



بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیرین کننده‌ی استویا بر خصوصیات نان قندی مسعود یقبانی^{۱*}

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>در این پژوهش تاثیر جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نان قندی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور در فرمولاسیون این فرآورده، استویا در سه سطح صفر درصد، ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد با شکر جایگزین شد. پس از پخت، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی و خصوصیات رنگی توسط روش‌های متداول مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج آزمون شیمیایی نشان داد بین درصد چربی، پروتئین و خاکستر تفاوت معنی-داری بین تیمارها وجود نداشت، اما درصد رطوبت رابطه مستقیم و میزان قندکل رابطه معکوسی با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون داشت. نتایج آزمون‌های فیزیکی تفاوت معنی‌داری بین حجم مخصوص سه نمونه مختلف نان قندی نشان داد به‌طوری‌که نمونه نان قندی حاوی ۵۰ درصد استویا بیشترین حجم مخصوص را داشت (۲/۰۸۵ سانتی‌متر مکعب بر گرم). فعالیت آبی (a_w) با افزایش درصد جایگزینی استویا، از ۰/۷۱ در نمونه شاهد به ۰/۸۱ در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد استویا افزایش پیدا کرد. نتایج خصوصیات بافتی نشان داد استویا موجب کاهش حدود ۷۰ درصدی در سفتی بافت در روزهای اول و پنجم نگهداری نان قندی شد. در مورد پارامترهای رنگ‌سنجی، افزودن استویا موجب افزایش شدت روشنایی و زردی (L^* و b^*) و کاهش شدت قرمزی (a^*) شد. نتایج ارزیابی حسی حاکی از مقبولیت بیشتر فرمولاسیون حاوی ۵۰ درصد استویا در بین داوران بود به‌طوری‌که با کسب بیشترین میانگین امتیاز از نظر پذیرش کلی (۴/۵ امتیاز)، به‌عنوان بهترین فرمولاسیون انتخاب گردید.</p>	<p>تاریخ‌های مقاله:</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲</p> <p>کلمات کلیدی:</p> <p>استویا، شیرین کننده، کیفیت، نان قندی.</p> <p>DOI: 10.22034/FSCT.19.131.31 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.3.4</p> <p>* مسئول مکاتبات: myaghbani@yahoo.com</p>

۱- مقدمه

استویا گیاهی کوتاه قد، بوته‌ای و دائمی می‌باشد که از تیره‌ی مرکبان و بومی منطقه آمازی واقع در مرز برزیل و پاراگوئه است. آخرین یافته‌های علمی دانشمندان نشان می‌دهد که استفاده از برگ‌های گیاه استویا توسط بومیان منطقه آمریکا به بیش از ۱۵۰۰ سال قبل باز می‌گردد. برگ‌های خام گیاه استویا و پودر گیاهی سبز رنگ آن ۱۰ تا ۱۵ برابر شیرین‌تر از شکر است و شیرینی مواد استخراجی تصفیه شده حاصل از استویا که به نام استویوزید معروف است، ۲۰۰ تا ۳۰۰ برابر شیرین‌تر از شکر می‌باشد [۱]. استویا بعنوان یک شیرین‌کننده طبیعی، بر خلاف شکر باعث افزایش قند خون نمی‌شود و به همین دلیل پس از مصرف، قند خون را افزایش نمی‌دهد. علاوه بر این مشکلات شیرین‌کننده‌های سنتزی را نیز ندارد [۲].

محصولات آردی یا نانویی از جمله محصولاتی بوده که مصرف‌کنندگان گسترده‌ای دارند و تنوع زیاد آنها سبب شده تا در بین مردم جایگاه ویژه‌ای داشته باشند. در اکثر این فرآورده‌ها شکر بعنوان جزئی از فرمولاسیون حضور دارد لیکن امروزه مصرف شکر بعنوان یک عامل محدودکننده در برخی افراد از جمله دیابتی‌ها، محسوب شده و تولید محصولات فاقد شکر یا کم شکر بعنوان بخشی از نیاز مصرف‌کننده مورد توجه تولیدکنندگان مواد غذایی قرار گرفته است. لذا استفاده از جایگزین‌های شکر که از یک طرف تولید محصولی با شیرینی مشابه را امکان‌پذیر سازد و از طرفی دیگر محدودیتی از نظر مصرف برای این دسته از افراد نداشته باشد، مورد نیاز است [۳].

امروزه مسئله چاقی، افزایش وزن و ناراحتی‌های ناشی از مصرف قند زیاد بخصوص دیابت، یکی از معضلات جوامع بشری است که بسیاری افراد از آن رنج می‌برند. با توجه به ماهیت این بیماری و رفتار ساکارز در بدن بیمار تولید و ارائه محصولات رژیمی ضرورت می‌یابد [۴]. شیرین‌کننده‌هایی که اکثراً در مواد غذایی استفاده می‌شوند، مصنوعی بوده که هر کدام محدودیت خاصی در فرمولاسیون مواد غذایی دارند. لذا استفاده از شیرین‌کننده‌ای طبیعی که مضرات آنها را نداشته و بتواند جایگزین شکر گردد، مورد نیاز جامعه امروزی است. طی تحقیقاتی که در این زمینه

انجام شده، والتر و سولیا^۲ (۲۰۱۰) امکان استفاده از استویا را در محصولات آردی کیک و کلوچه بررسی نموده و نسبت‌های مختلفی از ترکیب شکر و استویا را استفاده کردند. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از نرمی، حجم و کاهش رطوبت در زمان پخت. نتایج نشان داد که کلوچه حاوی شکر و استویا به نسبت ۵۰/۵۰، نرم‌تر از سایر نسبت‌ها بود و بیان داشتند که استویا می‌تواند تا حد رضایت بخشی در چنین محصولاتی استفاده شود [۵]. کرزیک‌نیک و همکاران^۳ (۱۹۹۹) در بررسی خصوصیات مواد غذایی حاوی شیرین‌کننده استویا بیان کردند که در دو مورد از محصولات مورد آزمایش خود که حاوی ۱۰۰ و ۷۵ درصد استویا به جای شکر بودند، از نظر چهار ویژگی در بین پنج خصوصیت، برتری داشتند. البته نوع محصول نیز در امتیاز نهایی ارزیابی تاثیر داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که استویا می‌تواند جایگزین همه یا بخشی از شکر موجود در فرمولاسیون مواد غذایی، بدون تاثیر منفی بر پذیرش یا خصوصیات فیزیکی محصول گردد [۶]. جنونس^۴ (۲۰۰۲) در بررسی بی‌ضرر بودن استویا که بعنوان شیرین‌کننده مصرف می‌شود، بررسی‌هایی انجام داد. نتیجه این مطالعات سالم بودن این ترکیبات را بعنوان شیرین‌کننده نشان داد که برای دیابتی‌ها و افراد با رژیم لاغری بدون علائم آلرژیک، مناسب است [۷]. حمزه لوثی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی جایگزینی شیرین‌کننده استخراج شده از استویا به جای شکر در فرمولاسیون بیسکویت پرداختند. نتایج نشان داد که استویا علاوه بر اینکه موجب ایجاد طعم شیرین و خوشایندی در این محصول می‌گردد، از طریق کاهش اندیس پراکسید چربی استخراجی نیز موجب بهبود کیفیت و افزایش عمر ماندگاری محصول می‌شود [۸].

