JRIFST

www.rifst.ac.ir/jrifst.aspx
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۳، جلد ۳، شماره ۲، صفحات ۱۷۰-۱۵۷

بررسی امکان تولید بیسکویت رژیمی با استفاده از شیرین‌کننده استویوزید

مهدی وطن‌خواه[1*]، امیرحسین الهامی‌راد[2]، مسعود یقبانی[3]، نرگس نادیان[4]، محمدجواد اکبریان میمند[5]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار
*نویسنده مسئول (mehdivatankhah68@yahoo.com)
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار
۳- مربی گروه تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۴- کارشناس ارشد، گروه تحقیق و توسعه و کنترل کیفی شرکت کامور، اصفهان
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

استویوزید نوعی شیرین‌کننده طبیعی است که از برگ‌های گیاه *استویا ربادیانا* برتونی (*Stevia rebaudiana* Bertoni) استخراج می‌شود و فاقد نقش کالری‌زایی می‌باشد و اثری بر افزایش سطح گلوکز خون ندارد. هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید بیسکویت رژیمی در طی جایگزینی ساکارز با استویوزید در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ بود. نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با ساکارز، اثر معنی‌داری روی درصد خاکستر، چربی و پروتئین بیسکویت ندارد اما با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت مشخص شد که رطوبت و pH محصول به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج محاسبه کالری نشان داد با جایگزینی کامل ساکارز با استویوزید میزان کالری محصول ۱۳/۳٪ کاهش می‌یابد. با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت، ضخامت نمونه‌ها افزایش و قطر و ضریب گسترش آنها کاهش پیدا کرد. آزمون بافت‌سنجی نمونه‌های بیسکویت، کاهش سفتی بافت محصول با افزایش درصد استویوزید را نشان داد ($P<0/05$). نتایج پردازش تصویر، افزایش پارامترهای L^* و b^* و کاهش پارامتر a^* را در طی حذف شکر نشان داد. در نهایت نتایج ارزیابی حسی سه فرمولاسیون بیسکویت حاکی از پذیرش بیشتر نمونه تهیه شده با ۵۰٪ استویوزید بود. به طور کلی می‌توان بیسکویت تهیه شده با ۵۰٪ استویوزید را به عنوان بهترین نمونه معرفی نمود.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۰۱

واژه‌های کلیدی
استویوزید
بافت
بیسکویت
رنگ‌سنجی
کالری

مقدمه

استویا یک گیاه بومی مناطق کوهستانی برزیل و پاراگوئه است. در اواخر دهه ۱۸۸۰، Moises Bertoni مدیر کالج کشاورزی آسونسیون[1] پاراگوئه، بسیار شیفته گیاه استویا شد و اولین مقاله در مورد این گیاه را در سال ۱۹۰۵ منتشر کرد. اولین محصول استویا در سال ۱۹۰۸ برداشت شد و پس از آن، کشت و زرع استویا در آمریکای جنوبی رونق پیدا کرد. در طول دهه ۱۹۷۰ ژاپنی‌ها یک روش جدید برای بهتر کردن شرایط تصفیه و پاک‌سازی گلیکوزیدهای[2] موجود در برگ‌های استویا را توسعه دادند و توانستند خلوص شیرین‌کننده حاصل از آن را افزایش دهند. نتیجه آن

1- Asunción

2- Glycosides

Archive of SID
www.SID.ir

تولید ترکیبی به نام استویوزید بود که قدرت شیرین‌کنندگی ۲۰۰-۳۰۰ برابر شکر سفید داشت. استویوزید قوی‌ترین شکل از گلیکوزید گیاه استویا است و معمولاً به هر دو فرم پودر سفید و عصاره مایع در دسترس می‌باشد (Elkins, 1997). استویوزید به میزان ۱۳-۶ درصد در برگ‌های گیاه استویا وجود دارد، این شیرین‌کننده در ژاپن، چین و کشورهای آمریکای جنوبی بیشترین مصرف را دارد. از نقطه نظر سلامتی مصرف آن برای انسان عاری از هرگونه خطری بوده و حتی ممکن است اثر جلوگیری کننده روی رشد میکروارگانیسم‌ها در دهان را داشته باشد (فاطمی، ۱۳۸۷). از فواید این شیرین‌کننده می‌توان به ایمن بودن در برابر دیابت یا هیپوگلیسمی، عدم کالری‌زایی، قابلیت استفاده در فرآیندهای پخت، عدم سمیت، عدم تأثیر بر پوسیدگی دندان‌ها و همچنین عدم وجود هرگونه مواد سنتزی و مصنوعی اشاره کرد. فیزیولوژی بدن انسان قادر به متابولیزه کردن گلیکوزیدهای شیرین موجود در برگ‌های استویا نمی‌باشد بنابراین آنها بدون جذب کالری از بدن دفع می‌گردند. استویا بر خلاف آسپارتام می‌تواند در فرآورده‌های پخت مورد استفاده قرار گیرد، زیرا گلیکوزیدهای شیرینِ آن در حین فرآیند پخت شکسته نمی‌شوند (Puri *et al.*, 2011; Lemus-Mondaca *et al.*, 2012). هم‌اکنون حدود ۲۸۵ میلیون نفر در سراسر جهان به دیابت مبتلا هستند، همچنین سازمان جهانی بهداشت پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۲۵ ایران حدود ۶/۴ میلیون نفر بیمار دیابتی خواهد داشت. دیابت پیامدهای خطرناکی چون بیماری‌های قلبی-عروقی، نارسایی کلیویی، عوارض چشمی، مشکلات سیستم عصبی و اختلالات چربی خون دارد که تمام این موارد هزینه‌های سنگینی را بر دولت‌ها، چه از لحاظ خدمات درمانی و چه از لحاظ کاهش نیروی کار جامعه تحمیل می‌کنند، بنابراین ضروری است که از پیشرفت دیابت پیش‌گیری نمود و بیماری مبتلایان را تحت کنترل درآورد تا از بروز عوارض جدی جلوگیری به‌عمل آید. همچنین باید با تدابیر لازم، مانع از ایجاد بیماری در افراد سالم گردید (همایونی‌راد و همکاران، ۱۳۹۲).

بیسکویت یک ماده غذایی محبوب است و به دلیل طعم گوناگونش، ماندگاری طولانی و قیمت نسبتاً پایین توسط طیف وسیعی از جامعه مصرف می‌شود (Vitali *et al.*, 2009). مواد اصلی تشکیل دهنده بیسکویت، آرد، شکر و روغن می‌باشند. گرایش افراد جامعه به مواد غذایی رژیمی برای جلوگیری از افزایش وزن و حفظ سلامت، توجه بسیاری از محققان و تولیدکنندگان را به این سمت جلب کرده است. به طور میانگین ۱۰۰ گرم بیسکویت شامل ۷۷ گرم کربوهیدرات، ۸ گرم پروتئین و ۱۳/۵ گرم چربی است و میزان انرژی معادل ۴۶۵ کیلوکالری را فراهم می‌آورد. با توجه به اینکه ساکارز در محاسبات مقدار کالری، ارزشی معادل ۴ کیلوکالری در هر گرم دارد لذا کاهش آن در فرمولاسیون بسیار حائز اهمیت است (پایان، ۱۳۷۷؛ حدائق و همکاران، ۱۳۸۹). به دلیل رقابت در بازار و افزایش تقاضا برای محصولات سالم، طبیعی و کاربردی تلاش‌هایی برای بهبود ارزش تغذیه‌ای و سودمندسازی به وسیله بهبود ترکیبات مغذی بیسکویت، صورت گرفته است (Vitali *et al.*, 2009). از سوی دیگر با توجه به نقش کلیدی شکر در بیسکویت، باید جایگزین مناسبی برای آن انتخاب شود تا ویژگی‌های کیفی محصول نظیر تردی، طعم و رنگ آن حفظ شود.

