

تأثیر جایگزینی شکر با شیر خرمای و استویا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

ندا محافظ^{۱*}، مهدی قره خانی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۲)

چکیده

در این پژوهش، به بررسی اثر استفاده از شیر خرمای (۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد شکر) و شیرین‌کننده استویا (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۶ درصد آرد) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج پرداخته شد. در مورد نتایج آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی کیک کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج، با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای کیک رطوبت به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت ($p < 0/05$). این روند در نمونه‌های حاوی استویا عکس بود. افزایش درصد شیر خرمای باعث افزایش و افزودن استویا باعث کاهش معنی‌دار قندهای احیاء‌کننده کیک‌ها نسبت به نمونه شاهد شد ($p < 0/05$) ولی درصدهای مختلف استویا تأثیر معنی‌دار بر میزان قندهای ساده نداشت ($p > 0/05$). میزان اسیدیته نمونه‌ها نیز با افزایش شیر خرمای و همچنین استویا افزایش یافت. از طرفی مشخص گردید که افزودن غلظت‌های مختلف استویا بر حجم کیک‌ها تأثیر معنی‌دار نداشت ($p > 0/05$). افزایش میزان شیر خرمای و استویا در نمونه‌های کیک به ترتیب باعث کاهش و افزایش فاکتور رنگی L^* گردید. در مورد آنالیز حسی در بین ۷ تیمار، کیک‌های حاوی ۳۰ و ۶۰ درصد شیر خرمای و ۰/۲ درصد استویا دارای بیشترین مقبولیت و پذیرش از طرف ارزیاب‌ها بودند ($p < 0/05$) و کمترین امتیازات نیز به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد شیر خرمای و ۰/۶ درصد استویا داده شد.

کلید واژگان: بدون گلوتن، برنج، کیک، شیر خرمای، استویا

* مسئول مکاتبات: m.gharekhani@iaut.ac.ir

۱- مقدمه

کیک نوعی شیرینی با بافت نرم مخصوصی می‌باشد که جزء دسته غذاهای پخت طبقه‌بندی می‌شود و مواد اصلی آن را آرد، روغن، شکر و تخم مرغ تشکیل می‌دهد. این محصول بایستی دارای بافتی متخلخل، حفره‌های ریز با دیواره نازک و حالت اسفنجی داشته باشد و ویژگی شیرین بودن، سبکی و بافت اسفنجی را در ذهن مصرف کننده مجسم کند [۱ و ۶]. بیماری سلیاک یا اسپروی سلیاک یک اختلال خود ایمنی روده باریک با زمینه ژنتیکی است. در این بیماری گوارشی پرزهای روده باریک آسیب دیده و در جذب مواد اختلال ایجاد می‌کند. در صورتی که بیماران مبتلا به سلیاک پروتئینی از دسته گلوتن (گلپادین) که در برخی از غلات مانند گندم، جو، چاودار و گاه جوی دوسر وجود دارد را مصرف کنند، دچار علائم عدم تحمل می‌شوند. ظاهراً ورود گلوتن به سلول‌های پرزهای روده موجب پاسخ سیستم ایمنی می‌شود. واکنش التهابی ایجاد شده موجب تحلیل پرزهای روده^۱ و کاهش فعالیت آنزیم‌های روده می‌شود. چون بخش عمده‌ای از جذب مواد غذایی در روده در پرزهای روده انجام می‌گیرد، تخریب پرزها موجب سوء جذب می‌شود [۲]. تنها انتخاب درمانی برای این بیماری، حذف کردن گلوتن از رژیم غذایی است و دوره بهبودی آن با رعایت رژیم غذایی خاص به طور معمول ۳ تا ۶ ماه که البته در بزرگسالان به ۲ سال هم می‌رسد [۳]. مبتلایان به سلیاک باید از مصرف غذاهای فراوری شده نظیر سوسیس، کالباس، ماکارونی، رشته‌فرنگی، قهوه، نسکافه و تمامی شیرینی‌جات و کیک‌هایی که در آن‌ها از گلوتن و یا آرد گندم استفاده شده پرهیز کنند زیرا احتمال حساسیت این افراد به تخم‌مرغ، شکر و روغن نیز وجود دارد [۲ و ۴]. به علت آن‌که این گونه بیماران از مصرف غلات و برخی حبوبات محروم هستند باید برای جبران کمبود ویتامین‌ها و املاح معدنی از میوه‌ها و سبزی‌ها به صورت پخته و تازه، گوشت و لبنیات کم‌چرب، ماهی و برنج بسیار استفاده کنند و روغن‌های مایع ذرت، زیتون، کانولا و هسته انگور را جهت پخت و پز به کار برند. اگرچه بهترین کیفیت برای کیک زمانی ایجاد می‌شود که از مخلوط نشاسته و پروتئین گندم استفاده شود [۳ و ۵]. خارج کردن گندم از رژیم غذایی انسان، موجب کاهش علائم این

بیماری می‌شود. برنج از مهم‌ترین غلات و اقلام غذایی جهان است. نیمی از جمعیت جهان، به برنج به عنوان یک غذای اصلی وابسته هستند. هم‌اکنون ده‌ها هزار نوع برنج در جهان وجود دارد، اما این‌ها در دو زیرگونه کلی به نام‌های برنج «جاپونیکا» با نام علمی *Oryza sativa japonica* و برنج «ایندیکا» با نام علمی *sativa indica* جای می‌گیرند [۶]. تغییر فرهنگ زندگی، کم شدن تحرک بدنی انسان‌ها و بروز مشکلاتی نظیر چاقی و فشار خون از یک طرف، شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی از طرف دیگر، نشان می‌دهد که توجه به تولید فرمولاسیون‌های غذایی کم کالری ضروری می‌باشد. در این راستا کاهش مصرف ساکارز و مشتقات آن توسط افراد چاق، کودکان، زنان باردار و بیماران دیابتی به دلیل کالری بالا و تأثیرات نامطلوب بر بدن، بیشتر توصیه می‌شود [۷ و ۸]. شکر به عنوان مهم‌ترین شیرین‌کننده در محصولات نانوایی علاوه بر ایجاد طعم مطلوب شیرین، در تأمین و نگهداری رطوبت، ایجاد بافت، کاهش بیانی و افزایش عمر ماندگاری محصولات نقش به سزایی دارد. قند خرما در مقایسه با ساکارز دارای مزایایی می‌باشد که شامل تمایل کم به تبلور (شکرک)، ظرفیت رطوبتی پایین (دارا بودن خاصیت جذب رطوبت، قدرت شیرین کنندگی بیشتر) است، از این‌رو تولید و مصرف آن اقتصادی است [۹]. استویا گیاهی کوتاه قد و بوته‌ای می‌باشد که بومی مناطق کوهستانی واقع در مرز برزیل و پاراگوئه است [۱۰]. میزان شیرینی استویوزید ۲۰۰-۳۰۰ برابر شکر تخمین زده شده است [۱۱ و ۱۲]. گومز و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه خود به بهبود کیفیت کیک‌های لایه ای بدون گلوتن تهیه شده با آرد برنج پرداختند. آن‌ها برای بهبود کیفیت کیک آرد برنج در عدم حضور گلوتن از صمغ زانتان، امولسیفایر، نشاسته ژلاتینه شده و آنزیم‌ترانس گلوتامیناز به صورت تکی و ترکیبی استفاده کردند و اندازه و شکل، بافت، رنگ، پروفیل کلی مغز و مقبولیت حسی نمونه‌ها را بررسی کردند. نتایج نشان داد صمغ زانتان و سفیده تخم مرغ و امولسیفایر تأثیر مثبت معنی‌دار بر حجم و بافت داشت [۱۳]. شاهینی و همکاران (۱۳۹۳) اثر ماندگاری شیرین‌کننده طبیعی استویا و رابطه آن با اندیس پراکسید در شیرینی کیک‌یزدی و رولت خامه‌ای را بررسی کردند، مشخص شد که با افزایش مقدار استویا در فرمولاسیون، مقدار پراکسید در کیک کاهش یافت [۱۴]. حمزه لویی و همکاران (۱۳۸۳) به بررسی اثر

