



شیرین کننده‌های پلی‌اولی مختلف بر ویژگی‌های حسی کیک بدون قند

الهام نورمحمدی^۱، * سیدهادی پیغمبردوست^۲ و الهام فلاح^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز،

^۲دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، ^۳دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم تغذیه، دانشگاه واگنینگن

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳

چکیده

طی سال‌های اخیر درخواست زیادی برای محصولات غذایی کم‌کالری و دیابتی وجود داشته است. در این پژوهش میزان مقبولیت کیک‌های اسفنجی تهیه شده با سطوح متفاوت قندهای الکلی و شیرین‌کننده سنتزی اسپارتام به‌عنوان جایگزین ساکارز مورد ارزیابی قرار گرفته است. ویژگی‌های حسی کیک با استفاده از پانلیست‌های چشایی در مورد ویژگی‌هایی مانند خلل و فرج، نرمی بافت، رنگ پوسته و عطر و طعم و نمره نهایی حسی کیک مورد ارزیابی قرار گرفت. کیک‌های تهیه شده با زایلیتول- اولیگوفروکتوز، سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز و زایلیتول- ساکارز دارای بیش‌ترین امتیاز مربوط به ویژگی خلل و فرج بودند. در ارزیابی نرمی بافت، سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز و زایلیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز بیش‌ترین امتیاز را کسب کرد. رنگ پوسته نمونه‌های حاوی ترکیب ساکارز- اولیگوفروکتوز- سوربیتول دارای بیش‌ترین امتیاز بود. تیمارهای حاوی زایلیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز، زایلیتول- ساکارز و کیک حاوی سوربیتول- اولیگوفروکتوز- ساکارز امتیاز عطر و طعم بالاتر از نمونه کنترل به‌دست آوردند. در نهایت مخلوط سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز بیش‌ترین نمره نهایی ارزیابی حسی را به‌دست آورد. بهترین فرمولاسیون برای جایگزین کردن ساکارز استفاده از مخلوط سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز، زایلیتول- ساکارز و مخلوط زایلیتول- اولیگوفروکتوز- ساکارز ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: کیک، شیرین‌کننده، پلی‌اولی، ویژگی‌های حسی

*مسئول مکاتبه: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

مقدمه

امروزه به واسطه توجه و علاقه مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذایی درخواست برای تولید مواد غذایی کم‌کالری افزایش یافته و صنعت غذا برای بهینه کردن ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی (مانند کیک با درصد بالا شکر و چربی) در کنار حفظ یا بهبود طعم، بر طراحی مجدد مواد غذایی سنتی متمرکز شده است [۳، ۸]. در میان مواد غذایی کم‌کالری، محصولاتی به چشم می‌خورند که با استفاده از شیرین‌کننده‌های کم‌کالری تولید شده‌اند. زمانی که این قندها به شکل مناسبی استفاده شوند، محصول تولید شده برای کاهش و کنترل وزن و بهبود جنبه‌های تغذیه‌ای مفید خواهد بود [۱۵]. شیرین‌کننده‌ها در محصولات نانویی تأمین‌کننده شیرینی و بافت بوده و به حفظ رطوبت و افزایش زمان ماندگاری محصول کمک می‌کنند. این ترکیبات به‌علاوه منجر به کاهش یا تأخیر در ژلاتینه شدن نشاسته و توسعه گلوتن می‌شوند [۵]. پلی‌اول‌ها یا قندهای الکلی کربوهیدرات‌هایی هستند که از هیدروژناسیون قندهای طبیعی مانند گلوکز یا فروکتوز به دست می‌آیند [۷]. فروکتوز و قندهای الکلی مانند سوربیتول، مانیتول، زایلیتول و لاکتیتول مجاز به استفاده در رژیم غذایی افراد مبتلا به دیابت هستند زیرا جذب این قندها از جریان خون به سلول‌ها نیازی به مصرف انسولین ندارد. شیرین‌کننده‌های سنتزی نیز مجاز به استفاده در این رژیم‌ها می‌باشند [۴]. از طرفی چون متابولیسم قندهای الکلی به شکل ناقص انجام شده و به‌طور کامل از روده جذب نمی‌شوند در نتیجه انرژی تولید شده در اثر مصرف این ترکیبات کم‌تر است [۷، ۱۵]. روندا و همکاران [۱۳] با جایگزینی ساکارز توسط قندهای مالتیتول، مانیتول، زایلیتول، سوربیتول، ایزومالتوز، اولیگوفروکتوز و پلی‌دکستروز اعلام کردند بهترین نتایج در کیک‌های تهیه شده با زایلیتول دیده شد زیرا کیک‌های حاوی این قند دارای ویژگی‌های حسی نزدیک به کیک شاهد بودند، حتی در برخی ویژگی‌ها مانند طعم، پس طعم و ظاهر بهتر از کیک تهیه شده با ساکارز ارزیابی شدند. در نقطه مقابل اریتریتول قند الکلی مناسبی نبود زیرا دیده شد که با افزایش غلظت اریتریتول از مقبولیت حسی محصول کاسته شد [۱۰]. باید به این نکته نیز توجه داشت زمانی که از قندهای الکلی بیش‌تر از حد مجاز استفاده شود، اثر منفی بر سیستم گوارشی ایجاد خواهد شد، بنابراین پژوهش در مورد شیرین‌کننده مناسبی که ویژگی‌های کاربری ساکارز را تأمین کند ضروری است [۹]. با توجه به اهمیت و نیاز به تولید محصولات دیابتی و کم‌کالری و به‌ویژه کیک‌های کم‌کالری و محدود بودن تعداد واحدهای صنعتی فعال در این زمینه، در این پژوهش نقش جایگزین کردن کامل یا بخشی ساکارز توسط قندهای الکلی سوربیتول، مالتیتول، زایلیتول، اریتریتول، قند