Walter & Soliah (۲۰۱۰) جایگزینی شکر با استویوزید را در تولید محصولات آردی نظیر کیک و کلوچه مورد بررسی قرار دادند. صفات مورد ارزیابی شامل نرمی، حجم و کاهش رطوبت در حین پخت بودند. نتایج نشان داد کلوچه‌های حاوی شکر و استویوزید با نسبت ۵۰/۵۰ نرم‌تر از سایر نسبت‌ها بود، همچنین نتایج آنها حاکی از آن بود که استویوزید می‌تواند تا حد رضایت بخشی در چنین محصولاتی استفاده شود. در پژوهشی دیگر که بر روی جایگزینی شکر با سوکرالوز[1] و مالتودکسترین[2] در بیسکویت انجام شد، مشخص شد که با افزایش درصد مالتودکسترین در فرمولاسیون بیسکویت ضریب گسترش نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد، میزان پارامتر روشنایی (L^*) بیسکویت‌ها با کاهش میزان

1- Sucralose
2- Maltodextrin

Archive of SID

www.SID.ir

شکر افزایش یافت و به طور کلی نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با سوکرالوز و مالتودکسترین امکان‌پذیر می‌باشد (Savitha *et al.*, 2008). در مطالعه‌ای که بر روی ایجاد تعامل بین استویوزید، سوربیتول مایع، هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها به منظور جایگزینی شکر در کیک انجام گردید، نتایج نشان داد که با کاهش درصد شکر، رطوبت افزایش و حجم و حجم مخصوص کاهش پیدا می‌کند در حالی که درصد خاکستر نمونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارد. رنگ بافت محصول روشن‌تر شد و ارزیابی کیک توسعه یافته با استویوزید و سوربیتول مایع در برابر کیک حاوی شکر (شاهد)، مقدار ساکارز ناچیزی را نشان داد که این امر موجب شد که کالری محصول کاهش یابد (Manisha *et al.*, 2012). جایگزینی شکر با اریترول[1] و تأثیر آن بر روی کیفیت و ویژگی‌های کوکی دانمارکی[2] کم کالری نشان داد که با افزایش درصد اریترول رطوبت محصول افزایش و کالری و درصد کربوهیدرات کاهش می‌یابد ($P<۰/۰۵$) در حالی که تغییر معنی‌داری در درصد پروتئین، چربی و خاکستر ایجاد نمی‌شود. همچنین با افزایش درصد جایگزینی شکر با اریترول پارامتر L^* افزایش و سفتی بافت کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند و در نهایت نتیجه‌گیری شد که کوکی تهیه شده با ۵۰٪ اریترول خصوصیات کمی و کیفی مشابه‌تری با نمونه حاوی ۱۰۰٪ شکر دارد (Lin *et al.*, 2010). استفاده از رافتیلوز نیز باعث کاهش سفتی بافت بیسکویت نسبت به نمونه‌های شاهد تهیه شده با شکر می‌شود (Gallgher *et al.*, 2003).

با توجه به مناسب بودن بیسکویت به عنوان میان وعده غذایی به جهت دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا و اهمیت وجود بیسکویت‌های رژیمی متنوع و متناسب با انواع ذائقه‌ها در سبد فروش این کالا و نیز مزایای کاهش مصرف شکر در وعده‌های غذایی، تولید بیسکویت رژیمی کم کالری با استفاده از شیرین‌کننده استویوزید و بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی بیسکویت هدف این پژوهش می‌باشد.

1- Erythritol
2- Danish Cookie

مواد و روش‌ها

مواد

آرد گندم (نول) با درجه استخراج ۷۵ درصد از کارخانه آرد خراسان مشهد تهیه شد. ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم مطابق با استانداردهای AACC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری و در جدول ۱ ارائه گردید. همچنین در این تحقیق از پودر استویوزید با عنوان تجاری سروا[3] (ساخت آمریکا)، بیکینگ پودر (با آرم تجاری مهسا)، روغن شورتنینگ (با عنوان تجاری رگا ۱۱ ساخت شرکت پرتو دانه خزر، مخصوص قنادی و بیسکویت)، روغن مایع آفتاب گردان، شکر کریستالی، بیکربنات آمونیوم، نمک، وانیل و آب استفاده شد. سایر مواد شیمیایی لازم در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

روش‌ها

تهیه خمیر و پخت بیسکویت

به منظور تهیه بیسکویت از سه فرمولاسیون استفاده شد که به ترتیب با عناوین A، B و C در جدول ۲ ارائه گردیدند. برای تهیه خمیر بیسکویت ابتدا آرد و سایر مواد پودری شامل بیکینگ پودر، بی‌کربنات آمونیوم، نمک، شیرخشک، وانیل را پس از وزن کردن با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱)، داخل کاسه مخلوط‌کن (ساخت الکترولوکس، آلمان) ریخته و تا زمانی که همه مواد به صورت یکنواخت در آرد مخلوط شوند عمل همزدن ادامه داده شد. پس از یکنواخت شدن مواد جامد و پودری، مواد مایع به منظور تهیه خمیر به مخزن مخلوط‌کن اضافه شدند، ابتدا روغن مایع و شورتنینگ را افزوده و بلافاصله بعد از اضافه کردن روغن، شربت حاوی شیرین کننده اضافه شد. قابل ذکر است که شیرین‌کننده مورد نظر (شکر یا استویوزید) قبل از اضافه شدن، در آب ولرم حل شد و به صورت شربت به دیگر مواد اضافه شد. از زمان اضافه شدن همه مواد در مخلوط‌کن، عمل همزدن به مدت ۴-۳ دقیقه و با سرعت متوسط ادامه یافت. بعد از فرآیند همزدن، خمیر بیسکویت به مدت ۱۵ دقیقه نگهداری گردید تا مواد عمل آورنده

3- Serva

Archive of SID

www.SID.ir

شیمیایی آن بتواند ویژگی‌های رئولوژیکی مناسبی را ایجاد کند. بعد از استراحت خمیر نوبت به مرحله پهن کردن و قالب زنی می‌رسد به طوری‌که قطر خمیر در تمام نقاط یکنواخت و به اندازه ۲ میلی‌متر بود. سپس به منظور پخت هر یک از فرمولاسیون‌های ارائه شده در جدول ۲ از فر چرخشی با هوای داغ (مدل Zuccheli Forni, Italy) استفاده شد. دمای پخت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان پخت ۲۰ دقیقه بود. پس از انجام عملیات پخت، بیسکویت‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند و سپس بسته‌بندی شده و تا انجام آزمایشات مختلف نگهداری شدند (خوشگذران و عزیزی، ۱۳۹۰).