هدف از انجام این پروژه تولید محصولات آردی بدون شکر یا کم شکر با استفاده از استویا است تا افرادی که به دنبال محصولات رژیمی هستند، قادر به استفاده از آن باشند. ضمن اینکه به لحاظ مقدار مصرف بسیار پایین مورد نیاز برای رسیدن به شیرینی معادل شکر، قیمت آن نیز توجیه‌پذیر است. در این تحقیق امکان جایگزینی شکر با استویا در نان قندی با میزان

2. Walter & Soliah

3. Kerzicnik, et al.

4. Geuns

جایگزینی صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصدی در فرمولاسیون بررسی گردید که میزان مناسب افزودن، تنظیم فرمولاسیون و شرایط فرآوری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی محصول نهایی و نهایتاً قابلیت پذیرش آن از طریق آزمونهای حسی مورد ارزیابی قرار گرفت.

درصد ساخت کشور کره)، روغن مایع آفتاب گردن تولید شرکت اویلا، مخمر نانوائی با عنوان تجاری فریمان، بهبود دهنده، تخم-مرغ، زردچوبه، زنجبیل، دارچین، وانیل، تخم مرغ، گلاب، اسانس هل (همگی از نمونه تجاری بازار تهیه شد)، آب.

۲-۲-۲- روش ها

۲-۲-۲-۱- تهیه نان قندی

مواد مورد استفاده در فرمولاسیون سه نمونه نان قندی در جدول ۱ آورده شده است. نمونه A، B و C به ترتیب حاوی صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد استویا (پس از معادل سازی که برابر ۰/۰۱ میزان شکر بود) بعنوان جایگزین شکر در فرمولاسیون خود هستند.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

مواد مورد استفاده عبارت بودند از: آرد ستاره (۲۲ درصد سیوس گیری) از کارخانه آرد خراسان، پودر استویا (با خلوص ۹۵

Table 1 Used Ingredients in sweet bread formulations

Ingredients	samples of sweet bread		
	A (0%)	B (50%)	C (100%)
Flour	2000	2000	2000
Sugar powder	700	350	0
Stevia	0	3.5	7
Vegetable Oil	400	400	400
Powder of Turmeric, Cinnamon, Ginger	2	2	2
Yeast	20	20	20
Improver	5	5	5
Vanilla	0.7	0.7	0.7
Golab	80	80	80
Egg	60	60	60
Water	600	600	600

ابتدا پودر استویا در آب ولرم (۶۰۰ میلی لیتر) حل شده و سپس اضافه گردید؛ استفاده از آب گرم نه تنها موجب افزایش حلالیت آن می شود بلکه موجب بهبود فعالیت مخمر نیز می شود. بعد از اضافه کردن روغن، آب و گلاب، نوبت به اضافه کردن آرد می رسد که بتدریج اضافه شد، در اواسط اضافه کردن آرد، همزمان تخم مرغ های از قبل همزده به مخلوط اضافه گردید. در نهایت خمیری دارای حالت کشسانی و الاستیسیته مناسب بدست آمد. عملیات هم زدن از شروع اضافه کردن مواد تا خروج خمیر

۲-۲-۲-۲- تهیه خمیر

ابتدا پودر شکر را به همراه زردچوبه، زنجبیل، دارچین، وانیل، مخمر و بهبود دهنده پس از توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ (مدل XE-H-C شرکت CAS کره) در داخل یک ظرف استیل کاملاً خشک ریخته و با یک کاردک به خوبی هم زده شد تا کلیه مواد به طور یکنواخت مخلوط گردند. سپس این مواد را داخل مخلوط کن اسپیرال (مدل AB۱۱۱۴، ساخت ایران) و روغن اضافه شد. در مرحله بعد آب و گلاب اضافه گشته و هم زده شد تا مواد به خوبی مخلوط شوند. به منظور اختلاط بهتر،

منظور خمیر را بر روی یک میز استیل تمیز قرار داده و با یک کاردک قطعات ۱۵۰-۱۴۰ گرمی از خمیر جدا و چانه شد. چانه‌ها نیز به مدت ۱۵ دقیقه استراحت نموده تا آماده پخت شوند. در مجموع فرآیند استراحت خمیر و چانه‌ها ۵۵ دقیقه به طول انجامید. شکل ۱ تصاویری از خمیر پس از خروج از میکسر و چانه‌گیری را نشان می‌دهد.

معمولاً ۱۰ الی ۱۵ دقیقه به طول انجامید و در طی همزدن به کمک یک کاردک خمیر از جداره مخزن جدا گردید [۵].

۲-۲-۳- استراحت دادن و چانه‌گیری خمیر

پس از خروج خمیر از داخل همزن به مدت ۴۵ دقیقه در مای اتاق استراحت داده و در حین این زمان روی خمیر با پارچه یا پلاستیک تمیز پوشانده شد. بعد از آن چانه‌گیری شده که بدین



Fig 1 Prepared Dough during dividing.

سانتی‌گراد، پس از گذشت تقریباً ۶ دقیقه (معادل ۶ دور فر گردان) نان‌قندی پخته شده و از روی صفحه گردان برداشته شد. نان‌های خارج شده از فر بر روی میزی کنار تنور قرار داده شدند تا کمی سرد شوند. پس از رسیدن به دمای محیط، آنها را درون پلاستیک‌های زیپ پک بسته بندی گردیده و برای آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی نگهداری شدند [۵]. شکل ۲ نمایی از پخت در فر و محصول نهایی را نشان می‌دهد.

۲-۲-۴- فرآیند پخت نان‌قندی

عملیات پخت توسط تنور گردان صنعتی مخصوص پخت نان-های مسطح (مدل ۱۳۰۰ شرکت سپاهان اصفهان، ایران) انجام گردید. ابتدا چانه‌ها توسط وردنه کمی صاف شدند و سپس به صورت دستی کاملاً مسطح شده بطوری که میانگین قطر در نقاط مختلف خمیر ۱۰-۶ میلی‌متر شد. سپس خمیر مسطح بر روی صفحه داغ تنور گردان منتقل شده و با دمای پخت ۲۲۰ درجه



Fig 2 Sweet bread during baking (right) and after baking (left).

آزمون‌های شیمیایی برای نان قندی از قبیل رطوبت، پروتئین، قند کل، خاکستر و چربی طبق روش‌های متداول انجام گردید [۹]. (AACC, ۲۰۰۰).

۲-۲-۵- آزمون‌های شیمیایی

۲-۲-۶-۲-آزمون‌های فیزیکی

۲-۲-۶-۱-حجم مخصوص^۵ (SV)

برای محاسبه حجم مخصوص نمونه که حاصل تقسیم حجم به جرم می‌باشد، ابتدا با استفاده از روش جابه‌جایی دانه کلزا^۶ حجم نمونه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری حجم نان‌قندی ابتدا به طور تصادفی از نقاط مختلف نان قطعات مربع شکلی با ابعاد ۶×۶ بریده شد و پس از وزن کردن و ثبت وزن آن حجم اندازه‌گیری گردید. با داشتن حجم نمونه و وزن آن حجم مخصوص محاسبه گردید [۱۰].