اولیگوفروکتوز و مخلوط اسپارتام- مالتودکسترین بر ویژگی‌های حسی و میزان مقبولیت کیک اسفنجی بررسی شده است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیرگذاری فندهای الکلی و شیرین‌کننده‌های سنتزی به‌عنوان جایگزین قند ساکارز بر ویژگی‌های حسی کیک کم‌کالری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه این پژوهش شامل آرد نول، شکر آسیاب شده، روغن هیدروژنه نیمه جامد، وانیل، بیکنینگ پودر، شیرخشک، آب پنیر و تخم‌مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی، قندهای سوربیتول، زایلیتول، مالتیتول، اربیتول و اولیگوفروکتوز از شرکت سیرال^۱ فرانسه و شیرین‌کننده سنتزی اسپارتام از کارخانه زمزم تهیه شد. ویژگی‌های آرد مصرفی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات آرد.

ویژگی*	مقدار
رطوبت (درصد)	۱۲/۸۶ ± ۰/۰۱
خاکستر (درصد)	۰/۴۹ ± ۰/۰۲
گلو تن مرطوب (درصد)	۲۶/۱۷ ± ۰/۷۶
پروتئین (درصد)	۹/۶۸ ± ۰/۱۵
عدد زلنی (میلی لیتر)	۲۱/۸۶ ± ۰/۱۳

* نتایج حاصل سه تکرار هستند.

روش تولید کیک: خمیر کیک با استفاده از روش شکر- خمیر و براساس جدول ۲ تهیه شد [۱]. مقدار ۴۰ گرم از خمیر آماده شده با روش ذکر شده بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب‌هایی به ابعاد ۴×۵×۸ سانتی‌متر ریخته شد و کیک به مدت ۲۰ دقیقه در فر با دما ۲۰۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد پخت گردید. نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۵-۴۰ دقیقه در دما محیط خنک شدند. سپس کیک‌ها در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی و در دما اتاق تا انجام آنالیز حسی نگهداری شدند. پخت نمونه‌ها در دو تکرار و ارزیابی حسی نمونه‌ها در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی مورد بررسی در جدول ۳ آمده است.

جدول ۲- مراحل تهیه خمیر (روش شکر- خمیر).

مواد اولیه	درصد براساس وزن آرد	وزن (گرم)	روش عمل
روغن	۵۷	۲۶۳	مرحله ۱) کرم کردن تا تولید رنگ روشن انجام شد
شکر	۷۲	۳۳۰	(در حدود ۱۰ دقیقه)
تخم مرغ	۷۲	۳۳۰	مرحله ۲) در ۵-۴ قسمت اضافه گردید
آرد	۱۰۰	۴۲۵/۶	
بیکنگ پودر	۱/۳۴	۷/۵	مرحله ۳) با هم الک شده و افزوده شد تا خمیر به صورت
شیر خشک	۲	۹/۲	نیمه صاف در آمد
وانیل	۰/۵	۲/۳	
پودر آب پنیر	۴	۱۸/۴	
آب	۲۵	۱۱۴	مرحله ۴) بعد از افزودن خمیر به صورت صاف در آمد

ارزیابی حسی: ویژگی‌های حسی کیک‌های تازه و نگهداری شده در دما اتاق در روزهای مختلف توسط ۱۴ نفر ارزیاب آموزش دیده مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور یک فرم ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای برای بررسی خلل و فرج کیک، نرمی و سفتی بافت، رنگ پوسته یا سطح فوقانی و تحتانی کیک و عطر و طعم کیک براساس روش AACC 10-90 [۲] اصلاح شده براساس روش سایر محققان [۵ و ۹] تهیه شد. برای هر ویژگی امتیاز ۱ نشان‌دهنده پایین‌ترین کیفیت و امتیاز ۵ نماینده بهترین کیفیت بود و براساس درجه اهمیت ضریب امتیاز با توجه به ویژگی‌های لازم برای کیک‌های رژیمی برای هر ویژگی در نظر گرفته شد. ابتدا داوران برای آشنایی با مفاهیم ویژگی‌های مورد ارزیابی آموزش داده شدند و هر نمونه با کد فرضی در اختیار داوران قرار داده شد. نمره نهایی ارزیابی حسی کیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