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی آرد نول مصرفی

ویژگی‌های اختصاصی آرد نول	
نوع آزمایش*	نتیجه آزمایش
رطوبت	۱۴±۰/۰۱
خاکستر	۰/۴۵۰±۰/۰۲
خاکستر غیر محلول در اسید	۰/۰۲±۰/۰۰۶
گلوتن	۲۵±۰/۳۱
پروتئین	۹/۳۳±۰/۲۳
pH	۵/۶±۰/۱۲
اسیدیته	۱/۳±۰/۱۲

* نتایج حاصل از سه تکرار می‌باشند

جدول ۲- ترکیب پایه مواد مورد استفاده در فرمولاسیون‌های بیسکویت

مواد مورد استفاده بر حسب (گرم)	نمونه بیسکویت		
	A (صفر درصد جایگزینی)	B (۵۰ درصد جایگزینی)	C (۱۰۰ درصد جایگزینی)
آرد	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
شکر	۹۰	۴۵	۰
استویوزید (پس از معادل‌سازی)	۰	۰/۶۷۵	۱/۳۵۰
شورتنینگ	۴۵	۴۵	۴۵
روغن مایع	۳۰	۳۰	۳۰
نمک	۳/۳	۳/۳	۳/۳
شیرخشک	۵/۴	۵/۴	۵/۴
بیکینگ پودر	۱/۲	۱/۲	۱/۲
بیکربنات آمونیوم	۱/۲	۱/۲	۱/۲
آب	۹۰	۹۰	۹۰
وانیل	۰/۹	۰/۹	۰/۹

ارزیابی خصوصیات فیزیکی بیسکویت

به منظور اندازه‌گیری قطر، به طور تصادفی از هر فرمولاسیون ۶ بیسکویت پس از پخت انتخاب گردید و با استفاده از کولیس کالیبره با دقت ۰/۱ لبه تا لبه هر بیسکویت اندازه‌گیری شد و سپس هر بیسکویت به میزان 90° چرخانده شد و مجدداً قطر آن اندازه گیری گردید، و میانگین آنها به عنوان قطر بیسکویت گزارش شد (Zoulias *et al.,* 2000; Krishnan *et al.,* 2011). برای اندازه‌گیری ضخامت بیسکویت، ۶ بیسکویت را که به طور تصادفی انتخاب شده بودند بر روی یکدیگر قرار داده و توسط کولیس قطر آنها اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آنها محاسبه گردید و بار دیگر ضخامت هر یک به صورت جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و میانگین این دو به عنوان ضخامت نهایی گزارش گردید (Zoulias *et al.,* 2000; Taylor *et al.,* 2008). ضریب گسترش بیسکویت از نسبت قطر به ضخامت به دست آمد (Zoulias *et al.,* 2000; Krishnan *et al.,* 2011). حجم بیسکویت با استفاده از روش جابجایی

Archive of SID

www.SID.ir

دانه[1] کلزا (Lin *et al.,* 2003)، دانسیته ظاهری با محاسبه نسبت جرم به حجم (Krishnan *et al.,* 2011; Islam *et al.,* 2012) و حجم مخصوص نمونه‌های بیسکویت با محاسبه نسبت حجم به جرم اندازه‌گیری شد (Manisha *et al.,* 2012). به منظور تعیین میزان فعالیت آبی (a_w)، حدود ۳ گرم از بیسکویت آسیاب شده درون سل دستگاه سنجش فعالیت آبی (مدل Ms1 ساخت شرکت Novasina کشور سوئیس) قرار گرفت و میزان فعالیت آبی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد (Zoulias *et al.,* 2000).

آزمون‌های شیمیایی

محتوای رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر کل نمونه‌های بیسکویت به ترتیب مطابق با روش‌های ۱۵-۴۴، ۱۱A-۴۶، ۱۰-۳۰ و ۰۱-۰۸ استاندارد بین المللی AACC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. ضریب تبدیل نیتروژن برای محاسبه پروتئین خام ۶/۲۵ بود. محتوای کربوهیدرات‌های خوراکی بیسکویت به روش تیترسنجی با محلول فهلینگ (لین-آینون) و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۳ اندازه‌گیری شد. درصد قند کل با استفاده از روش لین-آینون و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳ اندازه‌گیری شد. pH نمونه‌های بیسکویت مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷ اندازه‌گیری گردید.

محاسبه کالری

مقادیر انرژی برای پروتئین، چربی، کربوهیدرات به ترتیب ۴، ۹ و ۴ کیلوکالری به ازای هر گرم می‌باشد. پس از اندازه‌گیری هر یک از پارامترهای شیمیایی ذکر شده، مقدار کالری در ۱۰۰ گرم برای هریک از سه فرمولاسیون بیسکویت محاسبه شد (Lin *et al.,* 2010).

ارزیابی رنگ بیسکویت

به منظور آنالیز رنگ بیسکویت، پس از پخت نمونه‌ها و متعادل شدن دمای آنها از هر یک از فرمولاسیون‌ها سه عدد به طور تصادفی برای گرفتن عکس انتخاب شد. از اسکنر مسطح مدل G3010 (hp) با رزولوشن ۳۰۰ dpi متصل به یک دستگاه رایانه برای تصویربرداری از نمونه‌های بیسکویت استفاده شد. تصاویر با فرمت JPEG و بدون فشردگی در رایانه ذخیره گردیدند. سپس تصاویر ذخیره شده، توسط نرم‌افزار پردازش تصویر Image J نسخه 1.44p به محیط نرم‌افزار فراخوانی شده و جهت آماده‌سازی تصاویر برای مراحل بعدی پردازش تصویر، ابتدا تصاویر بیسکویت‌ها از تصویر پس زمینه جدا شدند. سپس محاسبه میانگین برای هر مؤلفه انجام شد؛ نحوه تهیه میانگین مؤلفه‌های تصویر به این صورت بود که از تصویر نهایی نمونه، ۳ قسمت با مساحت پیکسل مساوی (۵۰۰×۵۰۰) جدا شدند و مراحل ذکر شده در بالا بر روی آنها انجام شد و از مقادیر بدست آمده برای هریک از مؤلفه‌های رنگی میانگین گرفته شد. در نهایت با استفاده از پلاگین[2] color_space_converter نرم افزار، تصاویر به $L^*a^*b^*$ تبدیل گردیدند (Soponar *et al.,* 2008; Schirmer *et al.,* 2012).

ارزیابی بافت بیسکویت

به منظور ارزیابی بافت بیسکویت از بافت سنج[3] QTS (مدل CNS Farnell, Hertfordshire, UK)، استفاده گردید. بدین طریق که نیروی لازم برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۱۲ میلی‌متر قطر و ۱۰ میلی‌متر ارتفاع) با سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه و با نیروی ۰/۱۹ نیوتون به داخل بیسکویت محاسبه گردید. این آزمون در فاصله زمانی ۳ ساعت پس از پخت بیسکویت و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) انجام شد و پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی بافت بر حسب نیرو بود (Laguna *et al.*, 2012).

1- Rape seed displacement

2- Plug in

3- Texture analyzer

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی حسی بیسکویت

به منظور انجام آزمون حسی ۱۵ نفر از اساتید و دانشجویان رشته صنایع غذایی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی بخش فنی مهندسی انتخاب گردیدند. ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور، دما و رطوبت انجام گرفت. 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 مصرف کننده‌گرا و از نوع لذت‌بخشی[1] استفاده شد (Krishnan *et al.*, 2011; Reddy *et al.*, 2005).