1. villous atrophy

این تحقیق عبارتند بودند از: الک آزمایشگاهی، آون آزمایشگاهی (Memert)، آلمان، ترازوی دیجیتال (Gec Avery، ساخت انگلستان)، مخلوط کن برقی خمیر (Philips، چین)، فر پخت نانویی (صنایع پخت مشهد، ایران) و دوربین دیجیتالی (Canon، ژاپن).

۲-۲- تهیه و آماده سازی نمونه

در این تحقیق برای تهیه خمیر کیک ها از روش شکر خمیر استفاده شد. بدین منظور ابتدا روغن و شکر (شیره خرما/ عصاره استویا) در مقادیر مشخص که در جدول یک (شیره خرما در سه سطح ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد وزنی شکر و شیرین کننده استویا در سه سطح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۶ درصد وزنی آرد) آورده شده است با یکدیگر به مدت ۱۰ دقیقه با همزن برقی مخلوط شدند تا کرم روشن حاوی حباب های هوا ایجاد گردد. در مرحله بعد تخم مرغ ها در ۴ یا ۵ نوبت افزوده شد و بعد از هر مرحله افزودن، مخلوط به خوبی همزده شد. در مرحله بعد مواد پودری شکل و صمغ گوار به همراه آرد الک گردید و به خمیر اضافه شد. در نهایت با افزودن آب، عمل مخلوط کردن ادامه یافت تا خمیر آماده گردد. مقدار ۴۰ گرم از خمیر آماده شده با استفاده از قیف پارچه ای در قالب ها ریخته - شد و عمل پخت در فر پخت به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۷۰ درجه سانتی گراد انجام گردید. نمونه ها پس از سرد شدن تا دمای محیط در بسته بندی های پلی اتیلنی تا انجام آزمون های بعدی نگهداری شدند [۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱].

Table 1 Sweeteners contents for preparation of rice based gluten free cake

Stevia	Date syrup	Sugar	Treatment number
-	-	100%	(T0) Blank
-	30%	70%	T1
-	60%	40%	T2
-	100%	-	T3
0.1%	-	-	T4
0.2%	-	-	T5
0.6%	-	-	T6

۲-۳- اندازه گیری رطوبت

رطوبت کیک های تولیدی پس از پخت، طبق استاندارد ۴۴-۱۶ AACC^۲ (۲۰۰۰) تعیین گردید [۲۳].

جایگزینی شیرین کننده استویا بر اندیس پراکسید چربی بیسکویت پرداختند. نتایج نشان داد که این جایگزینی موجب کاهش اندیس پراکسید چربی بیسکویت گردید. با افزایش غلظت شیرین کننده در فرمولاسیون میزان عدد پراکسید کاهش یافت و رابطه معکوس بین غلظت استویا و عدد پراکسید وجود داشت [۱۵]. مارتینز و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر جایگزینی شکر توسط سوکرالوز و پلی دکستروز بر خواص رئولوژیکی و حسی مافین از جمله ساختار، بافت، رنگ و ظاهر نشان دادند که نمونه های حاوی ۵۰ درصد جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز و پلی دکستروز دارای ظاهر، رنگ، بافت و طعم شبیه نمونه شاهد بودند. نمونه هایی که در آن ها ساکارز ۱۰۰ درصد جایگزین شدند قابل پذیرش نبودند [۱۶]. گائو و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی جایگزینی استویا با شکر در فرمولاسیون مافین و تأثیر آن بر خواص حسی این محصول پرداختند و بیان داشتند که افزایش استویا در فرمولاسیون مافین، میزان سختی نمونه ها را افزایش ولی میزان پذیرش کلی آنها را کاهش می دهد [۱۷]. صابری و همکاران (۱۳۹۶)، به مطالعه تولید کیک اسفنجی بدون گلوتن با استفاده از مخلوط آرد نخودچی و آرد برنج، صمغ گوار و صمغ زانتان پرداختند، نتایج این محققین نشان داد که با افزایش میزان آرد نخودچی در فرمولاسیون کیک های اسفنجی میزان رطوبت، حجم مخصوص و پروتئین در نمونه های مورد آزمایش افزایش پیدا می کند در حالی که با افزایش درصد آرد برنج میزان pH و سختی افزایش یافت [۱۸].

با توجه به مطالبی که آورده شد هدف اصلی از این مطالعه بررسی جایگزینی شیره خرما و استویا با شکر به عنوان شیرین کننده های طبیعی و کم کالری بر ویژگی های فیزیکی-شیمیایی و حسی کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد و تجهیزات

در این مطالعه برای تهیه کیک بدون گلوتن از آرد برنج شرکت ستاره ایران، شیره خرما شرکت شهد پارس سهیل، استویا شرکت آدونیس گل دارو، نمک، تخم مرغ، روغن نباتی، وانیل، بیکنینگ پور و شکر استفاده گردید. تجهیزات مورد استفاده در

2. American Association of cereal chemist

۲-۴- اندازه‌گیری pH کیک‌ها

میزان pH نمونه‌ها با استفاده از روش آرون پاپ لوب اندازه‌گیری شد. بدین صورت که ۱۰ گرم از نمونه با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر جوشیده مخلوط گردید و بعد از ته‌نشینی نمونه، pH محلول با استفاده از pH متر کالیبره تعیین شد [۲۴].