نمره نهایی = مجموع ضرایب / مجموع امتیازات

صفات حسی کیک با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل‌های خطی تعمیم‌یافته^۱ در نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطا ۵ درصد انجام شد. برای تعیین میزان همبستگی و رگرسیون به ترتیب از رویه Corr و Reg نرم‌افزار SAS استفاده شد. در تعیین معادله خطی رگرسیون از روش گام به گام به منظور انتخاب بهترین متغیرهای مستقل استفاده شد.

1- General Linear Model

جدول ۳- فرمولاسیون تیمارهای آزمایشی.

تیمار	ساکارز	سوربیتول	مالتیتول	اریتریتول	زایلیتول	آسپارتام	مالتودکستریز	اولیگوفروکتوز
شاهد	٪۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-
S ₁	-	٪۱۰۰	-	-	-	-	-	-
M ₁	-	-	٪۱۰۰	-	-	-	-	-
E ₁	-	-	-	٪۱۰۰	-	-	-	-
X ₁	-	-	-	-	٪۱۰۰	-	-	-
S ₂	-	٪۷۷	-	-	-	-	-	٪۲۳
M ₂	-	-	٪۷۷	-	-	-	-	٪۲۳
E ₂	-	-	-	٪۷۷	-	-	-	٪۲۳
X ₂	-	-	-	-	٪۷۷	-	-	٪۲۳
S ₃	٪۵۷	٪۲۰	-	-	-	-	-	٪۲۳
M ₃	٪۵۷	-	٪۲۰	-	-	-	-	٪۲۳
E ₃	٪۵۷	-	-	٪۲۰	-	-	-	٪۲۳
X ₃	٪۵۷	-	-	-	٪۲۰	-	-	٪۲۳
S ₄	٪۲۵	٪۷۵	-	-	-	-	-	-
M ₄	٪۲۵	-	٪۷۵	-	-	-	-	-
X ₄	٪۲۵	-	-	-	٪۷۵	-	-	-
AM	-	-	-	-	-	٪۱/۲۷	٪۹۸/۸۷	-

نتایج و بحث

خلل و فرج کیک: نقش قندهای الکلی بر خلل و فرج کیک در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین امتیاز خلل و فرج کیک با جایگزینی ساکارز توسط سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز (S₃)، زایلیتول- اولیگوفروکتوز (X₂) و زایلیتول- ساکارز (X₄) و کمترین امتیاز از نمونه‌های تولید شده با ۱۰۰ درصد اریتریتول (E₁) به دست آمد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد یکنواختی خلل و فرج کیک به شکل محسوسی تحت تأثیر نوع شیرین کننده قرار می‌گیرد [۱۲]. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج وتزل و همکاران [۱۴] مطابقت داشت.

نتایج به دست آمده از رگرسیون خطی میان صفت خلل و فرج و حجم کیک در زیر آمده است.

$$(r= ۰/۶۸ \text{ و } P= ۰/۰۰۲۴)$$

خلل و فرج کیک = $-۰/۴۲ +$ حجم کیک $۰/۰۵۷$

جدول ۴- نقش قندهای الکلی و شیرین کننده سنتزی آسپارتام بر خلل و فرج کیک اسفنجی.

ویژگی حسی خلل و فرج کیک	نوع قند الکلی و شیرین کننده سنتزی
۴/۱۹۱ ^{ab} ± ۰/۲۹	شاهد
۴/۰۱۳ ^{bc} ± ۰/۳	S ₁
۴/۱۸۷ ^{ab} ± ۰/۲۶	S ₂
۴/۴۴۳ ^a ± ۰/۲۳	S ₃
۴/۱۵۳ ^{ab} ± ۰/۲۸	S ₄
۳/۴۶۴ ^{ab} ± ۰/۳۳	M ₁
۳/۷۶۷ ^c ± ۰/۲۷	M ₂
۴/۲۵۳ ^{ab} ± ۰/۲۸	M ₃
۳/۷۵۷ ^c ± ۰/۲۹	M ₄
۱/۹۷۷ ^f ± ۰/۲۶	E ₁
۲/۲۴۵ ^e ± ۰/۲۹	E ₂
۴/۲۶۱ ^{ab} ± ۰/۲	E ₃
۴/۲۸۳ ^{ab} ± ۰/۲۴	X ₁
۴/۳۵۳ ^a ± ۰/۲	X ₂
۴/۳۲۴ ^{ab} ± ۰/۲۱	X ₃
۴/۳۵۸ ^a ± ۰/۲۱	X ₄
۳/۴۵۱ ^d ± ۰/۲۸	AM