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.2 و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد آزمون قرار گرفتند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون آماری چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) مورد مقایسه قرار گرفتند (Savitha *et al.*, 2008).

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکی بیسکویت

نتایج مربوط به ارزیابی خصوصیات فیزیکی سه فرمولاسیون بیسکویت در جدول ۳ ارائه گردیده است. نتایج آنالیز واریانس قطر، ضخامت و ضریب گسترش بیسکویت نشان داد که جایگزینی شکر با استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت، اثر معنی‌داری بر روی این خصوصیات بیسکویت دارد ($P<۰/۰۵$). همان گونه که مشهود است با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون، ضخامت بیسکویت افزایش و قطر و ضریب گسترش آنها به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. بیشترین قطر و ضریب گسترش مربوط به فرمولاسیون A (۰٪) می‌باشد در حالی که بیشترین ضخامت مربوط به فرمولاسیون C (۱۰۰٪) است. روند مشاهده شده در این پژوهش با نتایج Taylor و همکاران (۲۰۰۸)، که بر روی جایگزینی شکر با تاگاتوز در کوکی به پژوهش پرداخته بودند مطابقت داشت. همچنین Savitha و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش سطح سوکرالوز و مالتودکسترین در فرمولاسیون بیسکویت، قطر محصول کاهش و ضخامت آن افزایش می‌یابد که مشابه با روند بدست آمده در مطالعه حاضر بود. با افزایش درصد شکر در فرمولاسیون، توسعه شبکه گلوتن محدود می‌شود، از این‌رو خمیر قابلیت کشش خود را از دست می‌دهد، ولی شکل پذیری خود را حفظ می‌کند (رجب‌زاده ۱۳۸۲). کاهش شکر موجب افزایش جذب آب توسط گلوتن و توسعه‌ی بیشتر آن می‌شود و در نتیجه الاستیسته خمیر بیشتر شده که این امر موجب جمع شدن خمیر موقع غلتک‌زنی می‌شود که باعث افزایش ضخامت و کاهش قطر خمیر خواهد شد. همچنین کاهش ویسکوزیته خمیر بیسکویت با کاهش درصد شکر در فرمولاسیون می‌تواند دلیل کاهش قطر و افزایش ضخامت در بیسکویت باشد (Savitha *et al.*, 2008). یافته‌های حاصل از ارزیابی فعالیت آبی بیسکویت نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی استویوزید به جای شکر در فرمولاسیون، میزان فعالیت آبی بیسکویت بطور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند ($P<۰/۰۵$). نمونه‌ی بیسکویت حاوی ۱۰۰٪ شیرین‌کننده استویوزید (C) بیشترین a_w را داشت درحالی‌که بیسکویت فاقد استویوزید (A) دارای کمترین a_w بود و همچنین بین میانگین فعالیت آبی هر سه فرمولاسیون اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. تأثیر عمده ساکارز در فرآورده‌های پخت از میل ترکیبی آن نسبت به آب و پیوندهای میان این دو حاصل می‌گردد، بنابراین ساکارز میزان آب آزاد را کاهش می‌دهد (Zoulias *et al.*, 2000). Zoulias و همکاران (۲۰۰۰) روند مشابهی را برای a_w کوکی‌هایی که در آنها شکر با قندهای الکلی جایگزین شده بود گزارش کردند. در مطالعه‌ای دیگر که توسط Akesowan (۲۰۰۹) بر روی جایگزینی شکر با سوکرالوز–اریترول در کیک انجام شده بود، مشاهده شد که با کاهش درصد شکر در فرمولاسیون فعالیت آبی محصول روند افزایشی دارد. نتایج حاصل آنالیز آماری اندازه‌گیری حجم، حجم مخصوص و دانسیته ظاهری بیسکویت حاکی از عدم اثر معنی‌دار شیرین‌کننده استویزید بر این خصوصیات فیزیکی

1- Hedonic Test

Archive of SID

www.SID.ir

است. با این وجود با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت مشاهده شد که حجم و حجم مخصوص کاهش و دانسیته ظاهری افزایش می‌یابد، هرچند روند تغییرات آنها جزئی و فاقد اثر معنی‌دار از لحاظ آماری بود. کاهش حجم در طی حذف شکر ممکن است به دو دلیل رخ دهد؛ اول کاهش پایداری خمیر در طول حرارت دادن که در 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 دناتوره شدن پروتئین‌ها که به انبساط ناکافی حباب‌های هوا در طول پخت و کاهش حجم منجر خواهد شد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Faridah & Noor Azizah, 2012). نتایج بدست آمده از آزمون حجم، حجم مخصوص و دانسیته ظاهری روند مشابهی با نتایج پژوهش Manisha و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد؛ همچنین نور محمدی و همکاران (۱۳۹۱) که بر روی جایگزینی شکر با قندهای الکلی در کیک به پژوهش پرداخته بودند روند کاهشی مشابهی در طی جایگزینی شکر گزارش کردند هرچند که در پژوهش آنها تفاوت آماری معنی‌داری بین این خواص فیزیکی نمونه‌های کیک مشاهده کردند.

جدول ۳. مقایسات میانگین (± انحراف معیار، n=۳) پارامترهای فیزیکی بیسکویت (P<۰/۰۵) *

سطح جایگزینی استویوزید	ضخامت (میلی‌متر)	قطر (میلی‌متر)	ضریب گسترش	aw	حجم (سی‌سی)	حجم‌مخصوص (سانتی‌متر مکعب/گرم)	دانسیته ظاهری (گرم/سانتی‌متر مکعب)
A(٪۰)	۵/۱۱۶±۰/۲۳a	۵۷/۸۳۳±۲/۳۱a	۱۱/۳۰۸±۰/۴۳a	۰/۳۰۸±۰/۰۰۱a	۲۵/۸۶±۰/۵۵a	۱/۹۳۰±۰/۰۳a	۰/۵۱۷±۰/۰۰۹a
B(٪۵۰)	۵/۴۳۳±۰/۲۱b	۵۴/۱۶۷±۳/۳۱b	۹/۹۸۶±۰/۸۲b	۰/۳۳۲±۰/۰۰۳b	۲۵/۲۳±۰/۳۷a	۱/۸۷۳±۰/۰۳ab	۰/۵۲۶±۰/۰۱۶a
C(٪۱۰۰)	۵/۸۰۰±۰/۲۶c	۵۱/۰۰۰±۲/۶b	۸/۸۱۳±۰/۷۶c	۰/۳۴۹±۰/۰۰۵c	۲۴/۹۰±۰/۳۶a	۱/۸۵۸±۰/۰۱b	۰/۵۳۰±۰/۰۱۵a

* میانگین‌هایی با حداقل یک حرف غیرمشترک در سطح آماری ۵٪ دارای اختلاف آماری معنی‌داری هستند.

