

بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی

دلارم دزایی پور^۱، صادق سلمان پور^۲، نوید نعیمیان^۲، *عباسعلی دهپور^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد

ساری، ^۲عضو هیئت علمی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد

ساری، ^۳عضو هیئت علمی گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۱

*مسئول مکاتبه: dehpour@gmail.com

چکیده

در این پژوهش جهت بررسی امکان جایگزینی شکر با استویا و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی، شیرین کننده استویا در سطوح ۰، ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۵۰ درصد، جایگزین شکر گردید و پارامترهای pH، زمان ذوب اولین قطره، افزایش حجم و ویژگی‌های حسی بستنی مورد ارزیابی قرار گرفت. ارتباط بین پارامترهای مختلف با روش تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین شد و نتایج نشان داد که با افزایش میزان شیرین کننده استویا، زمان ذوب اولین قطره نمونه‌ها افزایش یافت اما جایگزینی استویا تأثیر معناداری بر pH نمونه‌ها نداشته است. همچنین مقدار افزایش حجم در نمونه‌های مختلف، با افزایش میزان شیرین کننده استویا، زیاد شده و بیشترین میزان این افزایش مربوط به سطوح جایگزینی ۴۰ و ۵۰ درصد استویا بوده است. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها نیز نشان داد که نمونه‌های بستنی با سطح جایگزینی ۵۰ درصد، پایین‌ترین مقبولیت را دارا بودند اما رنگ نمونه‌های مختلف، با یکدیگر اختلاف معناداری نداشتند. پارامتر بافت در نمونه‌های بستنی با سطوح جایگزینی ۴۰ و ۵۰ درصد، کمترین امتیاز را کسب نمود؛ در حالی که نمونه‌ها با سطوح جایگزینی ۱۵ و ۲۵ درصد، از نظر پذیرش کلی، اختلاف معناداری با نمونه شاهد نداشتند. نتایج حاصل از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که فاکتور پذیرش کلی ارتباط مستقیم و زیادی با سایر پارامترهای حسی و افزایش حجم داشت؛ در حالی که ارتباط زیاد آن با نقطه ذوب، به صورت معکوس بوده است.

واژه‌های کلیدی: استویا، بستنی، جایگزینی شکر، تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، افزایش حجم

مقدمه

ساکاریدها، پروتئین‌ها و شکر نقش مهمی در فرمولاسیون این محصول ایفا می‌کنند (کاراسا و همکاران، ۲۰۰۹). از آنجا که ساکارز، به عنوان تنها شیرین کننده بستنی، طی سالیان زیادی مورد مصرف قرار گرفته است، از آن به عنوان مبنایی

بستنی یک سیستم غذایی است که در آن گلبول‌های چربی، حباب‌های هوا و بلورهای یخ در فاز سرمی متشکل از پروتئین و پلی ساکارید پخش شده‌اند. در واقع گلبول‌های چربی، پلی-



جهت مقایسه اثر شیرین کنندگی سایر قندها استفاده می‌شود. اصلی‌ترین نقش قندها در افزایش مطلوبیت محصول، مربوط به نقش شیرین کنندگی آن‌ها، بهبود خصوصیت خامه‌ای و کمک به بارز شدن عطر و طعم میوه‌ها می‌باشد. همچنین شیرین کننده‌ها، علاوه بر افزایش ویسکوزیته و میزان مواد جامد کل مخلوط بستنی که موجب بهبود قوام و بافت بستنی می‌شوند، سبب نرم‌تر شدن بافت و افزایش سرعت ذوب شدن بستنی نیز می‌گردند. از سوی دیگر، شیرین کننده‌های محلول، باعث کاهش نقطه انجماد و افت میزان افزایش حجم مخلوط می‌شوند. میزان شیرینی بستنی نیز به غلظت ماده شیرین کننده در فاز آبی مخلوط بستنی بستگی دارد (فرجی و همکاران، ۱۳۹۳). باید در نظر داشت که شکر علاوه بر نقش شیرین کنندگی، ویژگی‌های عملکردی فراوانی مانند، اثر حجیم‌کنندگی، تثبیت آب (مؤثر در زمان ماندگاری) و کنترل نقطه انجماد را دارا می‌باشد. با توجه به فواید ساکارز به عنوان یک شیرین کننده‌ی طبیعی با ویژگی‌های عملکردی ممتاز، مشکلات مربوط به جایگزینی شکر، از قبیل اثرات نامطلوب بر طعم و ویژگی‌های فیزیکی محصول، استقبال مصرف کننده و محدودیت‌های قانونی وجود خواهد داشت (آسپکتر و هگنبارت، ۱۹۹۶؛ سستر، ۱۹۹۴). ارتباط شکر با برخی مشکلات سلامت نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی، افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی‌ها مضر است و نیز به علت

مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی، پژوهش‌های روزافزونی جهت یافتن جایگزین مناسب شکر با سایر شیرین کننده‌ها در دست انجام است (فولکس، ۱۹۷۷). مطالعات نشان می‌دهد استویا (*Stevia rebaudiana*) گیاهی علفی، حساس به سرما و دارای چهار نوع گلوکوزید استویول اصلی شامل ریبادیوزید A، استویوزید، ریبادیوزید C و دالکوزید A است که این مواد نسبت به ساکارز، بین ۲۵۰-۴۰ برابر شیرین تر می‌باشند. البته تاکنون ریبادیوزید A بهترین کیفیت (شیرینی) را در میان انواع دیگر دارا است (سینگورائو، ۲۰۰۷). به طوری که در $pH=3-9$ و دمای زیاد (۱۰۰ درجه سانتیگراد) پایدار بوده، تخمیر نمی‌شود و رنگ آنها نیز در اثر پخت تغییر نمی‌کند. به همین دلایل استویا کاربردهای وسیعی در فرآورده‌های خوراکی داشته و می‌تواند به عنوان منبع شیرینی در محصولات هم چون محصولات قنادی و نانوائی، آبمیوه، مربا، شکلات، بیسکویت و دیگر مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد (چانگو همکاران، ۱۹۸۳). در شصت و سومین جلسه کمیته‌های مشترک نظارت غذایی و دارویی آمریکا با سازمان بهداشت جهانی، اعلام شد که استویا بدون ضرر بوده و به نظر می‌رسد مصرف روزانه آنها به مقدار ۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ضرری نداشته باشد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱). رنویک (۲۰۰۸) متوسط مصرف روزانه و آخرین حد دریافت ریبا (سطوح بالایی از ریبادیوزید A) را به ترتیب حدود $1/3$ و $4/3$ میلی‌گرم برای مصرف عمومی،

دقیقه قرار گرفت. نمونه‌های بستنی آماده شده در ظروف پلاستیکی ۵۰ گرمی بسته‌بندی گردید و برای طی دوره سخت شدن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد قرار گرفتند. اولین فرمول، بدون اضافه کردن شیرین کننده استویا به عنوان نمونه شاهد تولید شد. سپس با توجه به محاسبات انجام شده، عمل جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا در چهار سطح ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۵۰ درصد صورت پذیرفت.

زمان ذوب اولین قطره: برای اندازه‌گیری شدت ذوب، مقدار ۳۰ گرم از نمونه‌های بستنی را روی یک الک استیل با مش ۱ میلی‌متر که روی یک قیف قرار داشت، ریخته و زمان ذوب اولین قطره محاسبه گردید (اسماعیل و همکاران، ۲۰۱۳).

اندازه‌گیری pH: pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر (بازیان، ایران) اندازه‌گیری شد (حسن و احمد، ۲۰۱۰).

اندازه‌گیری میزان اورران: در ارزیابی میزان اورران نمونه‌ها از استوانه مدرج استفاده شد. بدین صورت که پس از انجماد محصول در بستنی‌ساز، از مخلوط نمونه‌گیری انجام گرفت. آنگاه نمونه مورد نظر توزین گردید و افزایش حجم از طریق رابطه (۱) برحسب درصد محاسبه گردید (بهرام‌پرور و همکاران، ۱۳۸۷).

$$(1) \quad \frac{\text{وزن نمونه بعد از انجماد} - \text{وزن نمونه قبل از انجماد}}{\text{وزن نمونه بعد از انجماد}} \times 100$$