نرمی بافت کیک: اثر متقابل روز نگهداری و نوع قند مورد استفاده بر سفتی بافت کیک در جدول ۵ نشان داده شده است. در روز اول ارزیابی حسی نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد اریتریتول (E₁) کم‌ترین نمره نرمی را به خود اختصاص دادند. این در حالی بود که استفاده از مخلوط ساکارز و اولیگوفروکتوز به همراه قندهای سوربیتول (S₃) و زایلیتول (X₃) بهترین امتیاز نرمی بافت کیک را در مقایسه با کیک شاهد و سایر نمونه‌ها کسب کرد. در روز هفتم ارزیابی حسی کم‌ترین و بیش‌ترین امتیاز ارزیابی حسی بافت به ترتیب مربوط به نمونه‌های تهیه شده با ۱۰۰ درصد اریتریتول (E₁) و ساکارز-اولیگوفروکتوز-زایلیتول (X₃) بود. در روز چهاردهم ارزیابی حسی بافت، کم‌ترین امتیاز مربوط به کیک‌های تهیه شده با ۱۰۰ درصد اریتریتول (E₁) و بیش‌ترین نمره مربوط به مخلوط ساکارز-اولیگوفروکتوز-زایلیتول (X₃) بود.

جدول ۵- اثر متقابل روز نگهداری و نوع شیرین کننده مورد استفاده بر ارزیابی حسی سفتی بافت کیک.

نوع شیرین کننده	امتیاز حسی نرمی بافت کیک در روز اول ارزیابی حسی	امتیاز حسی نرمی بافت کیک در روز هفتم ارزیابی حسی	امتیاز حسی نرمی بافت کیک در روز چهاردهم ارزیابی حسی
شاهد	۴/۷۱۴ ^{abcd} ± ۰/۱۴	۳/۸۰۸ ^{hij} ± ۰/۳۵	۲/۸۵ ^{lmno} ± ۰/۴۳
S ₁	۴/۴۲ ^{bcdefg} ± ۰/۲۵	۳/۱۰۷ ^{kl} ± ۰/۲۲	۲/۵۳۸ ^{mno} ± ۰/۳۶
S ₂	۴/۷۶ ^{abc} ± ۰/۱۴	۴/۲۰۸ ^{efghi} ± ۰/۲۷	۳/۹۳۸ ^{ghij} ± ۰/۲۱
S ₃	۴/۸۳۳ ^a ± ۰/۱۲	۴/۶۶۷ ^{defgh} ± ۰/۱۸	۴/۱۰۹ ^{jk} ± ۰/۲۴
S ₄	۴/۹ ^{ab} ± ۰/۰۹	۴/۴۲ ^{bcdefg} ± ۰/۲۱	۳/۱۴ ^{kl} ± ۰/۲۲
M ₁	۳/۹۲۹ ^{ghi} ± ۰/۲۸	۲/۶۲۵ ^{mno} ± ۰/۲۷	۲/۲۱۴ ^{mno} ± ۰/۳
M ₂	۴/۰۱۸ ^{fghi} ± ۰/۲۶	۲/۹۸ ^{lmn} ± ۰/۲۵	۲/۵۸۹ ^{mno} ± ۰/۳
M ₃	۴/۹۳۸ ^{abc} ± ۰/۰۷	۴/۲۶۹ ^{hij} ± ۰/۲۷	۳/۴۶ ^{lmn} ± ۰/۲۳
M ₄	۴/۳۷۵ ^{defg} ± ۰/۲۴	۳/۲۴ ^{kl} ± ۰/۲۷	۲/۳۱ ^p ± ۰/۲۸
E ₁	۱/۷۶ ^q ± ۰/۲۶	۱/۴۰۷ ^{qr} ± ۰/۲۳	۱/۱۹۲ ^r ± ۰/۱۳
E ₂	۲/۴۶۴ ^{op} ± ۰/۲۴	۱/۴۴۴ ^q ± ۰/۲۱	۱/۴۴۲ ^{qr} ± ۰/۲۳
E ₃	۴/۷۷۳ ^{abc} ± ۰/۱۳	۳/۸۱۸ ^{hij} ± ۰/۱۵	۲/۹۵ ^{lmn} ± ۰/۴۳
X ₁	۴/۶۳۵ ^{abcde} ± ۰/۲	۳/۸۵۲ ^{hij} ± ۰/۲۸	۳/۷۲ ^{ij} ± ۰/۲۳
X ₂	۴/۷۶۹ ^{abc} ± ۰/۱۷	۳/۹۸۲ ^{ghi} ± ۰/۲۷	۴/۰۳۸ ^{fghi} ± ۰/۱۷
X ₃	۴/۹۱۷ ^a ± ۰/۰۹	۴/۴۸ ^{abcdef} ± ۰/۲۱	۴/۲۰۴ ^{efghi} ± ۰/۲۵
X ₄	۴/۷۶ ^{abc} ± ۰/۱۷	۳/۹۶ ^{ghi} ± ۰/۲۱	۳/۸۷ ^{hij} ± ۰/۲۵
AM	۳/۹۵۲ ^{ghi} ± ۰/۲۶	۳ ^{lm} ± ۰/۲۶	۲/۵۲۱ ^{nop} ± ۰/۳۰