نتایج آزمون‌های شیمیایی بیسکویت

در جدول ۴ نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی بیسکویت در طی جایگزینی شکر با استویوزید نشان داده شده است. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که افزودن شیرین‌کننده استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت، اثر معنی‌داری بر میزان خاکستر کل، درصد چربی و پروتئین ندارد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در این سه پارامتر شیمیایی را می‌توان به یکسان بودن نوع و مقدار آرد و چربی مورد استفاده در هر سه فرمولاسیون بیسکویت نسبت داد (Pasha *et al.*, 2002; Manisha *et al.*, 2012). رطوبت نمونه‌های بیسکویت با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) به طوری که بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه‌ای است که در آن شکر به طور کامل با استویوزید جایگزین شده است (C). شکر دمای ژلاتیناسیون نشاسته و دناتوراسیون پروتئین را افزایش می‌دهد و این دمای بالای ژلاتیناسیون به خروج رطوبت از محصول کمک می‌کند در نتیجه با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون محصول رطوبت آن افزایش پیدا می‌کند (Kocer *et al.*, 2007). نتایج درصد رطوبت در این پژوهش روند مشابهی با نتایج تحقیقات Manisha و همکاران (۲۰۱۲)، Pareyt و همکاران (۲۰۰۹) و Zoulias و همکاران (۲۰۰۰) داشت. نتایج اندازه‌گیری pH محصول نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت، pH این محصول به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (P<۰/۰۵). دلیل ایجاد این افزایش در pH بیسکویت را می‌توان به وقوع واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی (مایلارد[1]) نسبت داد. از ترکیبات مهمی که در انجام واکنش مایلارد شرکت می‌کنند قندهای احیاءکننده مانند گلوکز و فروکتوز می‌باشند که از هیدرولیز ساکارز بر اثر حرارت به وجود می‌آیند. با توجه به اینکه در طی واکنش مایلارد، گروه‌های آمین وارد واکنش می‌شوند و از میان می‌روند، pH ماده غذایی کاهش پیدا می‌کند (فاطمی، ۱۳۸۷). بنابراین، دلیل افزایش pH در طی جایگزینی شکر با استویوزید، می‌تواند کاهش وقوع واکنش مایلارد به دلیل کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون محصول و نیز کاهش

1- Mailard

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت مواد جامد محلول (شکر) باشد (افشاری جویباری و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهشی که توسط افشاری جویباری و همکاران (۱۳۹۱) بر روی خشک کردن خرمای مضافتی انجام شد تأثیر دمای خشک کردن به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر واکنش مایلارد بر روی pH محصول مورد بررسی قرار گرفت، نتایج آنها نشان داد که با افزایش واکنش مایلارد بر اثر افزایش دما pH محصول کاهش می‌یابد که روند مشابهی با این پژوهش داشت. اما pH اندازه‌گیری شده در مطالعه احمدی گاولیقی و همکاران (۱۳۹۰) که بر روی جایگزینی قند اینورت با شیره خرما در کیک لایه‌ای انجام شد روند مخالفی را گزارش کردند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH و درصد رطوبت نشان داد که مقادیر این دو پارامتر در هر سه سطح جایگزینی شکر با استویوزید در محدوده استاندارد تعیین شده برای بیسکویت می‌باشند (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۸). نتایج حاصل از آنالیز واریانس درصد قند سه فرمولاسیون بیسکویت نشان داد که اختلاف آماری کاملاً معنی داری بین آنها وجود دارد ($P<0/05$). با افزایش درصد استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت میزان قند نمونه‌ها کاهش معنی‌داری را نشان داد که دلیل آن را می‌توان به کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون بیسکویت نسبت داد. Manisha و همکاران (۲۰۱۲) و Lin و همکاران (۲۰۰۸) کاهش چشمگیری را در میزان قند محصولات در طی جایگزینی شکر مشاهده کردند که از این رو با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. نتایج تجزیه واریانس درصد کربوهیدرات‌های خوراکی بیسکویت نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شکر با استویوزید، درصد کربوهیدرات نمونه‌های بیسکویت به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است ($P<0/05$). میزان ساکارز فرمولاسیون در طی جایگزینی شکر با شیرین‌کننده استویوزید به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است لذا کاهش درصد کربوهیدرات را می‌توان به کاهش میزان ساکارز نسبت داد. نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت نزدیکی با پژوهش صورت گرفته توسط Lin و همکاران (۲۰۱۰) و Akesowan (۲۰۰۹) داشت.

جدول ۴- مقایسات میانگین (± انحراف معیار، n=۳) پارامترهای شیمیایی بیسکویت ($P<0/05$)

سطح جایگزینی استویوزید	٪ رطوبت	٪ خاکستر کل	pH	٪ پروتئین	٪ چربی	٪ قندکل	٪ کربوهیدرات
A(٪۰)	۳/۵۰۶±۰/۰۷^{a}	۱/۰۸۳±۰/۰۴ ^{a}	۶/۵۵±۰/۰۲^{a}	۹/۷۴۰±۰/۰۳ ^{a}	۲۳/۰۴۳±۰/۲۱ ^{a}	۱۷/۷۲±۰/۱۶ ^{a}	۶۰/۴۳±۰/۰۱ ^{a}
B(٪۵۰)	۳/۸۳۷±۰/۰۶^{b}	۱/۱۰۶±۰/۰۴^{ab}	۶/۶۲±۰/۰۲^{b}	۹/۸۴۶±۰/۰۵^{ab}	۲۳/۰۰۰±۰/۱۶ ^{a}	۹/۸۸±۰/۲۲ ^{b}	۵۲/۳۲±۰/۰۳ ^{b}
C (٪۱۰۰)	۴/۰۹۳±۰/۰۳^{c}	۱/۱۱۷±۰/۰۳ ^{b}	۶/۸۱±۰/۰۳^{c}	۹/۹۱۳±۰/۱۲ ^{b}	۲۲/۹۸۰±۰/۱۰ ^{a}	۱/۷۹±۰/۱۳ ^{c}	۴۴/۱۷±۰/۰۳ ^{c}

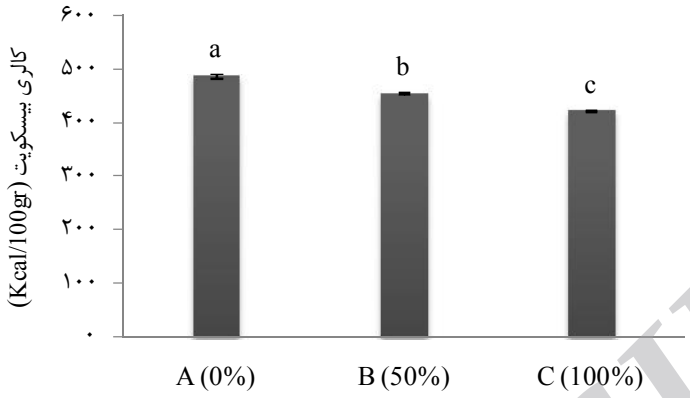
نتایج محاسبه کالری بیسکویت

نمودار ۱ روند تغییرات میزان کالری بیسکویت را در طی جایگزینی شکر با استویوزید نشان می‌دهد. میزان کالری بیسکویت در سه سطح جایگزینی شکر با استویوزید محاسبه گردید. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش سطح جایگزینی شکر با استویوزید میزان کالری محصول به طور کاملاً معنی داری کاهش پیدا می‌کند به گونه‌ای که نمونه C کمترین میزان کالری را دارا می‌باشد. مقایسه میانگین کالری سه فرمولاسیون بیسکویت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد ($P<0/05$). بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شد که میزان کالری بیسکویت در طی جایگزینی کامل شکر با استویوزید ۱۳/۳ درصد کاهش پیدا می‌کند که این افت کالری ناشی از حذف شکر در فرمولاسیون بیسکویت و همچنین مقدار بسیار کم استویوزید عدم کالری‌زایی این شیرین‌کننده می‌باشد. بیشترین میزان کالری را نمونه A با میانگین ۴۸۸/۰۹ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم داشت درحالی‌که کمترین میزان کالری در نمونه C با میانگین ۴۲۳/۱۸ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم بدست آمد. Lin و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده کردند که با افزایش سطح جایگزینی شکر با اریترول از ۰ تا ۱۰۰ درصد، کالری کوکی دانمارکی کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند به طوری‌که میزان کالری از ۵۳۹/۹ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم به ۴۷۸/۶ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم کاهش پیدا می‌کند که آنها نیز حذف شکر را عامل این کاهش کالری

Archive of SID

www.SID.ir

دانستند. Pasha و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که مقدار انرژی کوکی با کاهش سطح ساکارز در فرمولاسیون کوکی از ۴۳۹۸/۷۴ کالری در گرم تا ۳۷۱۸/۳۱ کالری در گرم کاهش پیدا می‌کند. کاهش میزان کالری در کیک تولید شده با سوکرالوز-اریترول که جایگزین شکر شده بودند در پژوهش انجام شده توسط Akesowan (۲۰۰۹) نیز مشاهده شد که میزان کالری ۳۹۸/۱۰ کیلوکاری در ۱۰۰ گرم به ۳۱۳/۴۴ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم کاهش پیدا کرد.



شکل ۱- میزان کالری بیسکویت در طی جایگزینی شکر با استویوزید

نتایج ارزیابی رنگ بیسکویت

میزان تغییرات رنگ بیسکویت به وسیله‌ی اندازه‌گیری پارامترهای اولیه رنگ‌سنجی ($L^*a^*b^*$) بررسی شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان تغییرات پارامترهای رنگ‌سنجی در جدول ۵ برای بیسکویت نشان داده شده است. با افزایش درصد جایگزینی استویوزید به جای شکر، میزان پارامتر روشنایی L^* برای محصول بیسکویت افزایش آماری معنی‌داری پیدا کرده است ($P<۰/۰۵$). پارامتر L^* بیانگر روشنایی است و ارزش آن در محدوده ۰ تا ۱۰۰ قرار دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سطح شیرین‌کننده استویوزید در فرمولاسیون، رنگ بیسکویت روشن‌تر شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تغییرات مقادیر شاخص قرمزی یا a^* نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت، a^* کاهش معنی‌داری پیدا کرده است ($P<۰/۰۵$). پارامتر a^* بیانگر سبزی تا قرمزی است و از لحاظ عددی در بازه‌ی ۱۲۰- (سبز مطلق) الی ۱۲۰ (قرمز مطلق) است. بنابراین با افزایش سطح استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت از ارزش رنگ قرمز نمونه‌ها کاسته می‌شود. نتایج حاصل از آنالیز آماری تغییرات مقادیر شاخص زردی یا b^* نشان می‌دهد که با افزایش درصد استفاده از استویوزید در فرمولاسیون بیسکویت، شاخص b^* افزایش معنی‌داری از نظر آماری پیدا می‌کند ($P<۰/۰۵$). پارامتر b^* نشان دهنده‌ی رنگ آبی تا زرد می‌باشد و از لحاظ عددی در محدوده‌ی ۱۲۰- (آبی مطلق) تا ۱۲۰ (زردی مطلق) است. بنابراین با افزایش سطح جایگزینی استویوزید در فرمولاسیون، زردی نمونه‌ها بیشتر شده است. تغییرات رنگ بیسکویت و سایر محصولات نانوایی در طی پخت ناشی از واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی یا واکنش مایلارد می‌باشد. در واکنش مایلارد، قندهای احیاء به ویژه فروکتوز، گلوکز با آمینواسیدها و پپتیدها واکنش می‌دهند. در اثر این واکنش، ماده‌ی غیرمحلول و غیرقابل هضمی به نام ملانوئیدین که قهوه‌ای رنگ و آروماتیک است به وجود می‌آید. این واکنش در بعضی موارد نامطلوب است و علاوه بر ایجاد ظاهر نامطلوب در مواد غذایی سبب کاهش ارزش تغذیه‌ای پروتئین (به ویژه لیزین) هم می‌شود. (فاطمی، ۱۳۸۷؛ رجب‌زاده، ۱۳۸۲). بنابراین با توجه به فقدان قندهای دارای گروه کربن فعال (فروکتوز و گلوکز) در استویوزید این شیرین‌کننده در واکنش مایلارد شرکت نمی‌کند (Manisha *et al.*, 2012). نتایج حاصل از پژوهش نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۱)، که بر روی تولید کیک کم کالری با استفاده از جایگزینی ساکارز با اریترول و اولیگوفروکتوز انجام گردید موافق با نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

حاصل از این پژوهش بود. نتایج تحقیق Manisha و همکاران (۲۰۱۲)، که بررسی جایگزینی ترکیب سوربیتول مایع و استویوزید در کیک پرداخته بودند با نتایج این پژوهش تطبیق داشت. نتایج حاصله از تحقیق Lin و همکاران (۲۰۱۰)، بر روی اثر اریترول بر خواص کیفی کوکی دانمارکی انجام شده بود با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. جایگزینی زایلیتول با شکر در فرمولاسیون کوکی توسط Mushtaq و همکاران (۲۰۱۰) نتایج مشابهی را نشان داد. با افزایش درصد زایلیتول در فرمولاسیون کوکی به جای شکر مشاهده شد که ارزش L^* نمونه‌ها از ۱۷۲/۴۸ تا ۱۸۶/۴۵ به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. آنها بیان داشتند که زایلیتول به دلیل فقدان گروه کربن فعال توانایی شرکت در واکنش مایلارد را ندارد.

جدول ۵- مقایسات میانگین (± انحراف معیار، n=۳) پارامترهای رنگ‌سنجی بیسکویت (P<۰/۰۵)

سطح استویوزید	پارامترهای رنگ‌سنجی بیسکویت		
	L^*	a^*	b^*
A (0%)	۵۶/۹۷۷±۱/۵۲ a	۶/۹۷۰±۰/۳۷ a	۲۲/۷۳۳±۰/۲۶ a
B (50%)	۶۲/۲۳۰±۱/۶۹ b	۵/۷۵۶±۰/۳۴ b	۲۳/۵۶۶±۰/۰۳ b
C (100%)	۶۶/۶۴۳±۲/۲۸ c	۳/۲۸۰±۰/۲۶ c	۲۳/۷۲۳±۰/۳۶ b

نتایج ارزیابی بافت بیسکویت

بررسی آماری نتایج حاصل از آزمون بافت‌سنجی که در جدول ۶ ارائه گردیده است به وضوح نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شکر با استویوزید سفتی بافت بیسکویت بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد به طوری‌که نمونه تهیه شده با فرمولاسیون C (۱۰۰٪) کمترین میزان سفتی را از خود نشان داد، همچنین اختلاف معنی‌داری بین سفتی بافت در هر سه سطح جایگزینی وجود دارد ($P<۰/۰۵$). سفتی بافت در این حالت می‌تواند به دو دلیل رخ دهد، اول می‌تواند به دلیل توسعه محدود شبکه گلوتن باشد، شبکه گلوتنی به منظور توسعه بیشتر باید با ملکول‌های آب پیوند بر قرار کند اما شکر میل ترکیبی بیشتری با ملکول‌های آب دارد و با سرعت بیشتری با ملکول‌های آب پیوند هیدروژنی بر قرار می‌کند لذا مانع از توسعه مناسب شبکه گلوتنی و سفت شدن خمیر می‌گردد (خوشگذران و عزیزی، ۱۳۹۰). همچنین در فرآیند سردکردن پس از پخت، شکر ممکن است کریستاله شود که این امر نیز می‌تواند به سختی بافت کمک کند (Teylor *et al.*, 2008; Mushtaq *et al.*, 2010). رافتیلوز به عنوان جایگزین شکر در پژوهش Gallagher و همکاران (۲۰۰۳) در تولید بیسکویت استفاده گردید و نتایج آنها در تطبیق با نتایج پژوهش حاضر بود. آنها مشاهده کردند که ماکزیمم نیرو (F_{max}) برای نمونه‌های تهیه شده با درصدهای مختلف رافتیلوز به طور معنی‌داری نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه نمونه‌ها نرم‌تر می‌شوند. در پژوهشی که توسط Pareyt و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی نقش شکر در خصوصیات ساختاری و بافتی کوکی انجام گردید نتایج مشابهی بدست آمد. نتایج پژوهش Mushtaq و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی زایلیتول با شکر در فرمولاسیون کوکی، سختی (Peak Force) برای کوکی‌ها کاهش پیدا می‌کند، که در تطبیق با نتایج حاصل از این پژوهش بود. 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 می‌دانستند. Taylor و همکاران (۲۰۰۸) که بر روی اثر جایگزینی شکر با تاگاتوز بر سفتی بافت کوکی به پژوهش پرداختند، روند مخالفی را گزارش کردند. Walter و Soliah (۲۰۱۰) پس از بررسی نتایج حاصل از بافت کلوچه در طی جایگزینی شکر با استویا، نمونه حاوی ۵۰٪ استویا و ۵۰٪ شکر را به عنوان نرم‌ترین نمونه معرفی کردند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقایسات میانگین (± انحراف معیار، n=۳) پارامترهای بافت سنجی بیسکویت (*P*<۰/۰۵)

سطح استویوزید	سفتی بافت (نیوتن)
A (0%)	۳۴/۴۶۷±۲/۶۰ a
B (50%)	۲۴/۶۶۷±۲/۰۶ b
C (100%)	۱۴/۹۳۳±۴/۲۱ c

نتایج ارزیابی خصوصیات حسی بیسکویت

نتایج حاصل از ارزیابی حسی بیسکویت در جدول ۷ گزارش شده است. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی حسی عطر و آروما بیسکویت مشخص شد که بیسکویت حاوی ۱۰۰ درصد شکر (A) بیشترین میانگین امتیازات را از ارزیاب‌ها کسب کرده است که دلیل آن می‌تواند مربوط به تولید ترکیبات مولد عطر و آروما مانند ملانوئیدین در طی واکنش مایلارد باشد. بررسی نتایج ارزیابی حسی بافت و قابلیت جویدن بیسکویت حاکی از پذیرش بیشتر نمونه C در بین ارزیاب‌ها از لحاظ این ویژگی بود، که از این منظر با نتایج بافت سنجی دستگاهی مطابقت داشت. اما نتایج ارزیابی حسی رنگ، طعم و مزه و پذیرش کلی بیسکویت نشان دهنده پذیرش بیشتر نمونه B در بین ارزیاب‌ها بود که شاید به دلیل ویژگی‌های متعادل این نمونه می‌باشد. به طور کلی بیسکویت تهیه شده با ۵۰ درصد شکر و ۵۰٪ استویوزید (B) از میانگین امتیازات بیشتری در بین ارزیاب‌ها برخوردار بود.

جدول ۷- نتایج ارزیابی حسی بیسکویت

سطح استویوزید	رنگ	طعم ومزه	عطر و آروما	بافت و قابلیت جویدن	پذیرش کلی
A (0%)	۳/۱۳۳±۱/۰۶ a	۴/۰۶±۰/۷۰ a	۴/۲۶±۰/۷۰ a	۳/۲۰±۰/۷۷ a	۳/۷۳±۰/۶۳ a
B (50%)	۴/۴۰۰±۰/۷۳ b	۴/۵۳±۰/۶۳ a	۳/۹۳±۰/۷۰ a	۳/۹۳±۰/۷۹ b	۴/۳۳±۰/۶۱ b
C (100%)	۳/۶۰۰±۰/۹۸ a	۳/۳۳±۰/۹۷ b	۳/۲۶±۰/۷۹ b	۴/۴۶±۰/۷۴ b	۳/۵۳±۰/۹۶ a

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش مؤید آن است که افزودن استویزید به جای شکر در فرمولاسیون بیسکویت تأثیر چندانی بر درصد خاکستر، چربی و پروتئین محصول ندارد اما میزان قند کل را به طور کاملاً محسوسی کاهش می‌دهد که با توجه به نقش بسزای ساکارز در بالا بردن شاخص گلایسمیک خون، استفاده از استویوزید می‌تواند مانع از بالا رفتن این شاخص در افراد مبتلا به دیابت شود. علاوه بر این نتایج حاکی از کاهش کالری بیسکویت در طی جایگزینی شکر با استویوزید بود که با توجه مصرف بالای بیسکویت به عنوان یک میان وعده این خود می‌تواند در پیشگیری از ابتلا به چاقی مؤثر باشد. بنابراین با توجه به کاهش میزان کالری و بهبود برخی خصوصیات بافتی، رنگی و پذیرش حسی، جایگزینی شکر با استویزید مناسب می‌باشد، که بسته به نوع فرآوری، نوع محصول تولید و نوع مصرف می‌توان از سطوح مختلف این شیرین‌کننده به جای شکر بهره جست. به دلیل نزدیک بودن خصوصیات بیسکویت حاوی ۵۰٪ استویوزید به نمونه حاوی ۱۰۰٪ شکر و همچنین پذیرش بیشتر این محصول در بین ارزیاب‌ها می‌توان این فرمولاسیون را به عنوان بهترین سطح جایگزینی شکر در تولید بیسکویت معرفی نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از اعضای محترم هیأت علمی بخش تحقیقات فنی مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و همچنین از شرکت صنایع غذایی کامور اصفهان به ویژه سرکار خانم مهندس نرگس نادیان مدیر بخش توسعه و تحقیق این شرکت که در انجام برخی از مراحل این پروژه یاری رسانده‌اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- احمدی گاولیقی، ح.، عزیزی، م. ح.، جهانیان، ل. و امیرکاوئی، ش.، ۱۳۹۰، بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه‌ای، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دورهٔ ۸، شماره ۱: ۵۷-۶۴.

۲- استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۸. بیسکویت- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷، چاپ ششم.

۳- استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۸. کلوچه- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۵۵۳، چاپ سوم.

۴- استاندارد ملی ایران. ۱۳۸۹. سوسیس و کالباس (نشاسته و کربوهیدرات)- ویژگی‌ها روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۳۰۳، چاپ سوم.

۵- افشاری جویباری، ح. و فرحناکی، ع. ۱۳۸۸. امکان استفاده از نرم افزار فتوشاپ برای اندازه‌گیری رنگ مواد غذائی: بررسی تغییرات رنگ خرمای مضافتی بم در طی رساندن مصنوعی. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی ایران، جلد ۵، شماره ۱: ۳۷-۴۶.

۶- پایان، ر. ۱۳۷۷. تکنولوژی فرآورده‌های غلاتی. نشر نوپردازان، تهران.

۷- حدائق، ه.، غیاثی طرزی، ب.، بصیری، ع. و خداخانی، س. ۱۳۸۹. بررسی امکان تولید بیسکویت کم چرب با استفاده از امولسیفایر DATEM. علوم غذایی و تغذیه، سال هفتم، شماره ۳: ۵۹-۶۵.

۸- خوشگذران، ص. و عزیزی، م. ح. ۱۳۹۰. محصولات نانوایی علم فناوری و کاربرد. انتشارات مرز دانش، ص ۷۰-۱۱۰.

۹- رجب‌زاده، ن. ۱۳۸۲. مبانی فناوری غلات. انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ص ۹۲-۹۴.

۱۰- فاطمی، ح. ۱۳۸۷. شیمی موادغذایی، شرکت سهامی انتشار، ص ۹۱-۹۳ و ۳۵۳-۳۵۵.

۱۱- نورمحمدی، ا.، پیغمبردوست، ه. و اولاد غفاری، ع. ۱۳۹۱. تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریترول و الیگوفروکتوز. مجله علوم و تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ۱: ۹۲-۸۵.

۱۲- همایونی‌راد، ع.، واقف مهربانی، ل.، واقف مهربانی، ا. و جوادی، م. ۱۳۹۲. ارزیابی شاخص گلایسمیک مربای رژیمی آلبالو تهیه شده با شیره خرما در افراد سالم. مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دوره ۲۰، شماره ۲: ۱۹۳-۲۰۲.

13- American Association of Cereal Chemists (AACC). (2000). Approved methods of American Association of Cereal Chemists (9th ed.)., St. Paul, Minnesota: Moisture (44-15), Ash (08-01), Protein (46-11A), Fat (30-10).

14- 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.

15- Elkins, R. 1997. Stevia nature's sweetener. Woodland Publishing, Inc. P.O. Box 160 Pleasant Grove, UT.

16- Gallagher, E., O'Brien, C.M., Scannell, A.G.M., & Arendt, E.K. 2003. Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. Journal of Food Engineering, 56: 261-263.

17- Faridah, M.A., & 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). International Food Research Journal, 19 (2): 515-519.

18- Islam, M.Z., Taneya, M.L.J, Shams-Ud-Din, M., Syduzzaman, M., & Hoque, M.M. 2012. Physicochemical and functional properties of brown rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) flour and quality of composite biscuit made thereof. The Agriculturists, 10 (2): 20-28.

19- Kocer. D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A., & Katnas, S. 2007. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat-replacer. Journal of Food Engineering, 78: 953-964.

Archive of SID

www.SID.ir

20- Krishnan, R., Dharmaraj, U., Manohar, R.S., & Malleshi, N.G. 2011. Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. Food Chemistry, 129: 499-506.

21- Laguna, L., Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S. 2013. A new sensory tool to analyse the oral trajectory of biscuits with different fat and fibre contents. Food Research International, 51: 544-553.

22- Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical. Nutritional and Functional Aspects, 132: 1121-1132.

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

24- Lin, S.D., Lee, C.C., Mau, J.L., Lin, L.Y., & Chiou, S.Y. 2010. Effect of erythritrol on quality characteristics of reduced-calorie Danish cookies. Journal of Food Quality, 33: 14-26.

25- Manisha, G., Soumya, C., & Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloid and emulsifiers for replacement of suger in cakes. Food Hydrocolloids, 29: 363-373.

26- Mushtaq, Z., Rehman, S., Zahoor, T., & Jamil, A. 2010. Impact of xylitol replacement on physicochemical, sensory and microbial quality of cookies. Pakistan Journal of Nutrition, 9(6): 605-610.

27- Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M., & 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.

28- Pasha, I.F., Butt, M.S., Anjum, F.M., & Shehzadi, N. 2002. Effect of dietetic sweeteners on the quality of cookies. International Journal of Agriculture Biology, 4: 245-248.

29- Puri, M., Sharma, D., & Tiwari, A.K. 2011. Downstream processing of stevioside and its potential applications. Biotechnology Advances, 29: 781-791.

30- Reddy, V., Urooj, A., & Kumar, A. 2005. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits. Food Chemistry, 90: 317-321.

31- Savitha, Y.S., Indrani, D., & Prakash, J. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodexterin on rheological characteristics of soft dough biscuits. Journal of Texture Studies, 39: 605-616.

32- Schirmer, M., Jekle, M., Arendt, E., & Becker, T. 2012. Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. Food Research International, 48: 291-298.

33- Soponar, F., Catalin, Mot, A., & Sarbu, C. 2008. Quantitative determination of some food dyes using digital processing of images obtained by thin-layer chromatography. Journal of Chromatography, 1188: 295-300.

34- Taylor, T.R., Fasina, O., & Bell, L.N. 2008. Physical properties and consumer liking of cookies prepared by replacing sucrose with tagatose. Institute of Food Technologists, 3: 145-151.

35- Vitali, D., Dragojevic, I.V., & Sebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. Food Chemistry, 114: 1462-1469.

36- Walter, J.M., & Soliah, L. 2010. Objective measures of baked products made with Stevia. Journal of the American Dietetic Association, 110 (9): 54-57.

37- Zoulias, E.L., Piknis, S., & 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.

Archive of SID

www.SID.ir

Study of possibility low calorie biscuit production by using stevioside sweetener

Mehdi Vatankhah[1*], Amir Hossein Elhami Rad[2], Masoud Yaghbani[3], Narges Nadian[4], Mohammad Javad Akbarian Meymand[5]

1- MSc. Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Iran
* Corresponding author (mehdivatankhah68@yahoo.com)
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Iran
3- Lecturer, Department of Agricultural Engineering Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasane Razavi
4- MSc., R&D Department of Kamvar Co., Isfahan, Iran
5- MSc. Graduated Student , Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural, Gorgan, Iran

Abstract

Stevioside is a natural sweetener which is extracted from the leaves of *Stevia Rebaudiana Bertoni* plant that doesn't have the role of calorie cleansing and doesn't have the effect on increasing the level of blood glucose. The purpose of this research is to consider the possibility of dietary biscuit production during the substitution of stevioside in three levels of 0%, 50%, and 100% with saccharose. The results showed that the substitution of stevioside instead of sccharose hasn't meaningful effect on the percentage of ash, fat and protein in biscuit but by increasing the percentage of stevioside in biscuit formulation, it was discovered that the moisture and product pH will increase meaningfully, also the results of calorie calculation showed that the calorie content of product will decrease 13.3% when stevioside was substituted with saccharose by increasing the percentage of stevioside in biscuit formulation, the increasing of samples diameter and decreasing of diagonal and extension coefficient. The texture analysis of biscuit samples showed the decreasing of the hardness of product texture by increasing the percentage of stevioside ($p<0.05$). The results of image processing showed the increase of parametes L^* and b^* and the decrease of parameter a^* during sugar deletion. Finally, sensory evaluation results of three biscuit formulations indicated more acceptance of prepared sample of steviosid 50%. Totally, prepared biscuit by using stevioside 50% can be introduced as the best sample.

Keywords: Biscuit, Calorie, Colorimetry, Stevioside, Texture

Archive of SID

www.SID.ir