ارزیابی حسی: در این آزمون، از ۱۰ ارزیاب حسی آموزش دیده جهت بررسی پارامترهای

حدود ۲/۱ و ۵ میلی‌گرم برای بچه‌ها و ۳/۴ و ۴/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن برای افراد دیابتی تعیین کرد (رنویک، ۲۰۰۸). هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا و تاثیر آن بر ویژگی‌های حسی و فیزیکی بستنی بوده و ارتباط بین پارامترهای مختلف به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌های بستنی: فرمولاسیون بستنی شامل پودر شیر (۱۲ درصد چربی، پگاه، گرگان)، ۸ درصد خامه (۳۰ درصد چربی، پگاه، گرگان)، ۰/۵ درصد ثعلب (فروشگاه محلی، ساری، ایران)، ۱۶ درصد شکر، ۰/۱ درصد وانیل و شیرین کننده استویا (در سطح ۰، ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۵۰ درصد به عنوان جایگزین شکر) بود. جهت تهیه نمونه‌های بستنی ابتدا استویا مربوط به هر فرمول، به شیر (۱ درصد چربی، پگاه، گرگان) اضافه و با استفاده از همزن خانگی (مولینکس مدل HM412131، فرانسه) مخلوط شدند. مخلوط آماده در دمای ۷۱ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه پاستوریزه (آلفا مدل TP5000) گردید و بلافاصله دمای آن توسط مخلوط آب و یخ، تا ۵ درجه سانتیگراد کاهش یافت (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۴). جهت رسانیدن بستنی، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یخچال ۴ درجه سانتیگراد نگهداری گردیدند. سپس آمیخته بستنی، در دستگاه بستنی‌ساز غیرمداوم (نیکنام مدل TS12، ایران) به مدت ۲۰

طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های بستنی استفاده شد که توسط آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای، به نمونه عالی، نمره ۵ و نمونه خیلی بد، نمره ۱ را دادند.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری پارامترهای مورد بررسی، به صورت طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ استفاده گردید.

نتایج و بحث

زمان ذوب اولین قطره: آنالیز داده‌های زمان ذوب (جدول ۱) نشان داد که زمان ذوب اولین قطره

بستنی با افزایش درصد جایگزینی توسط شیرین کننده استویا، افزایش یافت و کمترین زمان نیز مربوط به نمونه شاهد بود. البته استویا در دو سطح جایگزینی ۱۵ و ۲۵ درصد نتوانست سبب ایجاد اختلاف معنادار دو نمونه استویا ۱۵ و استویا ۲۵ با نمونه شاهد گردد ($P > 0/05$). علیراده و همکاران (۲۰۱۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. به طوری که با افزایش میزان استویا، زمان ذوب اولین قطره افزایش یافت. همچنین فرجی و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند که با افزایش درصد جایگزینی شکر توسط شیره انگور در بستنی، شدت ذوب نمونه‌ها کاهش یافت. آن‌ها علت این امر را ناشی از وجود ترکیبات پلی ساکاریدی با قدرت جذب آب بالا در شیره انگور دانستند.

جدول ۱- زمان ذوب اولین قطره نمونه‌های مختلف بستنی

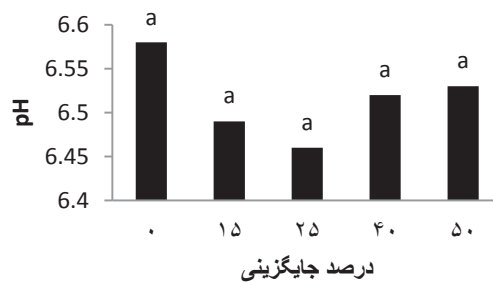
تیمار	درصد جایگزینی شکر توسط استویا (وزنی/وزنی)	زمان ذوب اولین قطره (ثانیه)
شاهد	۰	۸۲۴±۵۸ ^b
استویا ۱۵	۱۵	۸۹۶±۳۸ ^b
استویا ۲۵	۲۵	۸۹۷±۳۳ ^b
استویا ۴۰	۴۰	۱۱۱۴±۱۱۵ ^a
استویا ۵۰	۵۰	۱۲۰۷±۴۰ ^a

نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حرف فوقانی مشابه، اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند ($p > 0/05$)

اندازه‌گیری pH: مطابق با شکل (۱) نتایج حاصل از آنالیز pH نمونه‌های مختلف بستنی نشان داد که جایگزینی شکر توسط استویا سبب تغییر

معناداری در میزان pH آنها نشده و هیچ یک از نمونه‌ها با یکدیگر و نمونه شاهد اختلاف معناداری نشان ندادند ($P > 0/05$).