نتایج به دست آمده از رگرسیون خطی صفت سفتی حسی و دستگای در زیر نشان داده شده است (P=۰/۰۰۱ و t=-۰/۷۸).
سفتی حسی = ۳/۹۸ - سفتی دستگاهی ۰/۱۴۵

از ارزیابی حسی بافت کیک توسط داوران این گونه استنباط می شود که با افزایش زمان نگهداری میزان مقبولیت بافت کیک در حال کاهش یافتن می باشد. به استثناء نمونه X₂ (اولیگوفروکتوز-زایلیتول) که علت افزایش نمره ارزیابی بافت این نمونه در روز چهاردهم نسبت به روز هفتم می تواند به علت عدم توانایی ارزیابها در تشخیص تفاوت های جزئی و ناچیز در نرمی بافت باشد. در هر سه روز بررسی سفتی بافت بهره گرفتن از قندهای ساکارز، اولیگوفروکتوز و مخلوط این دو قند افزایش در امتیاز کسب شده توسط نمونه های حاوی ۱۰۰ درصد از قندهای الکلی نشان داد، بنابراین استفاده

از ترکیب این دو قند می‌تواند نمره ارزیابی حسی سفت‌شدگی بافت را در کیک‌های تهیه شده با ۱۰۰ درصد از قندهای الکلی افزایش دهد. محققان نشان دادند استفاده از اسپارتام منجر به کاهش نرمی بافت در کیک‌های کم‌کالری می‌شود [۴]. ارزیابی حسی بافت کوکی‌های کم‌چرب تهیه شده با قندهای الکلی نیز نشان داد سوربیتول، زایلیتول و لاکتیتول باعث بهبود بافت کوکی خواهند شد. نتایج مشابه با استفاده از سوربیتول، مالتیتول و زایلیتول به‌عنوان جایگزین ساکارز در کیک‌های اسفنجی کم‌کالری گزارش شد [۱۳] که در توافق با نتایج به‌دست آمده از ارزیابی حسی این پژوهش در مورد قندهای زایلیتول و اسپارتام بود. طبق گزارش‌های، زایلیتول باعث افزایش نرمی و کاهش خشکی بافت کیک شد. پس از ۷ و ۱۴ روز نمونه‌های دارای زایلیتول نرم‌تر از کیک‌های تشکیل شده از ساکارز ارزیابی شدند [۱۵].

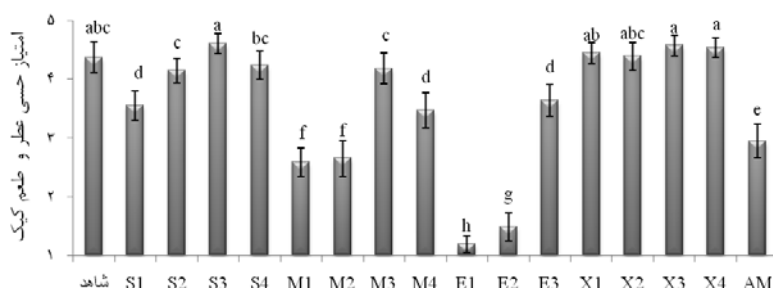
رنگ پوسته کیک: نتایج ارزیابی حسی رنگ پوسته کیک توسط داوران در جدول ۶ آمده است. نتایج نشان داد رنگ پوسته نمونه‌های حاوی ترکیب ساکارز- اولیگوفروکتوز- سوربیتول (S_3) دارای بیش‌ترین امتیاز و نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد اریتریتول (E_1) دارای کم‌ترین امتیاز حسی رنگ پوسته بودند. نتایج همچنین نشان داد که استفاده از فرمولاسیون ترکیبی ساکارز- اولیگوفروکتوز- قند الکلی امتیاز بیش‌تر یا مساوی با نسبت به ۱۰۰ درصد قند الکلی کسب کرد. علت کاهش امتیاز رنگ پوسته در تیمارهای حاوی ۱۰۰ درصد از قندهای الکلی نسبت به تیمار کنترل به‌دلیل عدم شرکت قندهای الکلی در واکنش‌های تجزیه شدن حرارتی می‌باشد. به‌علت نبود گروه‌های عاملی در قندهای الکلی، این قندها قادر به شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن نبوده و به‌علاوه مقاومت حرارتی بالا برخی از قندهای الکلی مانند اریتریتول علت دیگری برای کاهش در امتیاز حسی رنگ پوسته است [۱۳]. نتایج ارائه شده در ارزیابی حسی رنگ مطابق با نتایج گزارش شده توسط سایر محققان [۸] بود. بر طبق نتایج به‌دست آمده افزایش در غلظت قند الکلی مالتیتول کاهش معنی‌داری در امتیاز حسی کیک‌های کم‌کالری به‌همراه داشت.

