گردید. در طی روزهای نگهداری پس از پخت، بالاترین درصد رطوبت و کمترین میزان سفتی متعلق به نمونه با ۰/۷۵ درصد صمغ بود [۹]. در مطالعه دیگر پیغمبردوست و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر صمغ ریحان را در سطوح ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد بر خواص حسی کیک اسفنجی بررسی کردند. نتایج حاکی از این بود که افزودن موسیلاژ ریحان سبب بهبود خواص حسی و تازه ماندن محصول شده بود [۱۰].

به طور کلی، هدف از انجام این پژوهش مقایسه و یافتن مناسب‌ترین هیدروکلوئید جهت بهبود کیفیت کیک اسنجی و افزایش ماندگاری آن بود. برای این منظور از یک نوع صمغ بومی و یک نوع صمغ تجاری در فرمولاسیون استفاده شد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد اولیه پایه کیک

فرمولاسیون کیک اسفنجی با استفاده از آرد نول، شکر آسیاب شده، روغن هیدروژنه نیمه جامد، وانیل، بیکینگ پودر،

1. *Xanthomonas campestris*

شیرخشک، آب پنیر و تخم‌مرغ انجام گرفت. ویژگیهای آرد گندم مصرفی در جدول ۱ آمده است.

Table 1 Flour characteristics

Features	Wheat flour % (W/W)
Moisture	14.44±0.63
Protein	8.28±0.03
Gluten	26±0.88
Ash	0.44±0.03
Zeleny	17.60±0.54

(Mean data ± SD)

به منظور تهیه فرمولاسیون، آرد نول با درجه استخراج ٦٤ درصد از کارخانه ارس مهر تبریز خریداری گردید، شکر آسیاب شده به صورت فله‌ای، روغن هیدروژنه لادن، بیکینگ-پودر، وانیل، شیرخشک و تخم‌مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه شد. برای حفظ تازگی محصول، تخم‌مرغ بصورت روزانه خریداری گردید. دانه اسفرزه از فروشگاه گیاهان دارویی تهیه گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- استخراج موسیلاژ اسفرزه

طبق روش عسکری و همکاران (۱۳۸۷) به میزان ۱۰۰ گرم از دانه اسفرزه با رطوبت اولیه ۵/۹۳ درصد (وزن مرطوب) در داخل یک آسیاب آزمایشگاهی (تفال، فرانسه) قرار گرفت و آسیاب گردید. پس از آسیاب کردن دانه‌های اسفرزه، برای جداسازی مغز دانه از پوسته در مخلوط آسیاب شده، از الک آزمایشگاهی با شماره مش ۱۸ عبور داده شد. درصد سبوس یا پوسته حاصله، معادل ۲۷ درصد دانه اولیه برآورد گردید. برای جداسازی موسیلاژ از سبوس، سبوس دانه‌های اسفرزه را با مقدار ۳۰ برابر وزنشان در آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد مخلوط گردید. سپس مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ (سیگما، آلمان) گردید. در نهایت موسیلاژ حاصل از مرحله قبل با استفاده از آون (ممرت، آلمان) در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد خشک شده و در بسته‌بندی‌های غیر قابل نفوذ به رطوبت نگه‌داری شد [۱۱].

۲-۲-۲- آزمونهای آرد گندم مورد استفاده در فرمولاسیون کیک اسفنجی

ویژگیهای شیمیایی آرد مصرفی شامل رطوبت با استفاده از روش AACC شماره ٤٤-١٥ با کمک آون (ممرت، آلمان) در دمای ۱۰۳ درجه سانتیگراد به مدت ٦٠ دقیقه، خاکستر (۰۸-۰۱) توسط کوره (مدل ۱۲۵۲، هرائوس، آلمان) با دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ٦-٤ ساعت، پروتئین (٤٦-١٢)، گلوتن مرطوب (۳۸-۱۰) و عدد زلنی (٦٠-٥٦) اندازه-گیری شدند [۱۲].

۲-۲-۳- روش تولید کیک

تهیه خمیر با روش شکر-خمیر بر اساس دستورالعمل جدول (۲) انجام گرفت [۱۳]. صمغ‌ها در نسبت‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ درصد بر وزن آرد به فرمولاسیون افزوده شدند. پس از تهیه ۱۵۰۰ گرم خمیر کیک، ٤٠ گرم خمیر در قالبهای گالوانیزه به ابعاد ۸×۵×٤ سانتی‌متر ریخته شده و به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در فر (ووس، آلمان) با دمای ۱۹۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد پخته شد. پس از پخت، خنک کردن در دمای محیط به مدت ٤٥-٣٠ دقیقه انجام گرفت. سپس کیک‌ها در بسته-بندی‌های پلی اتیلنی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شدند.

Table 2 The formulations used for sponge cakes

Ingredient	Gram based on the weight of the cake flour	Method
Oil Refined sugar	57 72	The creaming was done to produce light colour cake batter. (in about 10 minutes)
Eggs	72	Was added in 4-5 section.
Flour	100	
Baking powder Milk powder Vanilla Whey powder Gums	1.34 2 0.5 4 0.25, 0.5, 0.75	Powder ingredients Sift together and add to make the dough become semi-smooth
Water	25	After adding water, the dough was smooth

۲-۲-٤- آزمون‌های خمیر و کیک

وزن مخصوص[1]: وزن مخصوص خمیر از طریق محاسبه نسبت وزن ۲٤۰ میلی‌لیتر از خمیر کیک به وزن ۲٤۰ میلی‌لیتر آب اندازه‌گیری شد.