در نتیجه مقدار هوای کمتری با آن مخلوط شود و اورران آن کاهش یابد. علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی‌های بستنی تولیدی با استفاده از ترکیب شیرین کننده شکر و استویا را بررسی کردند. نتایج این محققان نشان داد که با افزایش جایگزینی استویا (از ۰ به ۱۱/۰ گرم)، ویسکوزیته بستنی به صورت معناداری کاهش و اورران آن افزایش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. گوهری و همکاران (۱۳۸۴) نیز دریافتند که جایگزینی شکر با شیر خرم تا سطح ۵۰ درصد سبب افزایش معنادار در اورران نمونه‌های بستنی گردید اما در سطوح بالاتر جایگزینی که ویسکوزیته افزایش یافت، این افزایش اثر منفی بر اورران گذاشته و باعث کاهش آن شده است. آنها دریافتند که در اثر ویسکوزیته بیش از حد در حین فرآیند همزدن و انجماد، هوا نتوانسته به طور مناسب وارد بافت بستنی گردد و در نتیجه اورران آن کاهش یافته است.



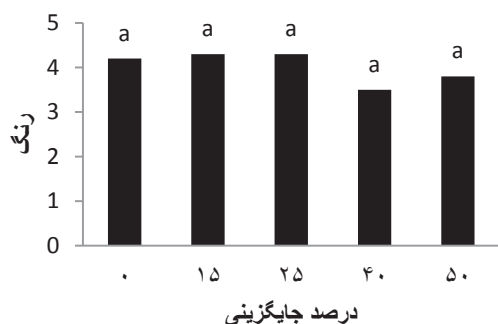
شکل ۱- مقایسه pH نمونه‌های مختلف بستنی

میزان حجم‌افزایی یا اورران: مقدار اورران در نمونه‌های مختلف بستنی، با افزایش میزان شیرین کننده استویا افزایش یافت. به طوری که کمترین میزان اورران مربوط به نمونه شاهد بوده (۲۴ درصد افزایش حجم) و بیشترین مقدار آن نیز مربوط به سطح جایگزینی ۴۰ و ۵۰ درصد شکر توسط استویا در دو نمونه استویا ۴۰ و استویا ۵۰ بوده است. ویسکوزیته، یکی از مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بر اورران بستنی می‌باشد. افزایش ویسکوزیته ممکن است سبب شود که پره‌های دستگاه بستنی‌ساز به خوبی کار نکرده و

جدول ۲- ویژگی‌های حجم‌افزایی نمونه‌های مختلف بستنی وانیلی

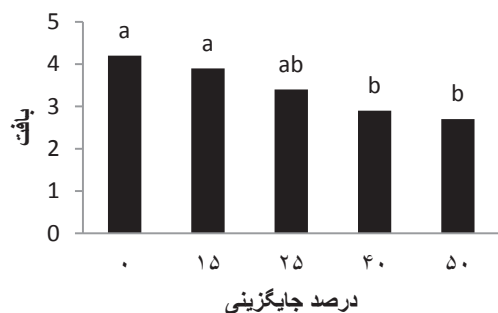
تیمار	درصد جایگزینی شکر توسط استویا (وزنی/وزنی)	میزان حجم‌افزایی (درصد)
شاهد	۰	۲۴±۳ ^c
استویا ۱۵	۱۵	۳۱/۳±۲/۳ ^b
استویا ۲۵	۲۵	۳۳/۶۶±۲/۰۸ ^b
استویا ۴۰	۴۰	۳۸/۳۳±۲/۵۱ ^a
استویا ۵۰	۵۰	۳۹/۶۶±۲/۸۸ ^a

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر با حرف فوقانی مشابه، اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند ($p > 0.05$)