جدول ۶- تأثیر پلی اولها بر ویژگی حسی رنگ پوسته کیک.

ویژگی حسی رنگ پوسته کیک	نوع شیرین کننده
۴/۳۵۳ ^{bcd} ± ۰/۲۶	شاهد
۴/۱۷۴ ^{cd} ± ۰/۲۹	S ₁
۴/۵۸۱ ^{ab} ± ۰/۱۸	S ₂
۴/۷۹۲ ^a ± ۰/۱۳	S ₃
۴/۳۷۳ ^{bcd} ± ۰/۲۷	S ₄
۳/۵۴۸ ^{ef} ± ۰/۳۵	M ₁
۳/۶۹۷ ^e ± ۰/۳۳	M ₂
۴/۳۷ ^{bcd} ± ۰/۲۶	M ₃
۴/۱۱۸ ^{cd} ± ۰/۳	M ₄
۲/۶۸۷ ^h ± ۰/۳۷	E ₁
۲/۹۹۴ ^g ± ۰/۴۰	E ₂
۴/۰۳۶ ^d ± ۰/۲۶	E ₃
۴/۳۲ ^{bcd} ± ۰/۲۲	X ₁
۴/۲۰۸ ^{cd} ± ۰/۲۶	X ₂
۴/۴۲۴ ^{bc} ± ۰/۲۳	X ₃
۴/۲۴۱ ^{cd} ± ۰/۲۴	X ₄
۳/۲۷۵ ^f ± ۰/۲۹	AM

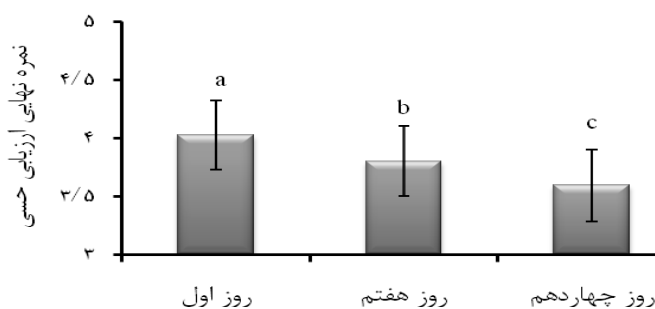
عطر و طعم کیک: اثر نوع قند مصرفی بر عطر و طعم کیک اسفنجی در شکل ۱ آورده شده است. تیمارهای تهیه شده با زایلیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز (X₃) و زایلیتول- ساکارز (X₄) و کیک حاوی سوربیتول- اولیگوفروکتوز- ساکارز (S₃) بالاترین امتیاز حسی عطر و طعم کیک را به دست آوردند، در حالی که کمترین امتیاز از نظر این ویژگی در کیک حاوی ۱۰۰ درصد قند الکلی اریتریتول (E₁) مشاهده شد. جایگزین کردن ساکارز با آسپاراتام- مالتودکسترین نیز امتیاز ارزیابی حسی کم تر از کیک شاهد کسب کرد. دریافت امتیاز حسی طعم مشابه و حتی بالاتر از نمونه کنترل توسط زایلیتول نشان دهنده این موضوع است که قند زایلیتول از نظر قابلیت شیرین کنندگی و شدت طعم بیشترین شباهت را با قند ساکارز دارد [۱۵]. این قند الکلی حتی می تواند باعث بهتر شدن طعم کیک نسبت به طعم نمونه کنترل نیز شود [۵]. کاهش امتیاز نمونه های تهیه شده با مالتیتول، سوربیتول، اریتریتول و آسپاراتام- مالتودکسترین را می توان به کم تر بودن قدرت شیرین کنندگی مالتودکسترین و قندهای الکلی

ذکر شده نسبت به ساکارز مربوط دانست. به علاوه به علت مقاومت حرارتی پایین شیرین کننده سنتزی آسپارتام، این ترکیب در دما بالا پخت در فر به ترکیبات بدون طعم تجزیه شده و شیرین کنندگی خود را از دست خواهد داد [۵، ۱۴، ۱۲، ۱۱]. طبق گزارش کامچاتراکون و همکاران [۶] جایگزین کردن ساکارز توسط آسپارتام و اریتریتول در فرمولاسیون کیک از شدت طعم شیرین کیک می‌کاهد و کیک‌های حاوی این دو قند امتیاز کم‌تری را نسبت به کیک کنترل به دست آوردند. افزایش در امتیاز طعم کوکی‌های کم‌کالری با استفاده از زایلیتول در پژوهش دیگری گزارش شد [۱۵] و به کار بردن سیروپ مالتیتول نیز به عنوان جایگزین ساکارز منجر به کاهش معنی‌دار در شیرینی کیک گردید [۸].