حجم کیک: حجم با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا[3] اندازه‌گیری شد. برای این منظور ظرفی با حجم معین با استفاده از دانه‌های کلزا پر شده و حجم ظرف از طریق اندازه‌گیری حجم دانه‌های کلزا با استفاده از استوانه مدرج محاسبه شد. سپس کیک در ظرف قرار داده شد و فضای خالی باقی‌مانده با دانه‌های کلزا پر و حجم دانه‌ها توسط استوانه مدرج اندازه-گیری شد. اختلاف این دو حجم برابر با حجم کیک بود [١٤].

رطوبت: رطوبت کیک شماره (٤٤-١٥) در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت طی روزهای ۱، ۷ و ١٤ روز پس از پخت اندازه‌گیری شد [١٢].

سفتی بافت: به منظور بررسی تاثیر درصدهای مختلف صمغ‌ها بر سفتی، بافت کیک در روزهای ۱، ۷ و ١٤ پس از پخت اندازه‌گیری شد. سفتی به عنوان حداکثر مقاومت در مقابل تغییر شکل به میزان ٤۰ درصد فشردگی در بافت در نظر گرفته شد. به این منظور میزان سفتی[4] بافت نمونه‌های کیک با استفاده از ماشین آزمون عمومی (اینستران) (مدل ۱۱٤۰، انگلستان) با اصلاح روش پیشنهاد شده توسط هس (Hess) و سستر (Setser)۱۹۸۳ اندازه‌گیری شد [۱۵]. برای این‌کار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/٥٤ سانتیمتر از بافت مغز کیک بدون پوسته جدا شده و پروب دستگاه به اندازه یک سانتیمتر (٤۰ درصد) از بافت را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط سل بارگذاری دستگاه[5] ٥ الی ٥۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ٥۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چارت ۲٥۰ میلی‌متر بر دقیقه (نسبت چارت به پروب ٥ به ۱) در نظر گرفته شد. ماکزیمم نیروی فشاری وارد شده به نمونه بر حسب نیوتن به صورت F_{max} گزارش شد.

ارزیابی حسی[6]: مقبولیت ویژگی‌های حسی کیک‌های تازه و نگهداری شده در دمای اتاق در روزهای مختلف توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده مورد مطالعه قرار گرفت. روش ارزیابی هدونیک ٥ نقطه‌ای بود، به این منظور یک فرم ارزیابی ٦ قسمتی برای بررسی خلل و فرج کیک، نرمی و سفتی بافت، خشک یا خمیری بودن بافت کیک در حین جویدن، رنگ پوسته یا سطح فوقانی و تحتانی کیک، رنگ مغز کیک و عطر و طعم کیک بر اساس روش AACC شماره ۹۰-۱۰ اصلاح شده بر اساس روش رونـدا (Ronda) و همکاران (۲۰۰٥) و لی (Lee) و همکاران ۲۰۰۸ تهیه شد [۱۷ و ١٦، ١٢]. برای هر ویژگی امتیاز ۱ نشان‌دهنده پائین‌ترین کیفیت و امتیاز ٥ نماینده بهترین کیفیت بود. ابتدا داوران برای آشنائی با مفاهیم ویژگی-های مورد ارزیابی آموزش داده شدند و هر نمونه با کد فرضی در اختیار داوران قرار داده شد. به منظور بررسی تأثیر فاکتور زمان بر بافت و کیفیت محصول، ارزیابی حسی در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت انجام گرفت و نمره نهایی کیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

مجموع ضرایب/ مجموع امتیازات = نمره نهایی

۲-۲-٥- آنالیز آماری

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات فیزیکی، حسی و بیاتی نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab در طرح کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای بررسی تاثیر تیمارها از تحلیل واریانس استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن اثرات مورد بررسی در تحلیل واریانس، مقایسه دو به دوی میانگین تیمارها با آزمون تعقیبی Sidak با سطح معنی‌داری ٥ درصد انجام شد. در اندازه‌گیری رطوبت و سفتی بافت کیک و در ویژگی‌های حسی، اثرات متقابل درصدهای مختلف صمغ‌ها و روز نگهداری و در سایر صفات فیزیکی اثر درصدهای مختلف صمغ‌ها بررسی شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی وزن مخصوص خمیر

نتایج حاصل از بررسی تأثیر درصدهای مختلف صمغها بر وزن مخصوص خمیر کیک در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین وزن مخصوص مربوط به نمونه حاوی ۰/۷٥ درصد گزانتان و ۰/۲٥ درصد اسفرزه می باشد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند($p<۰/۰٥$). کمترین وزن مخصوص مربوط به نمونه با ۰/۲٥ درصد گزانتان بود که با تمام نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($p<۰/۰٥$). موسیلاژها با افزایش ویسکوزیته خمیر موجب کند شدن سرعت انتشار گاز و حفظ آن در مراحل اولیه پخت شده و باعث به دام انداختن مقدار