شکل ۳- شاخص رنگ نمونه‌های بستنی

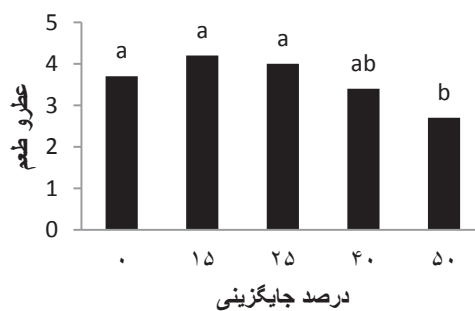
بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا بر بافت بستنی (شکل ۴) حاکی از آن است که جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا اثر معناداری بر بافت بستنی داشت ($P < 0/05$). به طوری که نمونه شاهد، نمونه حاوی ۱۵ درصد جایگزین شکر (استویا ۱۵) و سپس نمونه حاوی ۲۵ درصد جایگزین شکر (استویا ۲۵) بیشترین پذیرش بافت را دارا بودند و دو نمونه حاوی ۴۰ و ۵۰ درصد جایگزین شکر (استویا ۴۰ و استویا ۵۰)، بافت نامطلوب‌تری را نشان دادند. در واقع افزایش زیاد غلظت استویا می‌تواند موجب افت کیفیت بافت در بستنی گردد که ویژگی مناسبی نیست.



شکل ۴- شاخص بافت نمونه‌های بستنی

ارزیابی ویژگی‌های حسی

طعم: ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر به وسیله شیرین کننده استویا در شکل (۲) نشان داد که استفاده از این شیرین کننده اثر معناداری بر طعم نمونه‌های بستنی داشته است. به طوری که بهترین نمونه‌ها از نظر طعم، با سطح جایگزینی ۱۵ و ۲۵ درصد و سپس ۴۰ درصد استویا در سه نمونه استویا ۱۵، استویا ۲۵ و استویا ۴۰ بوده است که تفاوت معناداری با نمونه شاهد نداشتند ($P > 0/05$). نمونه حاوی بیشترین درصد شیرین کننده استویا (سطح جایگزینی ۵۰ درصد) کمترین امتیاز طعم را به خود اختصاص داد. ارزیابان حسی شیرینی که تا ۲۵ درصد جایگزینی توسط استویا ایجاد شده بود را مطلوب‌تر می‌دانستند.

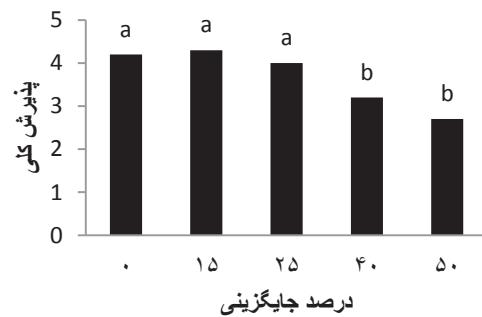


شکل ۲- شاخص طعم نمونه‌های بستنی

رنگ: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر با شیرین کننده استویا بر رنگ در شکل (۳) نشان داد که اختلاف معناداری بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی استویا، مشاهده نشد ($P > 0/05$). این امر ناشی از آن است که تا این حد جایگزینی استویا، تاثیری در رنگ نمونه نداشته است.

توصیفی و یافتن عوامل اصلی و بررسی رابطه بین عوامل اصلی و پذیرش کلی در شکلات شیری استفاده کرد. کیلکست و کگل (۲۰۰۲) نیز با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، روابط بین پارامترهای حسی و فیزیکی را در موس شکلات مورد مطالعه قرار داد. همچنین میرعرب رضی و همکاران (۱۳۹۳)، همبستگی بین پارامترهای حسی موس شکلات را با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین نمودند. طبق نتایج به دست آمده پذیرش کلی نمونه‌های بستنی، همبستگی بالا و رابطه مستقیم با اورران و سایر پارامترهای حسی داشت اما رابطه آن با نقطه ذوب اولین قطره، رابطه‌ای معکوس با ضریب همبستگی بالا بوده است. پروبولا و زاندر (۲۰۰۷) نیز از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی برای ارتباط ویژگی‌های بافتی دو نوع گوشت استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که این تکنیک می‌تواند کاربرد صنعتی داشته باشد. همچنین خلیلیان و همکاران (۱۳۹۰) به منظور بررسی ویژگی‌های حسی و روابط پنهان بین آنها در پوره طالبی از روش تحلیل مؤلفه اصلی استفاده کردند و نتایج نشان داد که از میان ۱۶ صفت حسی تعریف شده برای ارزیابی حسی پاستیل طالبی، شدت رنگ، طعم، سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها مهمترین و مؤثرترین پارامترها بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی بودند.