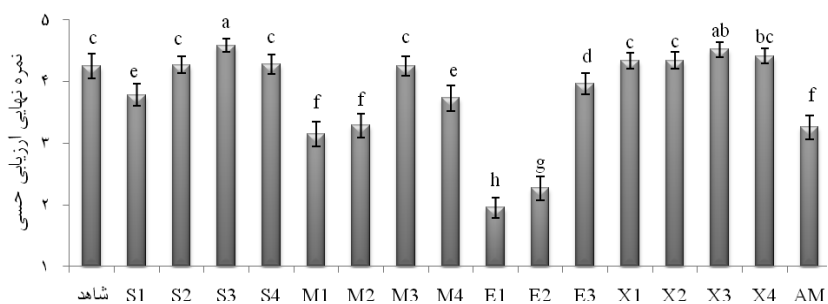
شکل ۱- امتیاز حسی و طعم کیک در نمونه شاهد و کیک‌های حاوی شیرین کننده‌های مختلف.

نمره نهایی ارزیابی حسی: نمره نهایی ارزیابی حسی نشان‌دهنده میزان مقبولیت نمونه کیک و رضایت کلی داوران از مجموع ویژگی‌های حسی آن می‌باشد. قند الکلی تأثیر معنی‌داری بر نمره نهایی ارزیابی حسی داشت. نقش قند الکلی مورد استفاده بر نمره نهایی ارزیابی حسی در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲- تاثیر زمان نگهداری بر امتیاز حسی کیک.

نتایج نشان داد کیک اسفنجی حاوی مخلوط سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز (S_3) بیشترین مقبولیت حسی را برای ارزیاب‌ها داشت در حالی که نمونه‌های حاوی زایلیتول- ساکارز (X_4) و مخلوط زایلیتول- اولیگوفروکتوز- ساکارز (X_3) نیز امتیاز کلی بالاتری نسبت به نمونه کنترل به دست آوردند و کم‌ترین مقبولیت کلی در میان تیمارها مربوط به نمونه‌های تهیه شده با قند الکلی اریتریتول (E_1) بود. در این پژوهش مهم‌ترین فاکتور در امتیاز کلی کیک اسفنجی عطر و طعم بود و به همین دلیل قندهایی با شدت طعم کم‌تر از ساکارز مانند مالتودکسترین، مالتیتول و اریتریتول دارای نمره حسی کلی کم‌تری نیز بودند. اثر متقابل روز نگهداری و قند الکلی بر نمره نهایی ارزیابی حسی معنی‌داری نبود ($P > 0/05$). طبق نتایج به دست آمده زایلیتول مناسب‌ترین قند برای جایگزین کردن ساکارز است زیرا ویژگی‌های حسی ایجاد شده در کیک اسفنجی تولید شده با زایلیتول شباهت زیادی با ویژگی‌های حسی کیک‌های تهیه شده با ساکارز داشت [۱۳]. به عقیده محققان پس از زایلیتول، مالتیتول و سوربیتول نیز قندهای رژیمی مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون کیک‌های اسفنجی کم‌کالری هستند. کاهش در امتیاز کلی کیک با جایگزین کردن ساکارز توسط مخلوط اریتریتول- سوکرالوز و ۱۰۰ درصد اریتریتول نیز گزارش شد [۲، ۱۰].



شکل ۳- تغییرات در نمره نهایی ارزیابی حسی در کیک‌های حاوی شیرین‌کننده‌های مختلف.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی به‌کارگیری قند اریتریتول در تهیه کیک‌های رژیمی نتایج قابل‌قبولی ایجاد نکرد. در تمامی ویژگی‌های مورد بررسی این ترکیب کم‌ترین امتیاز ارزیابی حسی را به‌خود اختصاص داد. مالتیتول و آسپاراتام- مالتودکسترین نیز جایگزین‌های مناسبی برای ساکارز شناخته نشدند. در نقطه مقابل قندهای سوربیتول و زایلیتول بهترین جایگزین ساکارز در تهیه کیک‌های رژیمی به‌شمار