۲-۲-۶-۲-اندازه‌گیری فعالیت آبی (a_w)

برای اندازه‌گیری a_w، نمونه تا ۲۵ درجه سانتیگراد گرم شد و بعد فعالیت آبی اندازه‌گیری گردید (در موقع گرم کردن دقت شود که رطوبت نمونه خارج نشود). نمونه آسیاب شده و بعد نمونه یکنواخت شده را داخل ظرف پلاستیکی دستگاه a_w ریخته بطوریکه تا دوسوم ارتفاع ظرف، نمونه قرار گیرد و یک سوم ارتفاع بالای ظرف خالی باشد. سپس آنرا داخل دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی قرار داده و درب آنرا محکم بسته و در نهایت عدد دستگاه که بیانگر a_w نمونه است، قرائت شد [۱۱، ۱۲].

۲-۲-۶-۳-ارزیابی بافت

برای ارزیابی بافت نان قندی و تعیین سفتی آن از آزمون نفوذ^۷ استفاده شد که طی آن پروب دستگاه به درون نمونه نفوذ کرده و نیروی لازم برای رسیدن به عمق نفوذ معین تحت شرایط خاص آزمون اندازه‌گیری شده و به عنوان شاخص سختی و سفتی ماده غذایی معرفی می‌گردد. برای انجام این آزمون از پروب استوانه‌ای به قطر ۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲/۳ سانتی‌متر با سرعت نفوذ ۳۰ میلی‌متر بر دقیقه و میزان نفوذ ۳۰ میلی‌متر استفاده گردید. در ابتدا از قسمت‌هایی از نان که ضخامت یکسانی داشتند، مربع‌های به طول ۵ سانتی‌متر بریده شد و توسط پروب ذکر شده در بالا مورد آزمون قرار گرفت. در نهایت F_{max} نمونه‌های مختلف مشخص گردید. تعدادی از نمونه‌های نان‌قندی نیز بسته‌بندی و به مدت ۵ روز نگهداری شد و سپس مجدداً مورد آنالیز قرار گرفتند تا تأثیر بیاتی نیز ارزیابی شود [۱۳، ۱۴].

۲-۲-۷-پردازش تصویر

به منظور آنالیز رنگ رویه نان قندی، پس از پخت نمونه‌ها و متعادل شدن دمای آنها از هریک از فرمولاسیون‌ها سه نمونه به طور تصادفی برای گرفتن عکس انتخاب شد. نمونه را بر روی صفحه اسکنر قرار داده و جعبه مقوایی با فضای درونی کاملاً سیاه رنگ بر روی دستگاه اسکنر مسطح مدل hp G3010 قرار گرفت و با رزولوشن ۳۰۰ dpi از نمونه عکس تهیه شد. تصاویر با فرمت JPEG و بدون فشرده‌گی در رایانه ذخیره گردیدند (سوپونار و همکاران^۸، ۲۰۰۸). سپس تصاویر ذخیره شده، توسط نرم افزار پردازش تصویر ImageJ نسخه 1.44p به محیط نرم افزار فراخوانی شدند و پارامترهای a*، b* و L* محاسبه شدند [۱۵].

۲-۲-۸-آزمون حسی

به منظور انجام آزمون حسی ۱۵ نفر ارزیاب آموزش دیده انتخاب گردیدند. آزمون حسی در مورد ویژگی‌های رنگ، طعم، مزه، بافت، قابلیت جویدن و پذیرش کلی صورت پذیرفت. بر این اساس برای هر یک از ویژگی‌های نمونه (رنگ، طعم، مزه، بافت و قابلیت جویدن و پذیرش کلی) امتیازی بین ۱ تا ۵ در نظر گرفته شد. در این پژوهش از آزمون حسی مصرف‌کننده‌گرا و از نوع لذت بخشی^۹ استفاده شد [۱۶، ۱۷].

۲-۲-۹-تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شدند. در این تحقیق برای سنجش وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها از روش تجزیه واریانس (ANOVA) و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵٪ استفاده شد. نتایج بدست آمده از آزمایشات با استفاده از نرم افزار SAS نسخه 9.1 مورد آنالیز قرار گرفتند و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2007 ترسیم شدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-ارزیابی ترکیبات شیمیایی نان‌قندی

8. Soponar et al.
9. Hedonic Test

5. Specific volume
6. Rape seed displacemnt
7. Penetration

میزان رطوبت افزایش معنی داری پیدا کرد بطوریکه بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه حاوی ۱۰۰٪ استویا (نمونه C) بود که برابر با ۲۰/۲۴ درصد است.

در جدول ۲ میانگین درصد ترکیبات شیمیایی نان قندی آمده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد بین درصد رطوبت هر سه فرمولاسیون تفاوت آماری معنی داری مشاهده می‌شود ($p < 0.05$). با افزایش سطح شیرین کننده استویا در فرمولاسیون نان قندی،

Table 2 Chemical composition of sweet bread in different treatments

Ash (%)	Fat (%)	Protein (%)	Total sugar (%)	Moisture (%)	Stevia replacement level
0.93±0.09 ^a	25.43±0.76 ^a	11.49±0.22 ^a	16.55±0.24 ^a	10.19 ± 0.10 ^a	A (% 0)
0.96±0.07 ^a	25.26±0.37 ^a	11.80±0.15 ^a	9.92±0.25 ^b	15.02±0.17 ^b	B (%50)
1.07±0.03 ^a	24.57±0.49 ^a	11.71±0.14 ^a	1.62 ± 0.16 ^c	20.24± 0.09 ^c	C (%100)

Different letters in the Columns show significant different at $p \leq 0.05$.

اختلاف معنی داری از نظر آماری بین درصد پروتئین و چربی نمونه‌ها وجود نداشت.

بیشترین و کمترین درصد خاکستر به ترتیب مربوط به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد استویا (C) و نمونه فاقد استویا (A) بود. بین درصد خاکستر سه نمونه نان قندی تفاوت معنی داری از لحاظ آماری وجود نداشت که دلیل آن را می‌توان به یکسان بودن آرد و سایر اجزاء حاوی مواد معدنی در فرمولاسیون نسبت داد. از آنجایی که ساکارز جزء مواد آلی می‌باشد و در طی فرآیند سوزاندن در کوره بطور کامل از بین می‌رود، بنابراین تغییر در مقدار آن نمی‌تواند تفاوت معنی داری بر روی درصد خاکستر نمونه‌ها داشته باشد. استویا تقریباً حاوی ۱۱ درصد خاکستر است و مواد معدنی موجود در ترکیب استویا شامل کلسیم، فسفر، سدیم، پتاسیم، آهن، روی و منیزیم می‌باشد [۲۱]، بنابراین افزایش ناچیز در مقدار خاکستر، می‌تواند به دلیل افزایش مقدار استویا در فرمولاسیون نان قندی باشد.

۳-۲- ارزیابی خواص فیزیکی نان قندی

۳-۲-۱- فعالیت آبی (a_w)

نتایج حاصل از ارزیابی فعالیت آبی نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی استویا به جای شکر در فرمولاسیون، میزان فعالیت آبی افزایش معنی داری پیدا کرد ($p < 0.05$). نمونه‌ی بیسکویت حاوی ۱۰۰٪ شیرین کننده استویا (C) بیشترین a_w را داشت در حالی که بیسکویت فاقد استویا (A) دارای کمترین a_w بود (شکل ۳).

ساکارز آب بیشتری هنگام مخلوط کردن در خود جذب می‌کند و آن را از دسترس آرد برای تشکیل شبکه گلوتهی خارج می‌کنند و خمیر ویسکوزتری ایجاد خواهد شد. بالعکس وقتی میزان شکر کاهش پیدا کند ملکول‌های آب فرصت بیشتری برای تشکیل شبکه گلوتهی دارند و خمیر مرطوب‌تری ایجاد خواهد شد. علاوه بر این، شکر دمای ژلاتیناسیون نشاسته و دناتوراسیون پروتئین را افزایش می‌دهد و این دمای بالای ژلاتیناسیون به خروج رطوبت از محصول کمک می‌کند [۱۸].

آنالیز واریانس داده‌های حاصله از اندازه‌گیری قند کل اختلاف آماری معنی داری را بین سه فرمولاسیون مختلف نان قندی نشان داد ($p < 0.01$) بطوریکه با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون، درصد قند کل کاهش شدیدی داشت.

به طور کلی بعضی از شیرین کننده‌های جایگزین شکر یا فاقد نقش کالری‌زایی هستند و یا آنکه بدلیل میزان شیرینی بسیار زیاد، مقادیر بسیار کمی از آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد که از این جهت نقش چندانی در افزایش میزان کالری دریافتی بدن ندارند [۱۹]. لین و همکاران (۲۰۱۰) از اریترول به عنوان شیرین کننده در فرمولاسیون کوکی دانمارکی استفاده کردند و گزارش کردند با افزایش میزان اریترول در فرمولاسیون کوکی، درصد قند کاهش معنی داری داشت [۲۰].

اندازه‌گیری مقادیر درصد پروتئین و چربی نمونه‌های نان قندی نشان داد با جایگزینی سطوح مختلف استویا در فرمولاسیون آنها،

سوکرالوز و اریترول به جای شکر مشاهده گردید. عدم توانایی سوکرالوز- اریترول در ایجاد پیوند با ملکول آب برخلاف توانایی بالای شکر برای این کار، به عنوان دلیلی برای افزایش فعالیت آبی بیان شد [۲۲].

۳-۲-۲- حجم مخصوص

نتایج حاصل از مقایسه میانگین های حجم مخصوص نان قندی در شکل ۴ آمده است. همانطور که ملاحظه می گردد بین نمونه های مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد ($p < 0.05$). بیشترین حجم مخصوص نان قندی مربوط به فرمولاسیون B و کمترین آن مربوط به نمونه C می باشد. نتایج آزمون دانکن در مورد نان قندی نشان داد بین فرمولاسیون A و C اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد اما فرمولاسیون B با اختلاف معنی داری حجم مخصوص بیشتری نسبت به دو فرمولاسیون دیگر نان قندی دارد.

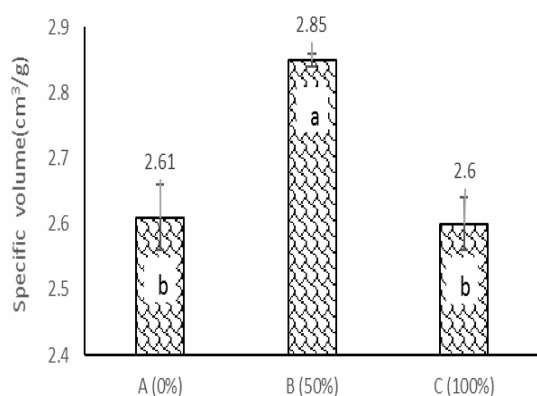


Fig 4 Specific volume of sweet breads.

نان قندی ایرانی از گروه نان های مسطح است که به دلیل وجود شکر در فرمولاسیون آن سفتی بیشتری نسبت به سایر نان های مسطح دارد. حجم این محصول به مراتب کمتر از حجم برخی محصولات نانوائی مانند نان های باگت و کیک ها می باشد. حجم محصولات نانوائی به واسطه ایجاد گاز توسط فعالیت مخمر (عمل آوری بیولوژیکی)، مواد شیمیایی مانند بیکنینگ پودر (عمل آوری شیمیایی) و یا ورود گاز به خمیر در طی فرآیند اختلاط (عمل آوری مکانیکی) ایجاد می شود. به طور کلی شکر در به دام انداختن هوا در فرآورده های غلاتی مؤثر می باشد [۲۳]. کاهش حجم در طی حذف شکر ممکن است به دو دلیل رخ دهد؛ اول کاهش پایداری خمیر در طول حرارت دادن که در

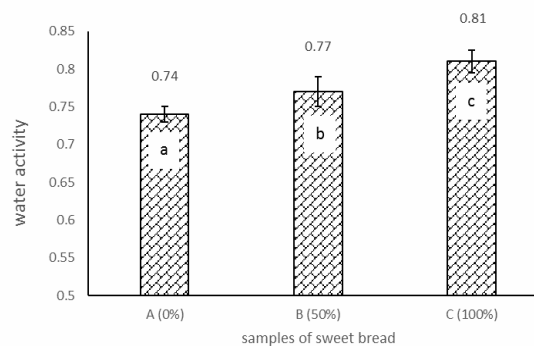


Fig 3 Water activity of sweet bread samples.

ساکارز بر روی فعالیت آبی محصولات نانوائی تاثیر می گذارد. افزودن سطوح ساکارز فعالیت آبی محصول را کاهش داده و در نتیجه اثر مهمی بر روی زمان ماندگاری محصول دارد. تأثیر عمده ساکارز در پخت از میل ترکیبی آن نسبت به آب و پیوندهای میان این دو حاصل می گردد، بنابراین ساکارز میزان آب در دسترس را کاهش می دهد [۱۸]. به طور کلی پروتئین ها و کربوهیدرات ها به دلیل داشتن گروه های قطبی و باردار می توانند ملکول های آب را که از نظر ساختمانی دارای ویژگی قطبی هستند جذب و گرفتار کنند و آنها را از نظر فساد ماده غذایی بی اثر کنند [۱۹]. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده میزان فعالیت آبی نان قندی نیز همانند رطوبت آن، در محدوده ای بین بیسکویت و محصولاتی مانند کیک و نان قرار دارد. لازم به ذکر است که a_w نان قندی در محدوده خطر فساد میکروبی قرار دارد و این امر موجب کاهش ماندگاری میکروبی آن است، هر چند که مقاومت میکروبی آن به واسطه محتوای رطوبتی و a_w کمتر نسبت به کیک، بالاتر از این محصول می باشد. در پژوهشی که توسط زولباس و همکاران (۲۰۰۰) بر روی اثر جایگزینی ساکارز با قندهای الکلی بر خواص فیزیکی و شیمیایی کوکی انجام شد مشاهده کردند که با جایگزینی این قندها با ساکارز فعالیت آبی افزایش می یابد که در این بین فعالیت آبی مالتیتول، لاکتیتول و سوربیتول تقریباً نزدیک به فعالیت آبی کوکی تهیه شده با ساکارز است [۱۱]. در مطالعه ای دیگر که توسط آکسون^{۱۰} (۲۰۰۹) بر روی کاهش چربی و جایگزینی شکر با سوکرالوز- اریترول در کیک انجام گردید، یک روند افزایش در فعالیت آبی کیک با افزایش جایگزینی سطح

می‌شود [۱۸] که این شرایط در نان قندی B مهیا می‌باشد. در نان-قندی نمونه C به دلیل عدم وجود مقادیر کافی شکر، فعالیت مخمر به خوبی صورت نمی‌گیرد.