۲-۵- اندازه‌گیری قندهای ساده (احیاءکننده)

قندهای ساده نمونه‌ها بر طبق استاندارد ملی ایران، شماره ۲۵۵۳ اندازه‌گیری شد. برای این منظور مقدار ۲ تا ۳ گرم نمونه، در یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری در ۷۵ میلی لیتر آب حل شد و به آن ۲-۳ میلی لیتر محلول استات روی و همچنین محلول فروسیانور پتاسیم اضافه گردید. بعد از اختلاط کامل به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. سپس به وسیله کاغذ صافی صاف و برای تعیین قندهای احیاءکننده در ظرفی جمع آوری شد. طبق استاندارد مربوطه باید قندهای احیاءکننده بعد از هیدرولیز اندازه‌گیری شود. به همین دلیل ۱۰ میلی لیتر از محلول تهیه شده به یک بالن ۱۰۰ میلی لیتری منتقل گردید و به آن مقداری آب مقطر و ۵/۲ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ اضافه شد. سپس در بن ماری ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد. پس از سرد کردن به محلول حاصل شناساگر فنل فتالین، سود غلیظ و سودیک دهم نرمال افزوده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. ۵ میلی لیتر از هر یک از محلول‌های فهلینگ A و B را در ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری و ۲۵ میلی لیتر از محلول بورت به آن اضافه شد و تا رسیدن حجم محتوی ارلن به ۴۵ میلی لیتر، آب مقطر اضافه کرده و تیتراسیون مانند روش عیارسنجی در حالت جوش ادامه یافت. مقدار قند احیاءکننده بعد از هیدرولیز موجود در ۱۰۰ گرم نمونه مورد آزمایش از رابطه زیر محاسبه و برحسب دکستروز (گلوکز) گزارش شد:

$$T = \frac{100 \times 100 \times 100 \times \text{مقدار قند احیا کننده}}{100 \times 10 \times W \times V}$$

رابطه (۱)

که در رابطه (۱)، T = عیار فهلینگ برحسب دکستروز به میلی گرم، V = حجم مصرف شده از محلول نمونه برای خشتی کردن فهلینگ و W = وزن نمونه به گرم بود [۲۵].

۲-۶- اندازه‌گیری اسیدیته

اسیدیته نمونه‌ها، طبق روش AACC:02-31 و با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد و به صورت درصد اسید لاکتیک گزارش گردید [۲۳].

۲-۷- اندازه‌گیری حجم کیک‌ها

حجم نمونه‌ها با استفاده از روش AACC 10-91 اندازه‌گیری گردید. در این روش، یک قطعه کیک توزین شده در داخل ظرف مشخص قرار داده و بقیه فضای خالی ظرف با دانه‌های کلزا پر شد. سپس با خارج کردن کیک حجم داده‌های کلزا یادداشت گردید و در نهایت حجم کیک از محاسبه اختلاف این دو عدد به دست آمد [۲۳].

۲-۸- اندازه‌گیری پارامتر روشنایی (L*)

نمونه‌ها

ارزیابی رنگ کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت بعد از پخت، صورت پذیرفت. این پارامتر به وسیله عکس برداری از نمونه و نرم‌افزار فتوشاپ تعیین شد [۲۶].

۲-۹- ارزیابی ویژگی‌های حسی کیک کم

کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

مقبولیت خصوصیات حسی نمونه‌های کیک کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج تهیه شده با افزودن استویا و جایگزینی درصد‌های مشخصی از شیر خرم با شکر در کنار نمونه شاهد توسط ۱۰ نفر ارزیاب با استفاده از روش AACC 10-90 مورد مطالعه قرار گرفت. ارزیابی حسی با استفاده از آزمون هدونیک ۵ امتیازی انجام شد، به طوری که برای هر ویژگی امتیازیک، نشان‌دهنده پایین‌ترین کیفیت و امتیاز پنج نماینده بهترین کیفیت بود که برای هر نمونه در مورد هر ویژگی در نظر گرفته شد [۲۳].

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرم افزار Minitab 16 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) بر اساس آزمون توکی در نرم افزار Minitab 16 در سطح احتمال ۹۵ درصد انجام گرفت ($p < 0.05$). همه آزمون‌ها در سه تکرار و ارزیابی حسی توسط ۱۰ ارزیاب

دارای خاصیت هیدروفوبیک هستند [۲۹]. وجود تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل در ترکیب غذایی به علت ایجاد پیوندهای هیدروژنی می‌تواند در افزایش میزان جذب آب محصول و درصد رطوبت آن موثر باشد [۳۰]. میزان رطوبت کیک‌های بدون گلوتن جایگزین شده با شیر خرمای نسبت به نمونه شاهد اختلاف داشته و با افزایش جایگزینی میزان قند خرمای در کیک، رطوبت افزایش پیدا می‌کند. افزایش رطوبت احتمالاً به دلیل رقابت ترکیبات جاذب آب در فرمولاسیون و قدرت بالای این شیرین‌کننده در جذب و نگهداری آب در حین فرآیند پخت می‌باشد [۳۱ و ۳۲]. کلانتری و همکاران (۱۳۹۴) با افزودن شیر انجیر به کیک جعبه‌ای به این نتیجه رسیدند که با افزایش این ترکیب در فرمولاسیون کیک‌های تولیدی میزان رطوبت آنها افزایش یافت [۳۳].

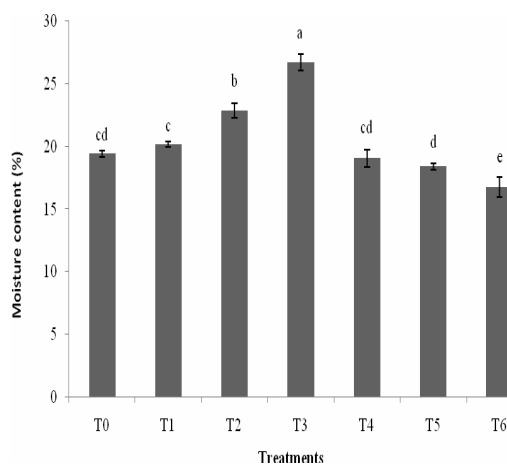


Fig 1 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on moisture content of cakes

۲-۳- pH نمونه‌ها

نتایج pH اندازه‌گیری شده در نمونه‌های کیک کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج مشخص نمود که با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای و افزایش مقدار استویا در نمونه‌های کیک pH به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد ($p < 0.05$). سطوح جایگزینی ۶۰ و ۱۰۰ درصدی شیر خرمای با شکر باعث کاهش قابل توجه pH کیک‌های بدون گلوتن شد، ولی تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه حاوی ۳۰ درصد شیر خرمای مشاهده نشد ($p > 0.05$). pH در نمونه‌های حاوی غلظت‌های پایین استویا تقریباً مشابه با نمونه استاندارد بود و با افزودن مقدار ۰/۶ درصد پودر استویا pH کیک از ۶/۹۳ به ۶/۶۳ کاهش یافت ($p < 0.05$). مقایسه دو شیرین‌کننده طبیعی نیز نشان داد که pH کیک‌های حاوی ۳۰ درصد شیر خرمای و ۰/۱

صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار 2010 EXCEL استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تأثیر جایگزینی شیرین‌کننده‌های مختلف

بر رطوبت کیک‌ها

آنالیز واریانس مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده در نمونه‌های کیک کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج نشان داد که نسبت‌های مختلف جایگزینی شیر خرمای با شکر و افزودن غلظت‌های مختلف استویا بر میزان رطوبت کیک‌ها تأثیر معنی‌دار داشت ($p < 0.001$). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای در نمونه‌های کیک رطوبت به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. این روند در نمونه‌های حاوی استویا حالت عکس داشت به طوری که با افزایش مقدار استویا مورد استفاده در کیک رطوبت کاهش معنی‌داری نشان داد. با توجه به استاندارد تصویب شده برای کیک تهیه شده با آرد گندم [۲۵]، میزان رطوبت با افزودن ۶۰ و ۱۰۰ درصد شیر خرمای از محدوده استاندارد خارج می‌شود که البته با توجه به عدم وجود استاندارد مجزا برای چنین محصولی این مسأله نمی‌تواند به عنوان محدودیت در نظر گرفته شود. این نتایج با یافته‌های صداقت و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت [۲۷]. شدت تغییر رطوبت در نمونه‌های حاوی استویا نسبت به نمونه‌های حاوی شیر خرمای کمتر بود. اختلاف رطوبت در کیک‌های حاوی ۰/۱ و ۰/۲ درصد استویا با نمونه شاهد (۱۹/۴۱ درصد) ناچیز بود ولی این اختلاف در مقدار ۰/۶ درصد استویا ۱۶/۷۵ درصد رسید که رطوبت در تمامی مقادیر در محدوده استاندارد کیک معمولی بود. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مبنی بر این که کاهش یا حذف ساکارز (شکر) موجود در فرمولاسیون باعث کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش رطوبت، خروج سریع‌تر حباب‌های هوا و سفتی بافت کیک می‌شود، مطابقت داشت [۱۶، ۲۷ و ۲۹]. میزان رطوبت محصول بستگی مستقیمی به وزن مولکولی، نوع عوامل هیدروفوبیک و هیدروفیلیک و تعداد پیوندهای مذکور دارد که در مقایسه بین سه ترکیب قندی به کار رفته، ساکارز از وزن مولکولی پایین‌تر و خاصیت هیدروفیلیک بیشتری برخوردار بوده در حالی که استویا از وزن مولکولی بالاتر و

الیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدها خاصیت احیاءکنندگی دارند. مهم‌ترین قندهای احیاءکننده شامل گالاکتوز، گلوکز و فروکتوز می‌باشند. ساکارز دی‌ساکاریدی تشکیل شده از دو مونوساکارید گلوکز و فروکتوز می‌باشد که به دلیل دارا بودن پیوند گلیکوزیدی (عدم وجود گروه آلدئیدی یا کتونی آزاد) خاصیت احیاءکنندگی ندارد. لازم به ذکر است که این قندهای احیاءکننده با آمینو اسیدها در دماهای بالای پخت تحت واکنش میلارد برهمکنش داشته و عاملی در ایجاد عطر و طعم و رنگ ماده غذایی هستند [۲۹]. قند مایع خرما با بریکس ۶۸-۸۰ دارای ۷۳٪ ماده‌ی قندی می‌باشد. قندهای اصلی تشکیل دهنده آن گلوکز و فروکتوز است که نسبت آن‌ها تقریباً مساوی می‌باشد که از نظر ترکیب قندی مشابه عسل و شربت ذرت با فروکتوز بالا است. قدرت شیرین‌کنندگی فروکتوز موجود در خرما بیشتر از ساکارز است که این ویژگی باعث می‌شود میزان مصرف آن از نظر وزنی در بریکس مساوی، در صنعت کاهش‌یابد و از نظر اقتصادی قابل رقابت با سایر شیرین‌کننده‌ها باشد. شیر خرمای به دلیل داشتن قندهای ساده (احیاءکننده) بیشتر نسبت به ساکارز تمایل کمتری به تبلور یا شکرک دارد، رطوبت را بهتر حفظ می‌کند و به دلیل انجام واکنش‌های میلارد رنگ و طعم را بهبود می‌بخشد [۳۱ و ۳۲]. به همین دلیل، در نمونه‌های کیک کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج تهیه شده در این تحقیق نیز با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای با شکر (ساکارز) میزان قندهای احیاءکننده اندازه‌گیری شده نیز به طور معنی‌دار افزایش نشان داد که این میزان از میزان ۴۷/۳۳ دکستروز به ۵۹/۴۰ در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد شیر خرمای (افزایش ۲۵ درصدی) رسید. قند استویا دارای شیرینی بیشتر از ساکارز، کالری کمتر و اندیس گلاسیمی پایین است که از برگ گیاه استویا به دست می‌آید. واحد سازنده اصلی گلیکوزیدهای شیرین استویا استوبیول است [۳۶، ۳۷ و ۳۸]. دلیل کاهش میزان قند در نمونه‌ها با افزایش استویا در فرمولاسیون را می‌توان به کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون نسبت داد. مانیسا و همکاران (۲۰۱۲) و لین و همکاران (۲۰۰۳) نیز کاهش چشمگیری را در میزان قند محصولات در طی جایگزینی شکر مشاهده کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۱ و ۲۸]. با افزایش میزان استویا در فرمولاسیون، قندهای احیاءکننده اندازه‌گیری شده بعد از هیدرولیز در نمونه‌های کیک بدون گلوتن تفاوت معنی‌داری

و ۰/۲ درصد استویا، ۶۰ درصد شیر خرمای و ۰/۶ درصد استویا بایکدیگر تفاوت نداشتند و نمونه‌های ۱۰۰ درصد شیر خرمای دارای کمترین میزان pH بود ($p < 0.05$). pH در تمامی نمونه‌های کیک کم کالری بدون گلوتن در محدوده استاندارد کیک معمولی قرار داشت. کاهش pH با افزایش میزان شیر خرمای احتمالاً به دلیل ماهیت اسیدی و pH کمتر از ۴ این شیرین‌کننده بوده است که با نتایج به‌دست آمده توسط احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰)، شهیدی و همکاران (۱۳۹۶) و Johnson و Harris (۱۹۸۹) نیز تأیید می‌شود [۳۲ و ۳۴ و ۳۵].