پذیرش کلی: آنالیز امتیازات پذیرش کلی نمونه‌ها بیانگر آن بود که نمونه‌هایی که در آن از شیرین کننده استویا به میزان ۱۵ و ۲۵ درصد جایگزین شکر استفاده شده، نسبت به نمونه شاهد اختلاف معناداری نداشتند ($P > 0/05$). در واقع استفاده از استویا تا سطح جایگزینی ۲۵ درصد، می‌تواند در بهبود کیفیت بستنی موثر باشد اما مقادیر بیشتر آن (۴۰ و ۵۰ درصد) سبب کاهش پذیرش کلی توسط مصرف کننده می‌گردد. البته افت امتیاز در شاخص‌های طعم و بافت دو نمونه استویا ۴۰ و استویا ۵۰ می‌تواند تاثیر به سزایی بر کاهش پذیرش کلی توسط ارزیاب‌ها داشته باشد (شکل ۵).



شکل ۵- شاخص پذیرش کلی نمونه‌های بستنی

تجزیه مولفه‌های اصلی: همان طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود بالا بودن ضریب همبستگی بین دو پارامتر بیانگر بالا بودن ارتباط بین دو پارامتر می‌باشد. یگانه‌زاد (۱۳۹۱) از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای آنالیز پارامترهای حسی-

جدول ۳- میزان همبستگی پارامترهای مورد بررسی

اورران	نقطه ذوب	طعم	رنگ	بافت	پذیرش کلی
اورران	۱	۰/۸۵۶	۰/۶۴۴	۰/۹۴۷	۰/۹۵۲
نقطه ذوب	-۰/۹۳۴	۱	-۰/۸۳۲	-۰/۹۴۱	-۰/۹۷۶
طعم	-۰/۸۵۸	۱	۰/۷۱۷	۰/۷۴۱	۰/۹۳۳
رنگ	-۰/۸۳۲	۰/۷۱۷	۱	۰/۷۶۸	۰/۸۲۶
بافت	-۰/۹۴۱	۰/۷۴۱	۰/۷۶۸	۱	۰/۹۲۸
پذیرش کلی	-۰/۹۷۶	۰/۹۳۳	۰/۸۲۶	۰/۹۲۸	۱

نتیجه گیری

این تحقیق، افزودن شیرین کننده استویا تا سطح جایگزینی ۲۵ درصد با شکر می تواند مقدار مناسبی باشد؛ زیرا ضمن حفظ کیفیت طعم و بافت در بستنی، از نظر پذیرش کلی نیز اختلاف معناداری با نمونه شاهد نداشته و سبب حفظ کیفیت مناسب محصول گردید.

پژوهش های روزافزونی جهت یافتن جایگزین مناسب شکر (به دلیل ارتباط با برخی مشکلات سلامت و مسائل اقتصادی - تکنولوژیکی) با سایر شیرین کننده ها در دست انجام است. بر اساس نتایج ارزیابی های حسی و فیزیکوشیمیایی

منابع

- بهرام پرور، م.، حداد خداپرست، م. ح. و محمدامینی، ا. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت خامه ای. *پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۴، شماره ۱، ۴۷-۳۷.
- فرجی کفشگری، س.، فلاح شجاعی، م. و اکبریان میمند، م. ح. ۱۳۹۳. تاثیر جایگزینی شکر با شیره انگور بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی وانیلی. *علوم و فناوری های نوین غذایی*، دوره ۲، شماره ۶، ۸۵-۹۳.
- گوهری اردبیلی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و حداد خداپرست، م. ح. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی های فیزیکی و حسی بستنی نرم. *پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۱، شماره ۲، ۳۲-۲۳.
- میرعرب رضی، س.، محبی، م.، حداد خداپرست، م. ح. و کوچکی، آ. ۱۳۹۳. مقایسه برخی ویژگی های حسی، فیزیکی و بافتی دسر شکلاتی حاوی مقادیر مختلف پروتئین های آلبومین، سدیم کازئینات و کنسانتره آب پنیر. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، جلد ۳، شماره ۴، ۳۷۵-۳۸۸.