۳-۳-خصوصیات بافتی نان قندی

۳-۳-۱-سفتی بافت

نتایج تجزیه واریانس سفتی بافت نان قندی (جدول ۳) نشان داد با افزایش سطح جایگزینی استویا با شکر، سفتی بافت کاهش معنی‌داری داشت ($p < 0.05$). در مورد تجزیه واریانس سفتی (F_{max}) نان قندی تازه و پس از ۵ روز نگهداری، با افزایش سطح جایگزینی استویا در فرمولاسیون نان قندی سفتی بافت در نان-قندی تازه کاهش معنی‌داری پیدا کرد که این روند پس از ۵ روز نگهداری آنها نیز وجود داشت. به طور کلی سفتی بافت نان قندی پس از ۵ روز نگهداری در هر سه فرمولاسیون افزایش معنی-داری داشت که بدلیل بروز پدیده بیاتی در نان قندی است. بیشترین سفتی بافت، هم در مورد نان تازه و هم نان ۵ روز نگهداری شده مربوط به فرمولاسیون A می‌باشد.

ارتباط مستقیم با کاهش ویسکوزیته خمیر و اندازه حباب‌های هوا است، دوم کاهش سرعت انتقال حرارت به دلیل کاهش در دمای ژلاتینه شدن نشاسته و دمای دناتور شدن پروتئین‌ها که به انبساط ناکافی حباب‌های هوا در طول پخت و کاهش حجم منجر خواهد شد [۲۵،۲۴].

مصرف بیش از ۱۰٪ (۲۰-۱۵ درصد) شکر، به علت فشار اسمزی بالا، موجب کاهش فعالیت مخمر می‌شود، در نتیجه محصول نهایی حجیم، پوک و متخلخل نمی‌شود [۱۸]. افزایش سطح ساکارز می-تواند توانایی مخمر نان در تولید گاز را تحت تأثیر قرار دهد. افزایش درصد شکر در خمیر، زمان مورد نیاز برای رسیدن به ارتفاع مورد نظر در دوره استراحت خمیر را دو برابر می‌کند. از آنجایی که در نان قندی حاوی ۱۰٪ شکر حدوداً ۱۷٪ قند وجود دارد لذا این مقدار بالای شکر مانع از فعالیت مخمر شده و تولید گاز CO_2 توسط آنها کاهش پیدا می‌کند لذا احتمالاً کاهش حجم آن نسبت به فرمولاسیون حاوی ۵۰٪ شکر به همین دلیل می‌باشد و از طرفی وجود مقادیر متناسب شکر (حدوداً ۵٪)، در خمیرهایی که به صورت بیولوژیک پوک می‌شوند، موجب بهبود فعالیت حیاتی مخمر شده و در نتیجه گاز CO_2 بیشتری تولید

Table 3 Firmness of sweet breads in day 0 and 5.

F_{max} in day 5 (N)	F_{max} in day 0 (N)	Stevia replacement level
210.30±12.53 a	186.24±10.32 a	A (%0)
126.81± 13.56 b	72.57±8.99 b	B(%50)
64.16±4.75 c	41.70±5.43 c	C(%100)

Different letters in the Columns show significant different at $p \leq 0.05$.

شکر ممکن است کریستاله شود که این امر نیز می‌تواند به سختی بافت کمک کند [۲۸،۲۷]. از آنجایی که محتوای رطوبت از نمونه A تا C افزایش یافته است بنابراین نرم‌تر شدن بافت نان قندی ممکن است به دلیل افزایش محتوای رطوبت نیز رخ دهد. همچنین وقتی ژل نشاسته برای مدت زمانی باقی بماند به تدریج تغییرات رتروگرادیشن یا بیات شدن نشاسته در آن ایجاد می‌شود که این تغییرات عامل اصلی بیاتی محصولات نانویی می-باشد [۲۹]. لذا دلیل سفتی بافت نان قندی پس از ۵ روز نگهداری بیاتی نشاسته می‌باشد، که این روند بیاتی در نمونه‌ی B با سرعت بیشتری انجام شده است.

ساکارز باعث افزایش دمای دناتوراسیون پروتئین‌ها شده و در نتیجه سبب افزایش ساختار نسبتاً سفت محصولات پخت می-گردد [۲۶]. بنابراین کاهش شکر می‌تواند موجب نرم‌تر شدن محصول گردد. از طرفی تردی و سفتی محصولات نانویی به-واسطه محتوای رطوبتی آنها تغییر می‌کند بطوریکه با افزایش محتوای رطوبت بافت محصول نرم‌تر خواهد شد. همچنین سختی بافت می‌تواند به دلیل توسعه محدود گلوتن باشد، گلوتن برای افزایش توسعه شبکه گلوتهنی باید با ملکول‌های آب واکنش بدهد اما شکر با واکنش زودتر با آب مانع از توسعه مناسب شبکه گلوتهنی می‌شود. همچنین در فرآیند سرد کردن پس از پخت،

شده است که این افزایش روشنایی از لحاظ آماری معنی دار می-باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تغییرات مقادیر شاخص قرمزی یا a^* نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی استویا در فرمولاسیون نان قندی، a^* کاهش معنی داری پیدا کرده است ($p < 0.05$). پارامتر a^* بیانگر سبزی تا قرمزی است و از لحاظ عددی در بازه ی ۱۲۰- (سبز مطلق) الی ۱۲۰ (قرمز مطلق) است. بنابراین با افزایش سطح استویا در فرمولاسیون نان قندی از ارزش رنگ قرمز نمونه ها کاسته شد. میانگین شاخص a^* برای نان قندی نمونه A که فاقد شیرین کننده استویا است برابر با $3/30$ می باشد، که این میزان با افزایش درصد استویا تا 100% (C) به $1/08$ - کاهش پیدا کرده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تغییرات مقادیر شاخص زردی یا b^* نیز نشان داد که با افزایش درصد استفاده از استویا در فرمولاسیون نان قندی، شاخص b^* افزایش معنی داری از نظر آماری پیدا کرد ($p < 0.05$). پارامتر b^* نشان دهنده ی رنگ آبی تا زرد می باشد و از لحاظ عددی در محدوده ی ۱۲۰- (آبی مطلق) تا ۱۲۰ (زردی مطلق) است. بنابراین با افزایش سطح جایگزینی استویوزید در فرمولاسیون، زردی نمونه ها بیشتر شده است. میانگین شاخص b^* برای نمونه A برای نان قندی برابر با $15/79$ بود که با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون این مقدار به $20/96$ افزایش پیدا کرد. لذا با حذف شکر میزان رنگ زرد افزایش پیدا کرده است.

تغییرات رنگ بیسکویت و نان قندی و سایر محصولات نانوائی در طی پخت ناشی از واکنش قهوه ای شدن غیرآنزیمی یا واکنش مایلارد می باشد. در واکنش مایلارد، قندهای احیاء به ویژه فروکتوز، گلوکز و لاکتوز با آمینواسیدها و پپتیدها واکنش انجام می دهند. در اثر این واکنش، ماده ی غیرمحلول و غیرقابل هضمی به نام ملانوئیدین که قهوه ای رنگ و آروماتیک است به وجود می آید. این واکنش غیرآنزیمی، در اثر عواملی چون افزایش دما، قندهایی مانند منوساکاریدها به ویژه فروکتوز، مواد قلیایی، وجود آب کافی و کاتالیزورهایی مثل آمونیاک تسریع می شود. ساکارز در مقایسه با گلوکز و مالتوز، رنگ قهوه ای روشن تری را در پوسته ایجاد می کند. این واکنش در بعضی موارد نامطلوب است و علاوه بر ایجاد ظاهر نامطلوب در مواد غذایی سبب کاهش ارزش تغذیه ای پروتئین (به ویژه لیزین) هم می شود. هرچه

کاهش سفتی در محصولاتی که از ترکیبات شیرین کننده به منظور جایگزینی با شکر استفاده شده در تحقیقات دیگری نیز گزارش شده است. نتایج پژوهش انجام شده توسط زولباس و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد جایگزینی لاکتیتول، سوربیتول، زایلیتول، مانیتول به جای ساکارز موجب کاهش ماکزیم نیرو (N) و در نتیجه کاهش سفتی بافت کوکی گردید که دلیل این کاهش سفتی را در ارتباط با بافت خمیر دانستند [۱۱]. رافیلوز به عنوان جایگزین شکر در پژوهش گالاگر و همکاران [۱۱] (۲۰۰۳) در تولید بیسکویت استفاده گردید و نتایج مشابهی بدست آمد. آنها گزارش کردند ماکزیم نیرو برای نمونه های تهیه شده با درصدهای مختلف رافیلوز به طور معنی داری نسبت به نمونه ی شاهد کاهش پیدا می کند و در نتیجه نمونه ها نرم تر می شوند [۳۰]. در پژوهشی انجام شده توسط پَریت و همکاران (۲۰۰۹) بر روی نقش شکر در خصوصیات ساختاری و بافتی کوکی نتایج مشابهی بدست آمده است بطوریکه بیان داشتند با کاهش سطح شکر از $31/2\%$ تا $17/6\%$ در خمیر کوکی، سفتی بافت کوکی از $20/5N$ تا $16/1N$ کاهش پیدا می کند. آنها نیز عدم توسعه مناسب شبکه گلوتن خمیر را بر اثر دخالت شکر در جذب آب و نیز کریستالیزاسیون شکر پس از سرد شدن را عامل سفتی بافت نمونه شاهد می دانستند [۳۱].

۳-۲-۳- نتایج ارزیابی پارامترهای رنگسنجی (L^* , a^* , b^*)

میزان تغییرات رنگ نان قندی به وسیله ی اندازه گیری پارامترهای رنگسنجی ($L^* a^* b^*$) بررسی شد. در جدول ۴ میانگین پارامترهای رنگسنجی توسط آزمون آماری دانکن مورد مقایسه قرار گرفته است. با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون نان قندی، شاخص روشنایی یا L^* افزایش معنی داری پیدا کرده است ($p < 0.05$) به طوری که از $50/56$ در نمونه بدون استویا به $62/48$ در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد استویا افزایش پیدا کرد. پارامتر L^* بیانگر روشنایی است و مقدار آن در محدوده صفر تا ۱۰۰ قرار دارد، هرچه مقدار این پارامتر به ۱۰۰ نزدیکتر باشد بیانگر روشنایی بیشتر می باشد. بنابراین با افزایش سطح شیرین کننده استویوزید در فرمولاسیون، رنگ بیسکویت و نان قندی روش تر

حرارتی و ایجاد رنگ در پوسته نان قندی افزایش می‌یابد [۲۴]. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون از شدت انجام این واکنش کاسته می‌شود و رنگ محصول نهایی روشن‌تر خواهد شد.

غلظت قندهای احیاءکننده موجود بیشتر باشد، رنگ‌های تیره‌تری ایجاد می‌شود. این واکنش در محیط‌های قلیایی رایج‌تر از محیط‌های اسیدی است [۱۸، ۱۹، ۳۲]. علاوه بر این ساکارز مقاومت حرارتی پایینی دارد و بر اثر حرارت، احتمال تجزیه

Table 4 Parameters of color assessment for sweet bread.

parameters of color		Stevia level	
b*	a*	L*	
15.79±0.93 a	3.30±0.49 a	50.56 ± 1.83 a	A (0%)
19.96±2.61 b	2.41±1.24 a	54.93±1.28 ab	B (50%)
20.77±.90 b	-1.08±0.69 b	62.49±2.97 b	C (100%)

Different letters in the Columns show significant different at $p \leq 0.05$.

با نمونه‌ی تهیه شده از فرمول A اختلاف معنی‌داری دارند. نمونه‌ی B بیشترین میانگین امتیاز رنگ (۴/۳۳) را کسب کرد و بعد از آن نمونه C با اختلاف اندکی نسبت به نمونه B قرار داشت. برای کمک به تشکیل رنگ سطح در حین پخت، تنها قندهای احیاءکننده هستند که قادر به ارائه این نقش می‌باشند. در جریان پخت، قندهای احیاءکننده (گلوکز و فروکتوز که از هیدرولیز ساکارز بوجود می‌آیند) با اسیدهای آمینه حاصل از پروتئین‌ها در واکنش مایلارد ترکیب می‌شوند. این واکنش منجر به تشکیل رنگ‌های قهوه‌ای خرمایی در سطح محصولات پخت می‌گردد [۳۲]. بنابراین حد متعادلی از شکر در فرمولاسیون می‌تواند علاوه بر حفظ رنگ قهوه‌ای مطلوب و مشتری‌پسند در فرآورده‌های آردی، از تیره شدن بیش از حد جلوگیری کند که ممکن است از نظر ارزیاب‌ها امتیاز پایین‌تری کسب نماید؛ بنابراین نمونه B که حد متوسطی از شکر دارد بالاترین امتیاز را برای ویژگی رنگ نمونه کسب نمود. بین میانگین امتیازات طعم و مزه هیچکدام از فرمولاسیون‌های نان‌قندی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت اما نتایج نشان داد که فرمولاسیون B با کسب امتیاز ۴/۳۴، بیشترین امتیاز را توسط ارزیاب‌ها بدست آورد. نتایج تجزیه واریانس عطر و بوی سه فرمولاسیون نان‌قندی حاکی از اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها بود به طوری که با کاهش درصد شکر در فرمولاسیون نان‌قندی امتیاز آن ویژگی نیز کاهش پیدا کرد. بیشترین و کمترین میانگین امتیازات ارزیابی حسی عطر نان‌قندی با مقادیر ۴/۲۶ و ۳/۵۳ امتیاز، به ترتیب متعلق به فرمولاسیون A و C بود. در اثر واکنش مایلارد، ماده غیرمحلول و غیرقابل هضمی به نام ملانویئیدین که قهوه‌ای رنگ و آروماتیک