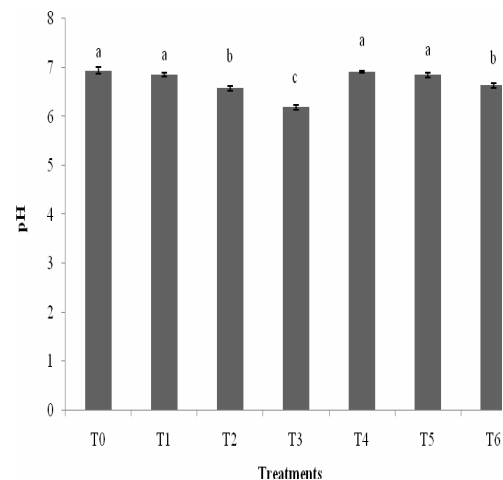


Fig 2 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on pH of cakes

۳-۳- میزان قندهای ساده در کیک‌های تولیدی

نتایج نشان داد که نسبت‌های مختلف جایگزینی شیر خرمای با شکر و همچنین افزودن غلظت‌های مختلف استویا بر میزان قندهای ساده نمونه‌ها موثر بود ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده (شکل ۳) نشان داد که با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای در نمونه‌های کیک میزان قندهای احیاءکننده به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش‌یافت که این افزایش در نمونه حاوی ۱۰۰٪ شیر خرمای بیشتر بود. نمونه‌های حاوی استویا حاوی قندهای ساده کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند ($p < 0.05$) ولی بین غلظت‌های مختلف استویا تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($p < 0.05$). قندهای ساده یا احیاءکننده انواعی از کربوهیدرات‌هایی هستند که قادر به عمل به عنوان یک عامل کاهنده یا احیاءکننده به دلیل دارا بودن یک گروه آلدئید و یا یک گروه کتون آزاد است. همه مونوساکاریدها همراه با برخی از دی‌ساکاریدها،

همچنین اختلاف معنی دار بین سطوح جایگزینی استویا و نمونه شاهد ناشی از وجود ترکیبات اسیدی مختلف در استویا می‌باشد. خمیرهای حاوی شیر خرمای و استویا در محدوده اسیدی قرار دارند که با نتایج جوهانسون و هریس (۱۹۸۹) مطابقت دارد [۳۴].

۳-۵- نتایج مربوط به حجم کیک‌های کم

کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

آنالیز آماری نتایج مربوط به حجم اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها نشان داد که نوع تیمار بر میزان حجم تاثیر معنی‌دار دارد ($p < 0.001$). شکل ۵ نیز با بررسی میانگین‌های هر یک از تیمارها نشان می‌دهد که با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای و غلظت استویا، حجم اندازه‌گیری شده در نمونه‌های کیک کاهش می‌یابد که این کاهش تنها در کیک بدون گلوتن تهیه شده با جایگزینی ۱۰٪ شکر با شیر خرمای معنی‌دار بود ($p < 0.05$). تغییرات میزان استویا تاثیر معنی‌داری بر میزان حجم کیک‌ها نشان نداد ($p > 0.05$). نمونه شاهد در بین ۷ نمونه کیک تهیه شده بیشترین حجم را به خود اختصاص داد. کاهش حجم با استفاده از استویا در فرمولاسیون کیک با نتایج صداقت و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت [۲۷] با این تفاوت که در تحقیق حاضر این کاهش، قابل چشم‌پوشی بود. نتایج حاصل با پژوهش نور محمدی و همکاران (۱۳۹۳)، صداقت و همکاران (۱۳۹۴) و Akesowan (۲۰۰۹) تطابق داشت [۲۱، ۲۷ و ۳۹] که بیان کرده بودند، نمونه‌های حاوی قندهای الکلی و استویا در مقایسه با نمونه شاهد (حاوی شکر)، از میزان حجم کمتری برخوردار بودند. حجم کیک با جایگزینی شیر خرمای با شکر نیز کم شده است که علت این پدیده اثر قندهای احیاءکننده و احتمالا تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر می‌باشد [۳۱، ۳۲ و ۳۳]. شکر با تنظیم ژلاتیناسیون نشاسته بر ساختمان فیزیکی کیک موثر می‌باشد. تاخیر در فرایند ژلاتیناسیون نشاسته در حین پخت، به حباب‌های هوا اجازه می‌دهد در حین پخت در اثر جمع شدن بخار آب و گاز دی اکسید کربن قبل از تشکیل نهایی ساختمان کیک به میزان قابل توجهی گسترش یابند [۴۲]. ساکارز در مقایسه با شیرین‌کننده‌های دیگر به دلیل توسعه کامل حباب‌های هوا در مراحل اولیه پخت به افزایش حجم و ایجاد تخلخل کیک تاثیر بیشتری داشته از سویی از سرعت حرکت حباب‌های هوا به دلیل داشتن ویسکوزیته مناسب برخوردار

نشان نداد ($p > 0.05$) که با نتایج تحقیقات فوق و همچنین آکسون (۲۰۰۹) و وطن خواه و همکاران (۱۳۹۳) مغایرت داشت [۳۹ و ۴۰] که احتمالا به دلیل جایگزینی استویا در این تحقیقات با غلظت‌های مختلف شکر بود ولی در این تحقیق استویا با غلظت‌های مختلف در فرمولاسیون بدون شکر نمونه‌های کیک استفاده شده است.

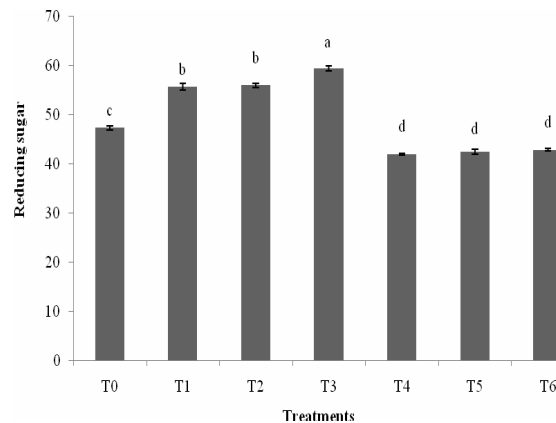


Fig 3 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on reducing sugar of cakes

۳-۶- تاثیر متغیرها بر میزان اسیدیته نمونه‌ها

مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن (شکل ۶) نشان داد که با افزایش درصد شیر خرمای و همچنین استویا میزان اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت که این روند زمانی که از شیر خرمای استفاده شده بود، مشهودتر بود. شیر خرمای محصولی کمی اسیدی است و طبیعی است با جایگزینی شکر با شیر خرمای، مقادیر اسیدیته در نمونه حاوی شیر خرمای در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یابد [۴۱].

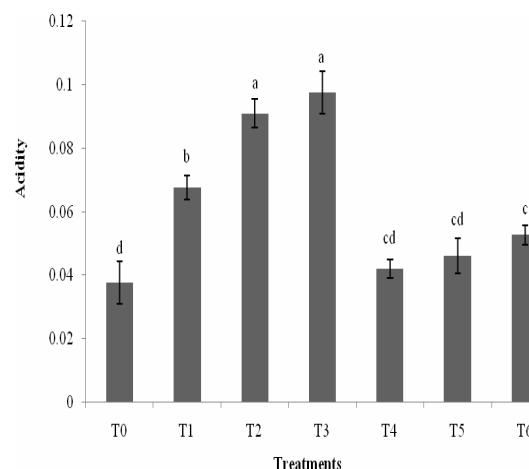


Fig 4 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on acidity of cakes

فرمولاسیون کیک با نتایج صداقت و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت [۲۷]. با افزایش درصد جایگزینی شیر خرمای مقادیر قندهای گلوکز و فروکتوز در محصول بیشتر شده و امکان انجام واکنش قهوه‌ای شدن در مجاورت قندهای ساده بیشتر می‌شود و همچنین رنگ موجود در شیر خرمای باعث کاهش روشنایی می‌شود [۴۴ و ۴۵].

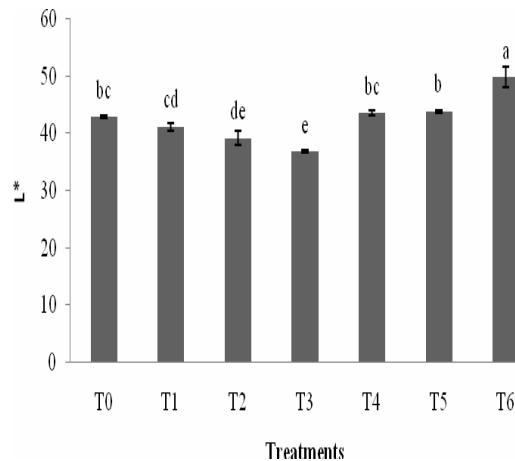


Fig 6 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on lightness parameter of cakes

۳-۷- نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی کیک‌های کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

نتایج نشان داد که تیمارها روی بافت، مزه و پذیرش کلی در سطح احتمال ۰/۰۰۱ و بر رنگ، عطر و آروما در سطح احتمال ۰/۰۱ تأثیر معنی‌دار داشت. همانطور که در شکل ۷ نیز مشاهده می‌شود با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای و استویا امتیازات بافت، رنگ، مزه و پذیرش کلی نمونه‌های کیک کاهش یافت ($p < 0.05$). در مورد عطر و آروما نمونه‌های T1 و T2 دارای امتیازات بیشتری نسبت به نمونه شاهد و کیک‌های حاوی استویا به جز کیک حاوی ۰/۲ درصد استویا (با امتیاز ۳/۷۵) بودند. در بین ۷ تیمار، کیک‌های حاوی ۳۰ و ۶۰ درصد شیر خرمای و ۰/۲ درصد استویا دارای بیشترین مقبولیت و پذیرش از طرف ارزیاب‌ها بودند ($p < 0.05$) و کمترین امتیازات نیز به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد شیر خرمای و ۰/۶ درصد استویا داده شد. مطابق با نتایج دهقانی فیروزآبادی و دانشی (۱۳۹۰) افزایش شیر خرمای در فرمولاسیون کیک باعث افزایش رنگ، افزایش حالت نرمی و کاهش ارتجاعیت و به مراتب کاهش امتیاز بافت می‌شود از طرفی احساس دهانی تا

می‌باشد. در حالیکه قندهای استویا توانایی کمتری برای نگه داری و حفظ حباب‌های هوا داشتند که این امر منجر به کاهش حجم محصول شده است. به عبارتی ساکارز علاوه بر شیرین کنندگی، دارای نقش‌های تردکنندگی و افزایش حجم بوده که سبب بهبود ویژگی‌های حسی محصولات تولیدی می‌شود [۲۷ و ۳۹]. حجم کیک نشان‌دهنده میزان هوا، بخار آب تولید شده و دی‌اکسید کربن و میزان تغییرات آن در طول پخت در خمیر کیک می‌باشد. عوامل نگهدارنده آب و افزودنی‌های شرکت کننده در فرایند پخت تعیین کننده این صفت هستند. یکی از راه‌های افزایش حجم کیک‌های تهیه شده با شیرین‌کننده‌های طبیعی به جز ساکارز ورود میزان بیشتری حباب هوا از طریق افزودن سفیده تخم‌مرغ و آب و نیز استفاده از عوامل حجم‌دهنده مناسب می‌باشد. آب باعث کاهش سفتی فیلم‌های پروتئینی و ورود بهتر هوا به بافت خمیر کیک می‌گردد [۴۳].

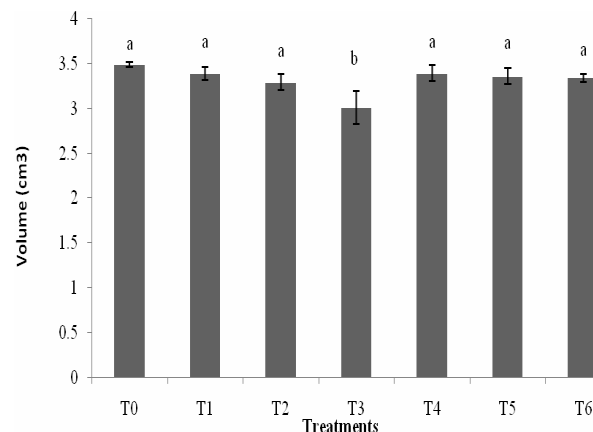


Fig 5 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on volume of cakes

۳-۶- نتایج مربوط به پارامتر روشنایی (L^*) کیک کم کالری بدون گلوتن بر پایه آرد برنج

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که نوع تیمار بر پارامتر روشنایی نمونه‌ها تأثیر معنی‌دار داشت ($p < 0.001$). مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده (شکل ۶) نشان داد افزایش میزان شیر خرمای در نمونه‌های کیک باعث کاهش روشنایی و افزایش میزان استویا باعث افزایش روشنایی کیک‌های بدون گلوتن شد که این تغییرات معنی‌دار بود ($p < 0.05$). بیشترین و کمترین روشنایی به ترتیب مربوط به کیک حاوی ۰/۶ استویا و کیک تهیه شده با ۱۰۰٪ شیر خرمای به جای پودر شکر بود. افزایش روشنایی با استفاده از استویا در

بهترین نمونه انتخاب گردید. با توجه به اینکه کشور ما از لحاظ تولید خرما غنی می باشد می توان با تهیه شیر خرمای و استفاده از آن به عنوان جایگزین ساکارز، از یکسو از هدر رفتن این منبع با ارزش جلوگیری کرد و از سوی دیگر زمینه را برای تهیه یک محصول با ارزش تغذیه ای بالاتر که رژیمی نیز می باشد فراهم نمود.

۵- منابع

- [1] 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(6): 2107-2110.
- [2] Mariotti, M. and Alamprese, C. 2012. About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 9-15.
- [3] Cureton, P. and Fasano, A. 2009. The increasing incidence of celiac disease and the range of gluten-free products in the marketplace. In: E. Gallagher (Ed.), *Gluten-free food science and technology*. USA: Wiley-Blackwell.
- [4] Mahalleh, h. 2016. Effect of soy protein isolate, egg white powder and transglutaminase on the physicochemical and sensory properties of corn-based gluten-free bread. M.Sc thesis of food science and technology Islamic azad university of Tabriz branch. 141 pages. [In Persian]
- [5] Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P. A. and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*. 102: 272-277.
- [6] Gallagher, E., Gormley, T.R. and Arendt, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*. 15: 143-152.
- [7] Emam jome, Z., Ghaderi, R. and Asadi, Gh.M. 2010. Effect of sucrose and glucose replacement with two dietary sweeteners on textural and microstructure properties of gaz. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 6(2):130-135. [In Persian]

میزان ۵۰ درصد قند بهبود می یابد و یک تردتر می شود. میزان شیرینی به دلیل شیرینی بیشتر قند خرما افزایش می یابد. مرطوب بودن کیک نیز افزایش می یابد. بیشتر این یافته ها با نتایج به دست آمده در این تحقیق نیز مشابهت داشت [۳۱ و ۳۵]. با توجه به اثرات قند خرما در کیک می توان گفت این اثرات مطلوب است و قابل جایگزینی می باشد. با افزایش غلظت استویا نیز امتیاز مربوط به طعم و مزه به صورت معنی داری کاهش یافته است. استویا دارای یک پس طعم تلخ می باشد که این پس طعم در غلظت های بالا از نظر مصرف کنندگان قابل تشخیص بوده و موجب اخذ امتیاز پایین برای این نوع کیک ها گردیده است. در فرمولاسیون هایی که نیاز است از قندهایی با شدت شیرینی بالایی (مانند استویا) استفاده شود، بهتر است این نوع قندها همراه با مواد پرکننده پودری مخلوط شوند تا از شدت شیرینی آن ها کاسته شود [۲۶].

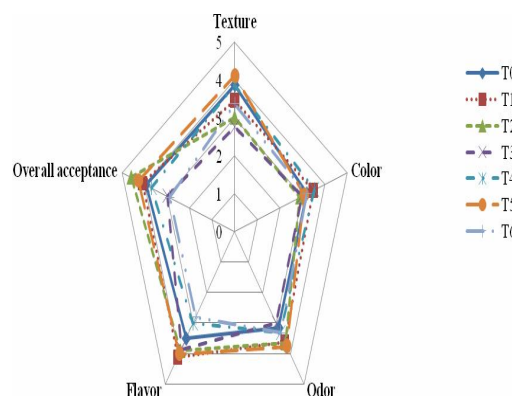


Fig 7 Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on sensory properties of cakes

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش اثرات استفاده از شیر خرمای (۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد شکر) و شیرین کننده استویا (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۶ درصد آرد) در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن بر پایه برنج مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش میزان جایگزینی شیر خرمای در نمونه های کیک رطوبت، میزان قندهای احیاء کننده و اسیدیته افزایش در حالی که میزان pH، حجم، روشنایی و پذیرش کلی آنها کاهش یافت. از طرفی با افزایش استویا در فرمولاسیون میزان رطوبت و پذیرش کلی کاهش ولی میزان روشنایی و اسیدیته افزایش یافت. در پایان می توان گفت که محصولی حاوی ۳۰ درصد شیر خرمای و ۰/۲ درصد استویا به عنوان

- Substitution with "Stevianna" on the Sensory Characteristics of Muffins. *Journal of Food Quality*. 1-11.
- [18] Saberi, M., Nateghi, L. and Eshaghi, M. R. 2018. Production of Gluten – free sponge cake by using mixture of chickpea flour, rice flour, Guar Gum and Xanthan Gum. *Journal of food science and technology*. 71 (14): 95-110. [In Persian]
- [19] Pheighambardost, S.H. 2009. *Cereal processings Technology*. Volume 2. Tabriz University of Medical Sciences and Health Services publishers. [In Persian]
- [20] Nagipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Haddad Khodaparast, M. H., Sheikholeslami, R., Ghiafe davodi, M. and Sahrayian, B. 2012. Study of the possibility of producing gluten-free cake using sorghum flour and guar gum and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology*. 41(10): 127-139. [In Persian]
- [21] Nourmohammadi, A., peighambardoust, S.A, Uladeghafari, A., Azammad Damirchi, S. And Hesari, j. 2011. Effect of sucrose replacement by alcoholic sugars and aspartate on the properties of sponge cake. *Journal of Food Industry Research*. 21: 155-165. [In Persian]
- [22] Jamali Marbini, V., Jokar, M. and Bolandi, m. 2013. Effect of guar gum on rheological properties of rice flour dough. Second National Conference on Food Science and Technology, Azad University of Quchan Branch. [In Persian]
- [23] AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN (methods 08-01, 30-25, 44-15A, 46-13, 54-21).
- [24] Arunepanlop, B., Morr, civ; Karleskind, D. and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *Journal Food Science*. 61: 1085 – 1093.
- [25] The National Iranian Standard No. 2553. 1385. Cake - Features and Methods of Testing. [In Persian]
- [26] Hermitan Sorkey, E., Mazaheri Tehrani, M. and Mohebi, M. 2013. Effect of soybean and oak flour on physicochemical and organoleptic properties of gluten-free cake. Twenty-one National Congress of Food Science and Technology, Shiraz, Shiraz University. [In Persian]
- [27] Sedaghat, F, Movahed, S. and Mostaghim, T. 2015. The possibility of
- [8] Ghandhari yazdi, E.P., Hojjatoleslami, M., Keramat, J. And jihadi, M. 2014. Study of the effect of replacement of sucrose with stevia dietary sweetener and the addition of teragacant gum on the rheological and microstructural properties of traditional ghotab pastries. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 6 (3): 97-106. [In Persian]
- [9] Abo-baker, T. M., Mohammad, M. S., Aziz, V. N. and Alex, J. 1988. Production of liquid sugar at various stage of inversion. *Journal of Agriculture Research* 33: 79-94.
- [10] Carakaostas, M. C. Curry, L. L. Boileau, A. C. and Brusick, D. J. 2008. Overview: the history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology*. 46: 1-10.
- [11] Koyama, E. Kitazawa, K. Otori, Y. Izawa, O. Kakegawa, K. Fujino, A. and Ul, M. 2003. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. *Food and chemical toxicology*. 41: 359-374.
- [12] Mogra, R. and Dashora, V. 2009. Exploring the use of stevia rebaudiana as a sweetener in comparison with other Sweeteners. *Journal on human ecology*. 25: 117-120.
- [13] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanc, C.A. and Rosell, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*. 21: 167–173.
- [14] Shahini, N., Mirzayi, H.A. and Hosseini, S.H. 2014. Study effect of stevia natural sweetener and relation with peroxide index in yazdi cake and creamy rollet. The frist national conference of snack foods. Mashhad. [In Persian]
- [15] Hamzeloyi, M., Mirzayi, H and Ghorbani, M. 2003. Effect of sugar replacement with stevia on peroxide index of biscuit. *Agriculture science and natural rescorces journal*. 16(1):291-294. [In Persian]
- [16] Martinez, S., Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S.M. 2012. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT-Food Science and Technology*. 45: 213-220.
- [17] Gao, J., Brennan, M.A., Mason, S.L. and Brennan, C.S. 2017. Effects of Sugar