1. Specific gravity
2. Seed displacement
3. Firmness
4. Load cell
5. Sensory evaluation

بیشتری حباب گاز می‌شوند (۱۸). تغییر در ویسکوزیته خمیر هم احتمالا به دلیل وجود برهمکنش بین هیدروکلوئید و گرانول‌های نشاسته می‌باشد. ویسکوزیته حداکثر، نشان دهنده توانایی گرانول‌های نشاسته جهت متورم شدن پیش از شکسته شدن فیزیکی آن است. نشاسته با قدرت متورم شدن بالا باعث افزایش ویسکوزیته حداکثر می‌شود [۱۹]. با توجه به رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک [۲۰] می‌توان نتیجه گرفت که کیک‌های دارای ۰/۲۵ درصد گزانتان دارای قدرت بیشتری در ایجاد ویسکوزیته داشته در نتیجه دارای بیشترین قابلیت نگهداری هوا در خمیر بوده و کمترین وزن مخصوص در خمیر را بوجود می‌آورد.

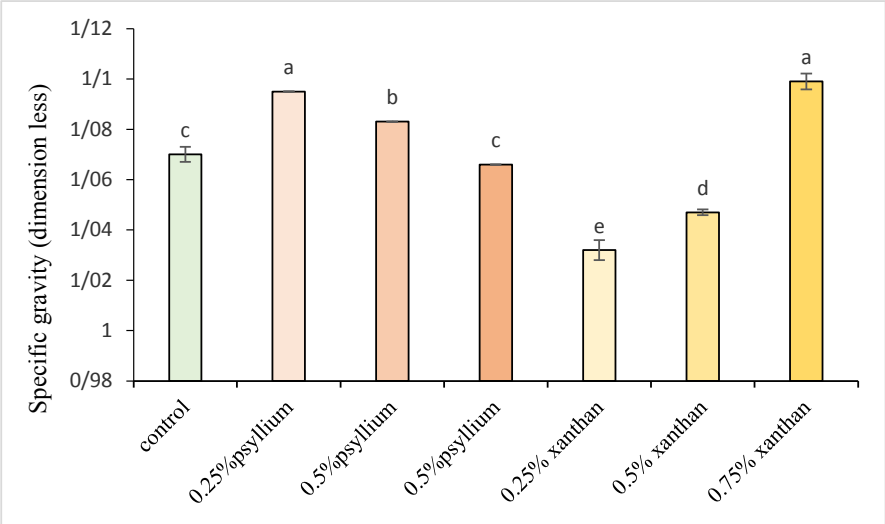

Fig 1 Specific gravity of sponge cake batter containing different levels of psyllium seed and xanthan gums.

۳-۲- ارزیابی حجم کیک

نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجم کیک‌های تولیدی در شکل ۲ نشان داده شده است. نمونه‌های حاوی ۰/۷۵ درصد اسفرزه از نظر حجم اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان نداشتند. نمونه ۰/۲۵ درصد گزانتان بالاترین و نمونه ۰/۷۵ درصد گزانتان پایین‌ترین حجم را داشت. میان وزن مخصوص خمیر کیک و حجم کیک رابطه معکوس برقرار است [۲۱]. بیشترین وزن مخصوص در نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد اسفرزه و ۰/۷۵ درصد گزانتان مشاهده شد. بنابراین این کیکها دارای کمترین حجم در میان سایر تیمارها بودند. حجم کیک نشان دهنده میزان هوا، بخار آب تولید شده و دی اکسید کربن و میزان تغییرات آن در طول پخت در خمیر کیک می‌باشد. صمغ‌ها با افزایش ویسکوزیته خمیر موجب کند شدن سرعت انتشار گاز و حفظ آن در مراحل اولیه پخت شده و با به دام انداختن مقدار بیشتری حباب گاز حجم کیک را افزایش می‌دهند (۱۸). راسل (Rosell) و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که بکارگیری صمغ‌های آلژینات سدیم، کاراجینان و گزانتان باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در حجم ویژه نان می‌شوند [۲۲] . میلر و هسنی (Miller & Hoseney) (۱۹۹۳) نشان دادند که کیک تولیدی حاوی صمغ گزانتان از نظر حجم و ارتفاع، مشابه نمونه‌های شاهد بودند [۲۳]. دهقان تنها و کریمی (۱۳۹۵) نشان دادند که با افزودن صمغ اسفرزه تا سطح ۰/۲۵ درصد میزان حجم مخصوص نمونه‌های نان به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش می‌یابد [۲٤].

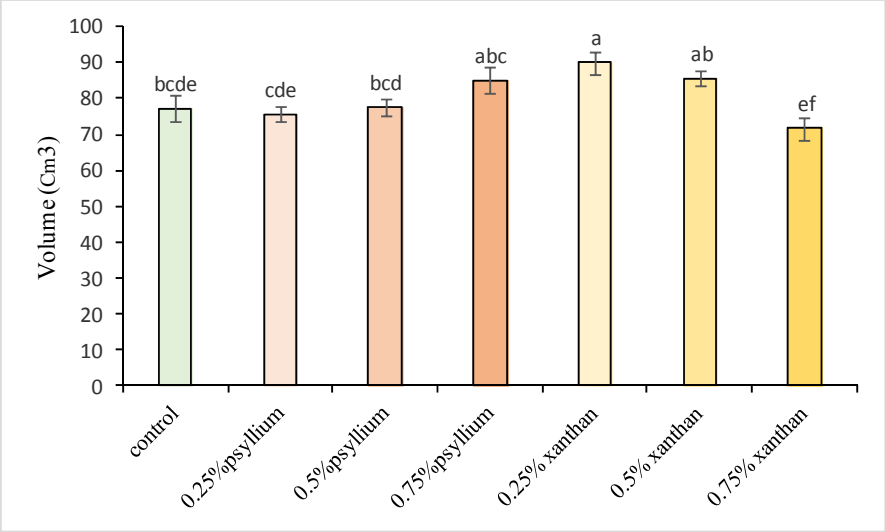

Figure 2. Volume of sponge cake containing different levels of psyllium seed and xanthan gums.

۳-۳- ارزیابی رطوبت کیک

در روز اول با بررسی اثر هیدروکلوئیدها بر میزان رطوبت نمونه‌های کیک (شکل ۳)، بالاترین درصد رطوبت مربوط به تیمارهای ۰/۷۵ اسفرزه و ۰/۲۵ درصد گزانتان بوده که با بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دارند. در روز هفتم و چهاردهم نمونه ۰/۲۵ درصد گزانتان و ۰/۷۵ اسفرزه دارای بیشترین درصد رطوبت بوده و نمونه کنترل کمترین درصد رطوبت را داراست ($p<۰/۰۵$). لازم به ذکر است که از میزان رطوبت تمام نمونه‌ها در طی مدت زمان نگهداری کاسته شده است که این کاهش در نمونه کنترل بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. صمغ‌ها به دلیل دارا بودن ویژگی‌های هیدروفیلی، جذب آب خمیر را افزایش می‌دهند. این امر احتمالاً به دلیل وجود گروه-های هیدروکسیل در ساختار صمغ است که با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند [۲٦ و ۲۵]. بر اساس نظر بارسناس و راسل (Barcenas & Rosell) (۲۰۰٦) و مک کارتی (McCarthy) و همکاران (۲۰۰۵) طبیعت آب دوست صمغ-ها موجب افزایش برهمکنش و جذب آب آرد شده و باعث افزایش قابلیت حفظ آب در حین پخت و نگهداری و کاهش مولکول‌های آب آزاد و در نتیجه کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین می‌شود [۲۸ و ۲۷]. صحرائیان و همکاران (۲۰۱۳) با افزودن صمغ شاهی و کوچکی و همکاران (۱۳۹۰) با افزودن صمغ قدومه به نان، افزایش میزان رطوبت را گزارش کردند [۲۹ و ۹].

۳-٤- ارزیابی بافت کیک

افزودن صمغ‌ها به آرد، باعث کاهش سفتی کیک‌های حاصل از آن گردید (شکل ٤). در بین صمغ‌ها، در غلظتهای پایین، صمغ گزانتان نسبت به اسفرزه اثر بیشتری بر نرمی بافت نمونه‌ها داشت. همانگونه که نتایج میزان سفتی بافت نمونه‌ها در فاصله زمانی ۱ روز پس از پخت نشان می‌دهد، نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان بطور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بافت نرمتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارند. میزان سفتی بافت در فاصله زمانی ۷ و ١٤ روز پس از پخت نشان داد که در بازه زمانی ۷ روز پس از پخت، کمترین میزان سفتی مربوط به نمونه حاوی ۰/۲۵، ۰/۵ درصد گزانتان و ۰/۷۵ درصد اسفرزه بوده که اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با یکدیگر ندارند. در روز ١٤ پس از پخت، نرمترین نمونه دارای ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان بود. بیشترین میزان سفتی در هر دو بازه زمانی، مربوط به نمونه کنترل بود.

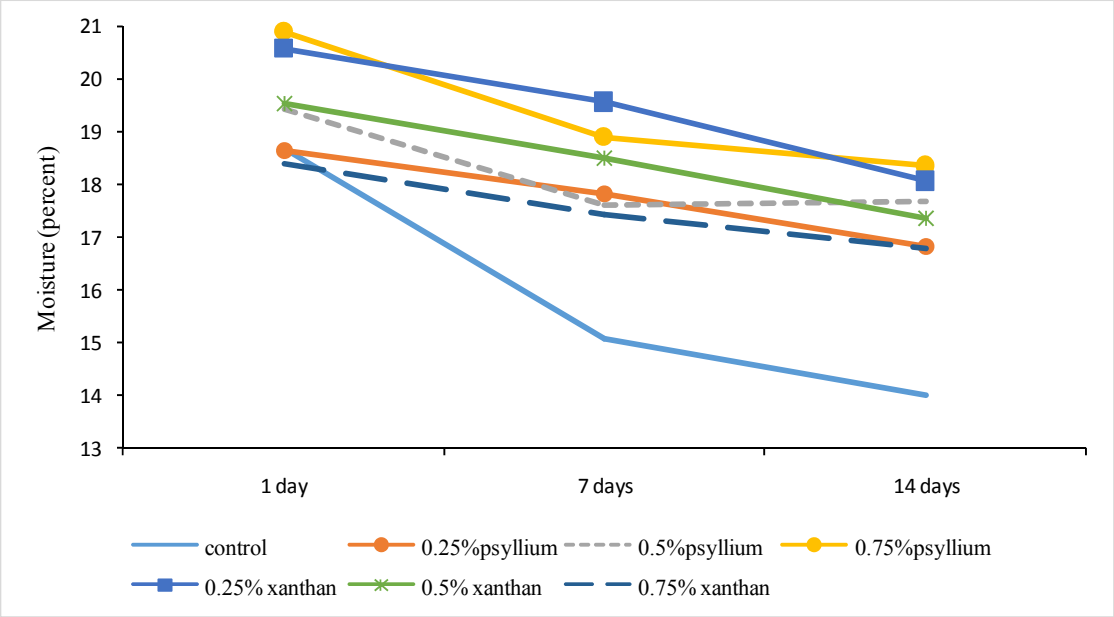

Fig 3 Moisture content of sponge cake containing different levels of psyllium seed and xanthan gums during 1, 7 and 14 days after baking.

به طور کلی، در غلظت ۰/۷۵ درصد صمغ اسفرزه، سفتی نمونه‌های کیک تقریبا معادل سفتی نمونه‌های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد صمغ گزانتان بود. لازم به ذکر است که بر میزان سفتی تمام نمونه‌ها در طی مدت زمان نگهداری افزوده شد که این افزایش در نمونه کنترل بیشتر بود. در مورد مکانیسم اثر صمغ‌ها بر کاهش سفتی نمونه‌های آردی طبق تحقیقات بیلیاردیس (Biliaderis) و همکاران (۱۹۹۷) صمغ‌ها مانع بهم پیوستن زنجیره‌های آمیلوزی شده و در نتیجه باعث تضعیف ساختار نشاسته می‌گردند. همچنین صمغ‌ها مانع تورم گرانول‌های نشاسته شده و باعث خارج شدن رشته‌های آمیلوزی می‌شوند [۳۰]. از سوی دیگر صمغ‌ها با برقراری پیوند هیدروژنی با آب و با حفظ رطوبت و نگهداری آن بیاتی را به تاخیر میندازند به همین دلیل بین سفتی کیک و درصد رطوبت آن رابطه معکوس وجود دارد (۳۴-۳۱). بطوریکه در این تحقیق نمونه‌های کنترل دارای کمترین درصد رطوبت و بیشترین میزان سفتی هستند. ایوبی و همکاران (۱۳۸۷) با افزودن صمغ گوار و گزانتان باعث بهبود بافت محصول شدند (۲۶). دهقان تنها و کریمی (۱۳۹۳) گزارش کردند که با افزایش میزان صمغ اسفرزه تا سطح ۰/۲۵ درصد و آنزیم آمیلاز تا سطح ۰/۰۲ درصد، میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در هر دو بازه زمانی به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت به طوریکه کمترین میزان سفتی بافت به نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد صمغ اسفرزه تعلق گرفت (۲٤). نتایج به دست آمده مشابه نتایج حاصل از تحقیق حاج محمدی و همکاران (۲۰۱٤) می‌باشد [۳۵].

۳-۵- ارزیابی ویژگی‌های حسی

میانگین شاخص‌های آنالیز ویژگیهای حسی کیک در روز اول پس از پخت در شکل ۵ نشان داده شده است. نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ درصد گزانتان حاوی بالاترین امتیاز را از جهت خلل و فرج دارد. از نظر نرمی/سفتی نمونه‌های دارای ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان و از جهت خشکی/خمیری نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد گزانتان بیشترین نمره را داشتند. بالاترین امتیاز مربوط به رنگ پوسته متعلق به نمونه‌های با ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۵ درصد گزانتان و رنگ مغز بافت مربوط به ۰/۵ اسفرزه و ۰/۲۵ درصد گزانتان بود. از نظر عطر و طعم نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان دارای بالاترین امتیاز بودند که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نداشتند.

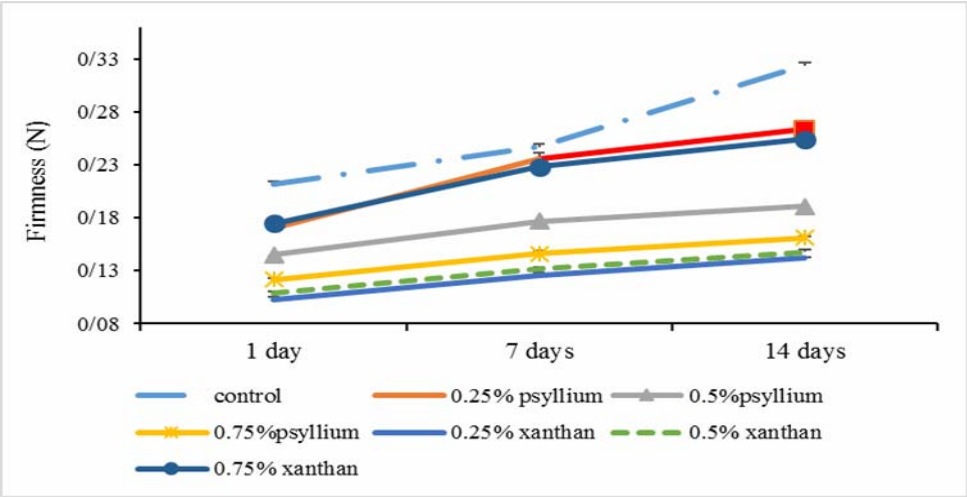

Fig 4 Firmness of sponge cake containing different levels of psyllium seed and xanthan gums during 1, 7 and 14 days after baking.

دهقانی فیروز آبادی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که نمونه‌های کیک حاوی ۰/۱ و ۰/۱۵ اسفرزه دارای مطلوبیت رنگ بالاتر و نمونه دارای ۰/۱ درصد صمغ دارای طعم بهتری بودند که این افزایش مطلوبیت در مورد رنگ احتمالا بدلیل تشدید واکنش میلارد و کاراملیزاسیون در سطح پوسته کیک می‌باشد [۱۰].

همچنین نمره نهایی ارزیابی حسی نشان دهنده میزان مقبولیت نمونه کیک و رضایت کلی داوران از مجموع ویژگیهای حسی آن می‌باشد. همانگونه که در جدول ۳ نشان داده شده است. در ارزیابی حسی بالاترین پذیرش کلی در روز اول و هفتم پس از پخت مربوط به نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نداشتند. در روز چهاردهم، نمونه‌های حاوی ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان دارای بالاترین پذیرش کلی بودند. طبق اظهارات بنچ (Bench) (۲۰۰۷) افزایش مقبولیت نمونه‌های حاوی هیدروکلوئیدها بدلیل حفظ رطوبت و نرمی و عطر و طعم بوسیله صمغ‌ها می‌باشد. بطورکلی نمونه کنترل و نمونه با ۰/۲۵ درصد اسفرزه و ۰/۷۵ درصد گزانتان دارای کمترین میزان مقبولیت بودند[۳۶]. در طول دوره نگهداری نمونه‌ها، روند کاهشی در مقبولیت کیک‌های حاصل مشاهده می‌شود، که این کاهش مقبولیت به علت کاهش رطوبت و سفتتر شدن نمونه‌ها و رخ دادن بیاتی در طول مدت زمان نگهداری است. با توجه به تحقیقات دهقان تنها و همکاران (۱۳۹۳) نمونه‌های دونات حاوی ۰/۲۵ درصد سفرزه بالاترین مقبولیت حسی را داشتند [۲٤]. حاج محمدی و همکاران (۲۰۱٤) و سومیا (Sowmya) و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که افزودن هیدروکلوئیدها باعث افزایش پذیرش کیک تولیدی می‌گردد [۳۵ و ۲۵].

Table 3 Overall acceptability of sponge cakes containing different levels of psyllium seed and xanthan gums (1, 7 and 14 days after baking)

	Gums						
	Psyllium (%)				Xanthan (%)		
Day	0	0.25	0.5	0.75	0.25	0.5	0.75
1	4.12 ± 0.10^{cde}	4.19 ± 0.18^{bcde}	4.40 ± 0.23^{abcd}	4.59 ± 0.12^{abc}	4.76 ± 0.15^{ab}	4.63 ± 0.20^{abc}	3.96 ± 0.40^{de}
7	3.29 ± 0.15^{cd}	3.54 ± 0.14^{bcd}	3.62 ± 0.12^{abcd}	3.91 ± 0.07^{abcd}	4.25 ± 0.43^{ab}	3.83 ± 0.19^{abcd}	3.16 ± 0.28^{d}
14	2.95 ± 0.36^{c}	2.95 ± 0.19^{c}	3.12 ± 0.12^{bc}	3.45 ± 0.14^{ab}	4.08 ± 0.07^{a}	3.58 ± 0.07^{ab}	2.91 ± 0.07^{c}

Values are the average of triplicates±standard deviation. For each characteristic, data followed by different letters are significantly ($P< 0.05$) different.

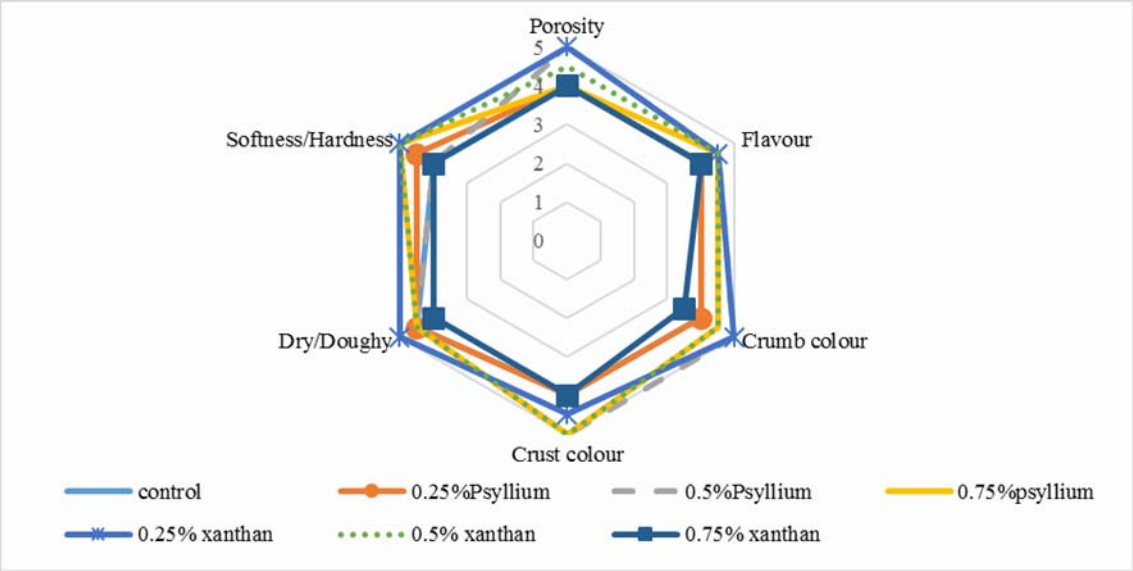

Fig 5 Spider-graph for the sensory profile of sponge cakes containing different levels of psyllium seed and xanthan gums.

٤- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد گزانتان دارای کمترین وزن مخصوص و بالاترین حجم بود. میزان جذب و نگهداری آب در ۰/۷۵ درصد صمغ اسفرزه مشابه غلظت ۰/۲۵ درصد صمغ گزانتان بود. صمغ گزانتان و اسفرزه باعث کاهش سفتی و تعویق بیاتی نمونه‌های کیک در طول نگهداری محصول شدند که این بهبود بافت در مورد صمغ گزانتان چشمگیرتر بود. در طول مدت نگهداری، نمونه‌های حاوی ۰/۷۵ درصد اسفرزه و ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد گزانتان از نظر مقبولیت کلی اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با یکدیگر نداشتند. به طور کلی در غلظت ۰/۷۵ درصد صمغ اسفرزه، ویژگیهای نمونه‌های کیک اسفنجی حاصل تقریبا معادل نمونه-های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد صمغ گزانتان بود. افزودن صمغ دانه اسفرزه ویژگی‌های خمیر و کیک اسفنجی حاصل را ارتقاء می‌بخشید.

٥- سپاسگزاری

مطالعه فوق بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد که در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به ثبت رسیده است. از معاونت پژوهشی این دانشگاه به جهت حمایت مالی تقدیر و تشکر می‌گردد.

٦- منابع

[1] Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids at the interfaces and the influence on the properties of dispersed system. Food Hydrocolloid. 17: 25-39.

[2] Movahhed, S., Ranjbar, S., Nematti, N. & Sokotifar, R. 2012. Evaluation of the effect of Carboxy Methyl Celluloser on sensory properties of Gluten - Free cake. Research Journal of Applied Sciences. 4. (19): 3819-3821.

[3] Renard, D., Velde F. V. D., & Visschers R. W. 2006. The gap between food gel structure, texture and perception. Food Hydrocolloid. 20: 423-431.

[4] Beikzadeh, S., Peighambardoust, S. H., Beikzadeh, M., Asghari Javar-Abadi, M., Homayouni-Rad, A. 2016. Effect of Psyllium Husk on Physical, Nutritional, Sensory, and Staling Properties of Dietary Prebiotic Sponge Cake. Czech Journal of Food Sciences. 34 (6): 534-540.

[5] Beikzadeh, S., Peighambardoust, S. H., Homayouni-rad, A., Beikzadeh, M. 2017. Effects of Psyllium and Marve Seed Mucilages on Physical, Sensory and Staling Properties of Sponge Cake. Journal of Agricultural Science and Technology. 19(5): 1079-1089.

[6] Beikzadeh, M., Peighambardoust, S. H., Beikzadeh, S., Homayouni-Rad, A. 2017.

[16] Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. Food Chemistry. 90: 549-555.

[17] Lee, C.C., Wang, H.F. and Lin, S.D. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. Cereal Chemistry. 85: 515-521.

[18] Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C., and Galotto, M. J. 2003. Different Hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids.18 (2): 241-247

[19] Tipples, K., D'Appolonia, B., Dirks, B., Hert, R., Kite, F., Matsuo, R., Patton, J., Ranum, P., Shuey, W., and Webb, B. (1980). In C. Shuey and K. Tipples (Eds.), the amylograph handbook. USA: The American Association of Cereal Chemists. Pp. 12-24

[20] Baeva, M.R., Panchev, I.N., & Terzieva, V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. Die Nahrung. 44: 242-246.

[21]. DesRochers, J.L., Seitz, K.D., Walker, C.E., Wrigley, C., & Colin, W. 2004. In *Encyclopedia of Grain Science*. Elsevier. pp. 129-133.

[22]. Rosell, C. M., Rojas, J. A., and Benedito de Barber, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloid. 15: 75-81.

[23] Miller, R. A., & Hoseney, R. C. 1993. The role of xanthan gum in white layer cakes. Cereal Chemistry. 70 (5): 585-588.

[24] Dehghan Tanha, L., Karimi, M. 2016. Application of Plantago gum and fungal α-amylase enzyme on Physicochemical and organoleptic properties of doughnut. Iranian Journal of Food Science Technology. 13 (52): 103-112. [In Persian].

[25] 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 Hydrocolloid. 23: 1827-1836.

[26] Ayoubi, A., Najafi, M. and Karimi, M. 2008. The effects of adding whey protein concentrates (WPC) and guar and xanthan gums on quality and physicochemical properties of cake. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 4 (2): 33-46. [In Persian].

Effect of Inulin, Oligofructose and Oligofructose-Enriched Inulin on Physicochemical, Staling, and Sensory Properties of Prebiotic Cake. Journal of Agricultural Science and Technology. 19(6): 1241-1252

[7] Khan Ali Pour M, Mazaheri Tehrani M, Haddad Khoda parast, M.H, Koocheki A, Karimi M. 2010. Effect of Plantago gum and starch factory effluent on the quality and shelf life of Barbari bread. Mashhad: Ferdowsi University, M.C. Faculty of Agriculture.

[8]. Azizi, M. H., and Rao, G.V. 2004. Effect of surfactant gel and gum combinations on dough rheological characteristics and quality of bread. Journal of Food Quality. 27: 320-336.

[9] Beikzadeh, S., Peighambardoust, S. H., Beikzadeh, M., Asghari Javar-abadi, M., Homayouni-Rad, A. 2017. Effect of qodume shirazi seed mucilage on physical, sensory and staling properties of sponge cake. Iranian Journal of food science and technology 14, 209-220 [In Persian].

[10] Peighambardoust, S. H., Homayouni Rad, A., Beikzadeh, S., Asghari Jafar-abadi, M. 2016. Effect of basil seed mucilage on physical, sensory and staling properties of sponge cake. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 47(1): 1-9 [In Persian].

[11] Askari, H., Farahnaky, A., Aminlari, M., Majzoobi, M., Mesbahi, G.H. 2008. Extraction of mucilage gum (*Plantago ovata L.*) and the study of its rheological properties. Proceedings of the eighteen National Congress on Food Technology. Mashhad. Iran. [In Persian].

[12] AACC. 1999. Approved method of the AACC, American Association of Cereal Chemist, St, Paul, MN

[13] Peighambardoust, S. H. 2009. Technology of cereal products. Tabriz University of Medical Sciences publishers. 2: 217-219. [In Persian].

[14]. Lin, S.D., Hwang, C.F. and Yeh, C.H. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. Journal of Food Science. 68: 2107-2110.

[15] Hess, A. and Setser, C.S. 1983. Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. Cereal Chemistry. 60: 337-341.

[27] Barcenas, M. E. and Rosell, C. M. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. Journal of Food Engineering. 72: 92-99.

[28] McCarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J and Arendt, E. K. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten free bread. Cereal Chemistry. 82: 609-615.

[29] Sahraiyan, B., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Hadad Khodaparast, M. H., Ghiafeh Davoodi, M., Sheikholeslami, Z. and Naghipour, F. 2014. The effect of Balangu Shirazi (*Lallemantiaroyleana*) gum on quantitative and qualitative of surghum gluten free bread. Iranian Journal of Food Science Technology. 42 (11): 129-139. [In Persian].

[30] Biliaderis, C. G., Arvanitoyannis, I., Izydroczyk, M. S., and Prokopowich, D. J. 1997. Effect of hydrocolloids on gelatinization and structure formation in concentrated waxy maize and wheat starch gels. Starch/ Staerke. 49: 278-283.

[31] Fik, M., and Surowka, K. 2002. Effect of prebaking and frozen storage on the sensory quality and instrumental texture of bread. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82: 1268-1275.

[32]. Hug-Iten, S., Escher, F., and Conde-Petit, B. 2003. Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. Cereal Chemistry. 80: 654-661.

[33]. Sharadanant, R. and Khan, K. 2003. Effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough: II. Bread characteristics. Cereal Chemistry. 80: 773-780.

[34]. Ribotta, P., Leon, A., and Anon, C. 2003. Effect of freezing and frozen storage on the gelatinization and retrogradation of amylopectin in dough baked in a differential scanning calorimeter. Food Research International. 36: 357-363.

[35] Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslami, M., Molavi, H. 2014. Evaluation effect of tragacanth gum on quality properties of sponge cake. Iranian Journal of Food Science Technology. 42 (11): 1-8. [In Persian].

[36] Bench, A. 2007. Water Binders for Better Body: Improving Texture and Stability with Natural Hydrocolloids. Food and Beverage Asia. pp 32-3

Effect of psyllium seed and xanthan gums on physical, sensory and staling properties of sponge cake

Beikzadeh, S. [1], Peighambardoust, S. H.[2], Azizi, A. [3], Beikzadeh, M. [1], Asghari Jafar-abadi, M. [4], Homayouni-Rad, A.[5*]

1. M.Sc student of Food Sciences and Technology, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.
2. Professor of Food Technology, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3. Associate professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Training and Extension Organization, Ministry of Jihad Agriculture, Karaj, Iran.
4. Associate professor, Road traffic injury research center, Faculty of Hygiene, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.
5. Professor of Food Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

(Received: 2016/03/31 Accepted:2017/11/12)

Retarding the staling rate of baked products is one of the issues which has nutritional and economical importance. The application of hydrocolloids in bakery products increases shelf life and postpones staling. Nowadays, it appears to be a necessity to study, extract and determine the functional properties of the hydrocolloid components of native plants since most of them are imports. So, in this study the effect of different concentrations (0, 0.25, 0.5 and 0.75%) of a native hydrocolloids (psyllium seed mucilage) and a commercial hydrocolloid (xanthan) on quality properties of sponge cake were investigated. The results showed that the lowest specific gravity was related to sample containing 0.25% xanthan. During the storage time, the highest moisture content and the lowest firmness were observed in sample including 0.25% xanthan and 0.75% psyllium. The samples containing 0.25% and 0.5 % xanthan had no significantly difference ($p>0.05$) compared to the sample with 0.75% psyllium for volume and the overall acceptability. In general, it can be concluded that the properties of sponge cake containing 0.75% psyllium gum were approximately equivalent to samples including 0.25% and 0.5% xanthan.

Keywords: Sponge cake, Hydrocolloid, Xanthan, Psyllium, Shelf life

*Corresponding Author E-Mail Address: homayounia@tbzmed.ac.ir