در پژوهش نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی کیک کم کالری با استفاده از ساکارز با اریترول و اولیگوفروکتوز گزارش شد کاهش رنگ نمونه‌های تولید شده با ۱۰۰٪ اریترول بدلیل عدم وقوع واکنش مایلارد است زیرا قندهای الکلی در این واکنش شرکت نمی‌کنند و علاوه بر این اریترول مقاومت حرارتی بالاتری نسبت به ساکارز دارد و لذا امکان تجزیه حرارتی آن و تشکیل رنگ‌های تیره در کیک کاهش می‌یابد [۲۴]. نتایج حاصله از تحقیق لین و همکاران (۲۰۱۰) بر روی اثر اریترول بر خواص کیفی کوکی دانمارکی نشان داد با افزایش درصد جایگزینی اریترول از ۰٪ تا ۱۰۰٪ به جای شکر، ارزش L^* به طور معنی‌داری از ۵۶/۵۶ تا ۶۴/۰۳ افزایش پیدا کرد [۲۰]. ماشتی و همکاران (۲۰۱۰) نیز در بررسی جایگزینی زایلیتول با شکر در فرمولاسیون کوکی گزارش کردند با افزایش درصد زایلیتول در فرمولاسیون کوکی به جای شکر مقدار L^* نمونه‌ها از ۱۷۲/۴۸ تا ۱۸۶/۴۵ به طور معنی‌داری افزایش یافت. آنها بیان داشتند که زایلیتول به دلیل فقدان گروه کربن فعال توانایی شرکت در واکنش مایلارد را ندارد و همچنین کاهش یا عدم کاراملیزاسیون شکر در طی پخت سبب بروز این افزایش روشنایی در نمونه‌ها شده است [۲۸].

۳-۴- نتایج ارزیابی آزمون حسی

میانگین امتیازات کسب شده برای ویژگی‌های مورد ارزیابی نان قندی طی آزمون حسی در شکل ۵ آمده است. نتایج آنالیز واریانس امتیازات کسب شده اختلاف معنی‌داری بین امتیازات اکثر این ویژگی‌ها نشان داد ($p < 0.05$). بین میانگین امتیاز رنگ نان‌قندی نمونه B و C اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما هر دو

محسوسی با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویا، درصد قند کاهش پیدا کرد که به دلیل کاهش سطح شکر در فرمولاسیون بود. نتایج آزمون‌های فیزیکی نشان داد که بین حجم سه فرمولاسیون مختلف نان قندی تفاوت معنی داری وجود ندارد هر چند که فرمولاسیون B حجم بیشتری نسبت به دو فرمولاسیون دیگر داشت. فعالیت آبی (a_w) با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویا، افزایش معنی داری پیدا کرد. در مورد خصوصیات بافتی مشاهده شد که استویا موجب کاهش سفتی و افزایش انعطاف-پذیری و در نتیجه بهبود بافت در نان قندی می‌شود. آزمون‌های بافتی پس از ۵ روز نگهداری نان قندی، افت کیفیت در بافت محصول را نشان داد که این روند کاهش کیفیت بافت در نان-قندی فرمولاسیون A محسوس‌تر بود. بررسی پارامترهای رنگ-سنجی نشان داد استویا موجب افزایش شدت روشنایی و زردی (L^* و b^*) و کاهش شدت قرمزی (a^*) شد. در نهایت بررسی آماری امتیازات آزمون حسی در مورد نان قندی حاکی از مقبولیت بیشتر فرمولاسیون B در بین ارزیاب‌ها بود، این نمونه بیشترین میانگین امتیاز را از نظر رنگ، طعم و پذیرش کلی کسب کرد. بنابراین با توجه به بهبود برخی خصوصیات بافتی، رنگی و پذیرش حسی، جایگزینی شکر با استویا مناسب می‌باشد، که بسته به نوع فرآوری، نوع محصول تولید و نوع مصرف می‌توان از سطوح مختلف این شیرین‌کننده به جای شکر بهره برد. در این پژوهش فرمولاسیون B به منظور تولید نان قندی توصیه می‌شود.

۵- منابع

- [1] Prakash, I., Dubois, G.E., Clos, J.F., Wilkens, K.L. and Fosdick, L.E., 2008. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 575-582.
- [2] Chatsudthipong, V. and Muanprasat, C. 2009. Stevioloside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, 121:41-54.
- [3] Anton, S.D., Martin, C.K., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W.T., Geiselman, P. and Williamson, D.A. 2010. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels, *Appetite*, 55(1): 37-43.

است به وجود می‌آید. این ماده نقش اصلی را در ایجاد آرومای محصولات حاوی شکر که واکنش مایلارد در آنها انجام می‌شود، ایفا می‌کند [۱۸]. بنابراین وجود شکر می‌تواند موجب ایجاد آرومای مطلوبی در فرآورده‌های غلاتی شود که فقدان آن می‌تواند دلیل کاهش امتیاز عطر و بو در نمونه فاقد شکر باشد؛ بهمین دلیل نمونه A بالاترین امتیاز مربوط به ویژگی عطر و بو را داشت.

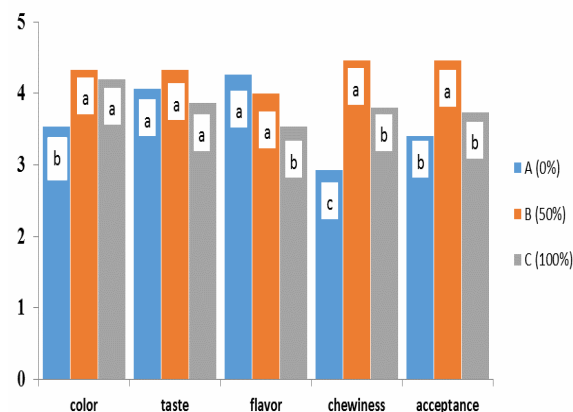


Fig 5 Scores of sensory evaluation of sweet breads.

نتایج آنالیز واریانس قابلیت جویدن نان قندی نشان داد که بین ویژگی بافت سه نمونه اختلاف آماری معنی داری وجود دارد ($p < 0.05$). نمونه‌ی B با امتیاز ۴/۲۶، بهترین بافت را از نظر ارزیاب‌ها داشت، و بعد از آن نمونه‌ی C در رتبه بعدی قرار گرفت. علت کسب امتیاز بالاتر نمونه B را شاید بتوان به حجم و در نتیجه تخلخل بیشتر این نمونه نسبت به سه نمونه دیگر نان قندی نسبت داد. نتایج تجزیه واریانس امتیازات پذیرش کلی نان قندی نشان داد که اختلاف معنی داری بین پذیرش کلی نمونه‌های نان قندی وجود دارد ($p < 0.05$). نان قندی تهیه شده از فرمولاسیون B از پذیرش بیشتری نزد ارزیاب‌ها برخوردار بود.

۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج آزمون شیمیایی نشان داد که بین درصد چربی، پروتئین و خاکستر کل نان قندی تفاوت معنی داری وجود ندارد، اما درصد رطوبت رابطه مستقیمی با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون داشت. درصد قند کل نمونه‌ها رابطه معکوسی با افزایش سطوح استویا در فرمولاسیون داشت و به طور کاملاً

- commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry*, 121, 1029-1038.
- [15] Fathi, M., Mohebbi, M. and Razavi, M.A. 2011. Application of Image Analysis and Artificial Neural Network to Predict Mass Transfer Kinetics and Color Changes of Osmotically Dehydrated Kiwifruit. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 1357-1366.
- [16] Krishnan, R., Dharmaraj, U., Manohar, R.S. and Malleshi, N.G. 2011. Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. *Food Chemistry*, 129, 499-506.
- [17] Reddy, V., Urooj, A. and Kumar, A. 2005. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits. *Food Chemistry*, 90, 317-321.
- [18] Rajabzadeh, N. 2003. Cereal technology, Tehran Univ. Press, volume 2, page 344- 392.
- [19] Fatemi, H. 2014. Food chemistry. Enteshar Corporation Press, page 353-391.
- [20] Lin, S.D., Lee, C.C., Mau, J.L., Lin, L.Y. and Chiou, S.Y. 2010. Effect of erythritol on quality characteristics of reduced-calorie Danish cookies. *Journal of Food Quality*, 33, 14-26.
- [21] Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Zura-Bravo, L. and Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana Bertoni*, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132: 1121-1132.
- [22] Akesowan, A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9): 1383-1386.
- [23] Payan, R. 2001. Introduction to Cereal Products Technology. Nopardazan Press, 320 pages.
- [24] Noormohammadi, A., Peyghambardoost, S.H., Olad ghaffari, A., Azadmard Demirchi, S. and Hesari, J. 2011. Replacement of sucrose with alcoholic sugars and aspartame on sponge cake properties. *Food Science Researches*, 21, 2, 155-165.
- [25] Faridah, M.A. and Noor Aziah, A.A. 2012. Development of reduced calorie chocolate cake with jackfruit seed (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) flour and polydextrose using response surface methodology (RSM).
- [4] Homayooni rad, A., Vaghef mehrabani, a. and Javadi, M. 2013. Evaluation of glycemic index of dietetic sour cherry jam prepared by date concentrate in healthy people, *Medical science Journal of Kerman Univ.*, 20, 193-202.
- [5] Walter, J.M. and Soliah, L. 2010. Objective Measures of Baked Products Made with Stevia. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(9):54-57.
- [6] Kerzicnik, L., Stendell, N., McMunym. and Hagan, D. 1999. Food characteristics of recipes using Stevia sweetener-A proposed herbal sugar substitute. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(9): 29-32.
- [7] Geuns, J.M.C., 2002. Safety evaluation of Stevia and stevioside. In: Atta-ur-Rahman (Ed.), *Studies in Natural Products Chemistry*, Vol. 27: Bioactive Natural Products (Part H). Elsevier, Amsterdam, pp. 299-319.
- [8] Hamzeh looe, M., Mirzaee, h. and Ghorbani, M. 2009. Study on stevia replacement for sugar on fat peroxide index of biscuit, *Journal of agricultural and natural resources science*, 16, 1-5.
- [9] American Association of Cereal Chemists (AACC). 2000. Approved methods of American Association of Cereal Chemists (9th ed.), St. Paul, Minnesota, USA.
- [10] Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloid and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29: 363-373.
- [11] Zoulias, E.L., Piknis, S., and Oreopoulou, V. 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 2049-2056.
- [12] Cervenka, L., Brozkova, I. and Vytrasova, J. 2006. Effects of the principal ingredients of biscuits upon water activity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45: 39-43.
- [13] Laguna, L., Varela, P., Salvador, A. and Fisman, S. 2013. A new sensory tool to analyses the oral trajectory of biscuits with different fat and fiber contents. *Food Research International*, 51: 544-553.
- [14] Mamat, H., Hardan, M.O.A. and Hill, S.E. 2010. Physicochemical properties of

- dough and biscuit fortified by oat bran. Iranian Food Industry Researches, 23, 1, 37-45.
- [30] Gallagher, E., O'Brien, C.M., Scannell, A.G.M. and Arendt, E.K. 2003. Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of Food Engineering*, 56: 261-263.
- [31] Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M. and Delcour, J.A. 2009. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*, 90: 400-408.
- [32] Peyghambardoost, S.H. 2007. Technology of biscuit, cookie and cracker (translated), Yeezy Press, vol. 1, 435 pages.
- International Food Research Journal*, 19(2): 515-519.
- [26] Rastmanesh, R. 2008. Technology of cake and cookie. Agricultural Sciences Press, 544 pages.
- [27] Taylor, T.R., Fasina, O. and Bell, L.N. 2008. Physical properties and consumer liking of cookies prepared by replacing sucrose with Tagatose, Institute of Food Technologists, 3, 145-151.
- [28] Mushtaq, Z., Rehman, S., Zahoor, T. and Jamil, A. 2010. Impact of Xylitol Replacement on Physicochemical, Sensory and Microbial Quality of Cookies. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(6): 605-610.
- [29] Majzoobi, M., Kashni, R. and Farahnaki, A. 2013. Determination of some parameters of



Scientific Research

Study on possibility of sucrose replacement with stevia sweetener in sweet bread

Yaghbani, M. ^{1*}

1. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, AREEO, Mashhad, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 11/ 29
Accepted 2022/ 01/ 12

Keywords:

Stevia,
Sweetener,
Quality,
Sweet bread.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.31

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.3.4

*Corresponding Author E-Mail:
myaghbani@yahoo.com

ABSTRACT

In this research, the effect of sugar replacement by stevia sweetener on physico-chemical properties of sweet bread was studied. For this purpose in formulation of this product, stevia in three level of 0, 50 and 100% was replaced with sucrose. After baking, physico-chemical properties, sensory evaluation and color properties were measured by common methods. The chemical test results showed, there were no significant difference for fat, protein and ash between treatments but water content had straight relation and sugar content had reverse relation with increasing stevia percentage in formulation. The physical test results showed significant differences between specific volumes of three sample of sweet bread so that the sweet bread with 50% stevia had highest specific volume (2.085 cm³/g). Water activity (a_w) meaningfully increased by increasing sugar replacement with stevia from 0.71 in control sample to 0.81 in sample including 100% stevia. Textural properties results showed that the stevia addition was caused about 70 % firmness reduction in day 1 and 5 after storage of sweet bread. About color parameters, lightness and yellowness (L^* & b^*) were increased but redness (a^*) was reduced due to stevia addition. Sensory evaluation was indicated more acceptance the formulation contain of 50% stevia among panelists so that due to most score obtaining for total acceptance (score of 4.5), was selected as the best formulation.