- [37] Yousefi Asli, M., Goli, S. and Kadivar, M. 2012. Optimizing the production of low-calorie jam "quince" Using artificial sweetener stevia. *Journal of Food Science Researches*. 22(2): 155-164.
- [38] Raiesi Ardali, F., Alipour, M., shariati, M.A., Taheri, S and Amiri, S. 2014. Replacing sugar by Rebaudioside A in orange drink and produce a new drink. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*. 2(2): 1131-1135.
- [39] Akesowan, A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement of sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(9): 1383-1386.
- [40] Vatankhah, M., Alhami Rad, A.H., Yagbani, M., Nadian, N. and Akbarian Meymand, M.J. 2014. Study on the possibility of producing dietary biscuits using a steviol glycoside sweetener. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*. 3 (2): 170-157. [In Persian]
- [41] Shahidi, B., Kalantari M. and Bostani, S. 2017. Effect of date syrup as sucrose alternative on rheological and physical properties of sponge cake. *Journal of Food Science and Technology*. 14 (66): 63-72. [In Persian]
- [42] Kim, C. S. and Walker, C. E. 1992. Interactions between starches, sugar and emulsifiers in high ratio cake model systems. *Cereal Chemistry*. 69: 206-212.
- [43] Baeva, M.R., Panchev, I.N. and Terzieva, V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes, *Die Nahrung* 44(4): 242-246.
- [44] Al-Farsi, M, Alasalvar, C, Al-Abid, M, Al-Shoaily, K, Al-Amry, M. and Al-Rawahy, F. 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their byproducts. *Food Chemistry*. 104: 943-947.
- [45] Fahloul, D., Abdedaim, M. and Trystram, G. 2010. Heat, mass transfer and physical properties of biscuits enriched with date powder. *Journal of Applied Sciences and Research*. 6: 1680-1686.
- producing dietary cakes using stevia and sucralose. *International Conference on Applied Research in Agriculture*. [In Persian]
- [28] Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids* 29, 363-373.
- [29] Fatemi, H. 2008. *Food Chemistry*. Public Joint Stock Company. 440-449. [In Persian]
- [30] Rosell, C. M., Rojas, J. A., and Benedito-de Barber, C. 2011. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*. 15(1): 75-81.
- [31] Dehghani Firoozabadi, A.S. and Daneshi, M. 2011. Use of date Liquid sugar and date syrup as a sweetener in food. *National Conference of Food Industry, Islamic Azad University, Quchan Branch*. [In Persian]
- [32] Ahmadi Gulliqi, H., Azizi, M.H., Jahanian, L. and Amirkoui, Sh. 2011. Effect of date liquid sugar replacement with invert Sugar in layered cake. *Journal of Food Science and Technology*. 8 (1): 64-57. [In Persian]
- [33] Kalantari, M., Fazl ara, E., Sharifi, A., Bostani, S., Asadollahi, S. and Shakarfroush, Sh. 2015. Investigating the effect of fig syrup replacement on the physical properties of box cake. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 7(2): 97-102. [In Persian]
- [34] Johnson, J.M. and Harris, C.H. 1989. Effect of acidulants in controlling browning in cakes prepared with 100% high fructose corn syrup or sucrose. *Cereal Chemistry*. 66: 158-161.
- [35] Shahidi, B., Kalantari, M. and Boostani, S. Effect of date syrup as a sugar replacement on the rheological and physical properties of sponge cake. *Journal of food science and technology*. 66 (14): 63-72. [In Persian]
- [36] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., Ansari, H. and Kheirouri, S. 2014. Effect of stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake. *Journal of Research and Reports*. 3(11): 1421-1429.

Effect of sugar replacement with date syrup and stevia on physicochemical and sensory properties of rice-based gluten free cake

Mohafez, N.¹, Gharekhani, M.^{2*}

1. M.Sc student, Department of Food science and engineering, Mamghan branch, Islamic Azad University, Mamghan, Iran
2. Department of Food science and engineering, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

(Received: 2017/11/14 Accepted:2018/04/11)

In this research, the effects of using date syrup (30, 60 and 100% sugar) and stevia sweeteners (0.1, 0.2 and 0.6% flour) on the physicochemical and sensory properties of rice-based gluten free cakes were investigated. Regarding the results of physicochemical experiments on rice-based gluten free cake, the moisture content increased significantly with increasing the amount of date syrup replacement in cake samples ($p < 0.05$). These changes in samples containing of stevia were reversed. Increasing of date syrup and stevia contents resulted in significant increase and decrease of reducing sugars of cakes compared to the control sample respectively, but different percentage of stevia did not have a significant effect on the amount of simple sugars ($p > 0.05$). The acidity of samples also increased with the increasing of date syrup and stevia contents. On the other hand, it was found that adding different concentrations of stevia did not have a significant effect on the volume of cakes ($p > 0.05$). Increasing the amount of date syrup and stevia in cake samples, decreased and increased the colour factor of L * respectively. For sensory analysis among 7 treatments, cakes containing 30 and 60% date syrup and 0.2% stevia had the most acceptability by the panellists ($p < 0.05$) and the lowest scores were given to the samples containing 100% date syrup and 0.6% stevia.

Keywords: Gluten free cake, Rice, Date syrup, Stevia

* Corresponding Author E-Mail Address: m.gharekhani@iaut.ac.ir