۵. یگانه‌زاد، س. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی فرمولاسیون و تولید شکلات شیری پروبیوتیک غنی شده با پروتئین سویا. پایان نامه دکتری صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۶. یوسفی اصلی، م.، گلی، س. ا. ح. و کدیور، م. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی تولید مربای کم کالری "به" با استفاده از شیرین‌کننده مصنوعی استویا. پژوهش‌های صنایع غذایی، دوره ۲۲، شماره ۲، ۱۶۴-۱۵۵.
7. Abd El-Rahman, A.M., Madkor, S.A.S., Ibrahim, F.S. and Kilara, A. 1997. Physical characteristics of frozen desserts made with cream anhydrous milk fat or milk fat fractions. *Dairy Science*, 80: 1926-1935.
8. Akalân, A.S., Karagözlü, C. and Üna, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227: 889-895.
9. Akalin, A.S. and Erisir, D. 2008. Effect of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low fat probiotic ice cream. *Food Science*, 73: 184-188.
10. Alizadeh, M., Lalabadi, M.A. and Kheiroufris, S. 2014a. Impact of using stevia on physicochemical sensory rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 5(4): 390-396.
11. Celuse, I., Brijs, K. and Delcour, A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability. *Cereal Science*, 44(2): 203-211.
12. Chang, S.S. and Cook, J.M. 1983. Stability studies of stevioside and rebaudioside A in carbonated beverages. *Agricultural and Food Chemistry*, 31: 409-412.
13. Foulkes, P.H. 1977. Replacement of sugar in sugar-containing food and process. U. S. Patent 4,655,676.
14. Hasan, T. and Ahmet, F.Y. 2010. Effect of pekmez addition on the physical, chemical, and sensory properties of ice cream. *Food Science*, 28(6): 538-546.
15. Hegenbart, S. 1996. Sweetener Shake-out. Weeks Publishing Company, Northbrook.
16. Ismail, E.A., Al-Saleh, A.A. and Metwalli, A.A.M. 2013. Effect of inulin supplementation on rheological properties of low-fat ice cream. *Life Science*, 10(3): 1742-1750.
17. Jones, B.L. 2005. Endoprotease of barley and malt. *Cereal Science*, 42: 139-156.
18. Karaca, O.B., Guven, M., Yasar, K., Kaya, S. and Kahyaoglu, T. 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *Dairy Technology*, 62(1): 93-99.
19. Kilcast, D. and Clegg, S. 2002. Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*, 13: 609-623.
20. Lowe, D.P., Ulmer, H.M., Sinderene, D. V. and Arendt, E.K. 2004. Application of biological acidification to improve the quality and process ability of wort produced from 50% raw barley. *Institute of Brewing*, 110(2): 133-140.
21. Probola, G. and Zander, L. 2007. Application of PCA method for characterisation of textural properties of selected ready-to-eat meat products. *Food Engineering*, 83: 93-98.
22. Renwick, A.G. 2008. The use of a sweetener substitution method to predict dietary exposures for the intense sweetener rebaudioside A. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 61-69.
23. Singh, S.D. and Rao, G.P. 2007. The herbal sugar of 21st century. *Sugar Technology*, 7: 17-24.
24. Spector, S.E. and Setser, C.S. 1994. Sensory and physical properties of a reduced calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes. *Dairy Science*, 77(3): 708-717.

Study the effect of sugar substitution with stevia on physical and sensory properties of ice-cream

D. Dezaeipour¹, S. Salmanpour², N. Naeimian², *A.A. Dehpour³

¹ MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Sari Branch, ² Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Sari Branch, ³ Assistant Professor, Department of Biology, Islamic Azad University, Qaemshahr Branch.

Received: 25-12-2016; Accepted: 30-1-2017

Abstract

In the present research, substitution of sugar with stevia and effect on physical and sensory properties of ice-cream was studied at five levels (0, 15, 25, 40 and 50 percent). Several parameters including pH, melting time of first drop, overrun and sensory characteristics were evaluated. On the other hand, relationship between different parameters was determined using principal component analysis. Results show that by increasing the amount of stevia, melting time of first drop increased. Also replacement of stevia had no significant effect on pH. Overrun was increased when stevia replacement increased. Maximum overrun was at 40 and 50 percent replacement. Results of the sensory analysis showed that the minimum acceptance was at 50 percent of replacement. Color was not affected significantly. While the texture of the samples with 40 and 50% replacement had minimum acceptance. Total acceptance was higher for samples with 25 percent of replacement. Result of principal component analysis showed total acceptance had positive and high correlation with other sensory parameters and overrun but extremely inverse correlation with melting time of first drop.

Keywords: Stevia, Ice- Cream, Sugar replacement, Overrun, Principal component analysis