می‌روند. به‌طور کلی می‌توان گفت برای رسیدن به کیک اسفنجی کم‌کالری و کم‌ساکارز با ویژگی‌های حسی مناسب‌تر از کیک معمولی، فرمولاسیون‌های ترکیبی نتیجه بهتری نسبت به جایگزینی ۱۰۰ درصد ساکارز ایجاد خواهند کرد. در این پژوهش قند الکلی زایلیتول تنها قندی بود که توانست به شکل ۱۰۰ درصد جایگزین ساکارز شده و نمره نهایی ارزیابی حسی مشابه با تیمار کنترل دریافت کند، در حالی که فرمولاسیون‌های ترکیبی تهیه شده با سوربیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز (S₃)، زایلیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز (X₃) و زایلیتول- ساکارز (X₄) قادر بودند حتی نتایج بهتر و مقبولیت بالاتر از کیک‌های معمول ایجاد کنند.

منابع

- ۱- پیغمبردوست، س.ه. ۱۳۸۸. تکنولوژی فرآورده‌های غلات جلد دوم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز.
- 2.AACC. 1999. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Ins.
- 3.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.
- 4.Attia, E.S.A., Shehata, H.A., and Askar, A. 1993. An alternative formula for the sweetening of reduced-calorie cakes. *Food Chemistry*, 48 (2), 169-172.
- 5.Butt, M.S., Pasha, I., Tufail, F., and Anjum, F.M. 2002. Use of low absorptive sweeteners in cakes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4 (2), 249-251.
- 6.Chaumchaitrakun, P., Chompreeda, P., and Haruthaithanasan, V. 2007. Effects of polyol and intense sweeteners on quality of butter cake from Jasmine brown rice flour. Proceeding of the 9th Agro-Industrial Conference Food Innovation Asia 2007. 2007 June. 14-15, Bitec Bangkok, Thailand.
- 7.Grabitske, H.A., and Slavin, J.L. 2008. Low-Digestible Carbohydrates in Practice. *Journal of American Dietetic Association*, 108 (10), 1677-1681.
- 8.Jia, C., Kim, Y.S., Huang, W., and Huang, G. 2008. Sensory and instrumental assessment of Chinese moon cake: Influences of almond flour, maltitol syrup, fat, and gums. *Food Reserches International*, 41 (9), 930-936.
- 9.Lee, C.C., Wang, H.F., and Lin, S.D. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chemistry*, 85 (4), 515-521.
- 10.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.

11. Pasha, L., Buut, M.S., Anjum, F.M., and Shahzadi, N. 2002. Effect of Dietetic Sweeteners on the quality of cookies. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4, 245-248.
12. Pong, L., Johnson, J.M., Barbeau, W.E., and Stewart, D.L. 1991. Evaluation of alternative fat and sweetener systems in cupcakes. *Cereal Chemistry*, 68 (5), 552-555.
13. Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A., and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90 (4), 549-555.
14. Wetzel, C.R., Weese, J.O., and Bell, L.N. 1997. Sensory evaluation of no-sugar-added cakes containing encapsulated aspartame. *Food Reserches International*, 30, 395-399.
15. Winkelhausen, E., Jovanovic-Malinovska, R., Velickova, E., and Kuzmanova, S. 2007. Sensory and Microbiological Quality of a Baked Product Containing Xylitol as an Alternative Sweetener. *International Journal of Food Properties*, 10 (3639-649).

Effect of different polyol sweeteners on sensory characteristics of sugar free cake

E. Nourmohammadi¹, * S.H. Peighambardoust² and E. Fallah³

¹M.Sc. Graduated, Dept. of Food Science and Technology, University of Tabriz,

²Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, University of Tabriz,

³M.Sc. Graduated, Dept. of Human Nutrition, Wageningen University, Netherlands

Received: 2012-02; Accepted: 2012-05

Abstract

In recent years there have been much request for low calorie and diabetic foods. In this research quality and sensory acceptability of sponge cake prepared from different polyols and aspartame as sucrose replacers was evaluated. Cakes were evaluated by panelists for porosity, softness, crust color and flavor and total sensory score. Cakes prepared with xylitol-oligofructose, sorbitol-sucrose-oligofructose and xylitol-sucrose gave better sensory scores. In texture evaluation samples containing sorbitol-sucrose-oligofructose and xylitol-sucrose-oligofructose gave better scores than those of other treatments. Higher crust color scores were obtained for cakes incorporating sucrose-oligofructose-sorbitol. Treatments containing xylitol-sucrose-oligofructose, xylitol-sucrose and samples containing sorbitol-oligofructose-sucrose has higher flavor score than those of control. A mixture of sorbitol-sucrose-oligofructose showed the superior sensory scores. In overall, sorbitol-sucrose-oligofructose, xylitol-sucrose and xylitol-sucrose-oligofructose were the best formulations for sucrose replacement.

Keywords: Cake; Sweetener; Polyol; Sensory characteristics

* Corresponding Author; Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir