

بررسی تاثیر جایگزینی شکر با عصاره مالت بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی

*سعید میرعرب رضی^۱، امیر طاهریان^۲، میلاد تیموری^۲، علی معتمدزادگان^۳، حدیثه باقری^۴

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع
طبیعی گرگان، ^۳ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری
*مسئول مکاتبه: saeed.mirarab86@yahoo.com

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی امکان جایگزینی شکر با عصاره مالت و تاثیر آن بر ویژگی‌های حسی و فیزیکی بستنی بوده است. عصاره مالت در سطوح ۰، ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۵۰ درصد به عنوان جایگزین شکر استفاده شد و پارامترهای pH، اسیدیته، شدت ذوب، زمان ذوب اولین قطره، افزایش حجم (اورران)، ویسکوزیته، رنگ و ویژگی‌های حسی محصول مورد بررسی قرار گرفت. ارتباط بین پارامترهای مختلف با روش تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) تعیین گردید. نتایج نشان داد که با افزایش میزان جایگزینی عصاره مالت، شدت ذوب نمونه‌ها، روشنایی، سفیدی محصول و pH کاهش یافت؛ در حالی که مقدار اسیدیته آنها افزایش پیدا کرد. همچنین مقدار افزایش حجم در نمونه‌های مختلف، با افزایش میزان عصاره مالت تا سطح ۴۰ درصد جایگزینی عصاره مالت، افزایش یافته و ویسکوزیته مخلوط نیز با افزایش سطوح جایگزینی، زیاد شد. بدین صورت که نمونه شاهد کمترین میزان ویسکوزیته (۲۰۶۷۸ سانتی پواز) و نمونه حاوی عصاره مالت با جایگزینی ۵۰ درصد شکر، بیشترین ویسکوزیته (۵۸۳ سانتی پواز) را دارا بود. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نیز نشان داد بهترین نمونه از نظر طعم، حاوی سطح جایگزینی ۲۵ درصد بود؛ در حالی که رنگ و بافت نمونه شاهد و نمونه با سطح جایگزینی ۱۵ درصد عصاره مالت، امتیاز بالاتری داشتند. نتایج پارامتر پذیرش کلی نشان داد نمونه‌هایی که در آنها از عصاره مالت تا سطح جایگزینی ۲۵ درصد استفاده شد، نسبت به نمونه‌هایی که دارای میزان عصاره مالت بیشتری بودند، از پذیرش کلی بالاتری برخوردار شدند. در مجموع، نتایج PCA نشان داد که پذیرش کلی با رنگ، طعم و بافت، ارتباط مستقیم و مثبت دارد.

واژگان کلیدی: بستنی، جایگزین شکر، عصاره مالت، افزایش حجم، تجزیه مولفه‌های اصلی

مقدمه

بستنی سیستمی است که در آن گلبول‌های چربی، حباب‌های هوا و بلورهای یخ در فاز سرمی متشکل از پروتئین و پلی‌ساکارید پخش شده‌اند. گلبول‌های چربی، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و

شکر نقش مهمی در فرمولاسیون بستنی ایفا می-کنند (کاراکا و همکاران، ۲۰۰۹). از آن جا که ساکارز، به عنوان تنها شیرین کننده بستنی، سالیان زیادی مورد استفاده قرار گرفته است، از آن به عنوان مبنای جهت مقایسه اثر شیرین کنندگی سایر قندها استفاده می شود. اصلی ترین نقش قندها در افزایش مطلوبیت محصول، مربوط به نقش شیرین کنندگی آن ها، بهبود خصوصیت خامه ای و کمک به بارز شدن عطر و طعم میوه ای می باشد. شیرین کننده ها، ویسکوزیته و میزان مواد جامد کل در مخلوط بستنی را افزایش داده و موجب بهبود قوام و بافت آن می گردند. از سوی دیگر، شیرین کننده های محلول باعث کاهش نقطه انجماد و نیز کاهش میزان افزایش حجم مخلوط می شوند. همچنین این ترکیبات موجب نرم تر شدن بافت و افزایش سرعت ذوب شدن بستنی می گردند. 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، ویژگی های عملکردی فراوانی مانند، اثر حجیم کنندگی، تثبیت آب (مؤثر در زمان ماندگاری) و کنترل نقطه انجماد را نیز دارا می باشد. با تمام فوایدی که ساکارز به عنوان یک شیرین کننده طبیعی با ویژگی های عملکردی ممتاز دارد، می تواند موجب بروز مشکلات مربوط به بهینه سازی هنگام جایگزینی شکر، از قبیل اثر نامطلوب بر طعم، ویژگی های فیزیکی محصول، استقبال مصرف کننده و محدودیت های قانونی گردد

(اسپکتر و همکاران، ۱۹۹۴؛ هگنبارت، ۱۹۹۶). به دلیل ارتباط ساکاروز با برخی مشکلات سلامت نظیر فشار خون، بیماری های قلبی، فساد دندان، چاقی، افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به ویژه برای دیابتی ها مضر است و همچنین به علت مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی، پژوهش های روزافزونی جهت یافتن جایگزین مناسب شکر با سایر شیرین کننده ها در دست انجام است (فولکس، ۱۹۷۷). عصاره مالت حاصل از غلات، دارای خواص تغذیه ای بسیار مطلوبی است که می توان از این محصول با ارزش، در مواد غذایی مختلف استفاده کرد. این ماده به رنگ تیره، با چگالی ۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب، بو و طعم مطلوب مالت، شیرین مزه، دارای قدرت دیاستیک، سرشار از قندهای قابل تخمیر با قابلیت تجزیه و جذب سریع، عطر و طعم و قدرت طعم دهندگی و نیز ارزش تغذیه ای بالا، موارد استفاده زیادی در صنایع غذایی و سایر صنایع دارد. مالت حاصل از غلات مختلف، در صنایع غذایی مانند نوشابه سازی، محصولات نانوائی، غذای کودک، سرکه مالت، عصاره مالت، بیسکویت سازی و همچنین به عنوان افزودنی (شیرین کننده، طعم دهنده و رنگ دهنده) مورد استفاده قرار می گیرد (کشیری و همکاران، ۱۳۸۷). عصاره مالت ماده ای تیره رنگ است که علت تیرگی آن ناشی از اسیدهای آمینه و قندهای آزاد شده در محیط، حین فرایند مالت سازی می باشد و هر چه مقدار این ترکیبات افزایش یابد، شدت رنگ عصاره نیز افزایش می یابد (بریج، ۱۹۹۸).

استفاده از همزن خانگی (گوسونیک، ترکیه) مخلوط گردید. مخلوط آماده در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه پاستوریزه و بلافاصله با مخلوط آب و یخ، دمای آن به ۵ درجه سانتیگراد رسید (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۴). جهت رسانیدن بستنی، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یخچال ۴ درجه سانتیگراد (بوش، آلمان) نگهداری گردیدند. بعد از دوره رسانیدن، مقدار مورد نیاز از مخلوط برای انجام آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کنار گذاشته شد و باقی مخلوط بستنی در دستگاه بستنی‌ساز غیرمداوم به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. نمونه‌های بستنی تولیدی، در ظروف پلاستیکی ۵۰ گرمی بسته‌بندی گردید و برای طی دوره سخت شدن، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد (بوش، آلمان) قرار داده شدند. اولین فرمول، بدون اضافه کردن عصاره مالت به عنوان نمونه شاهد تولید گردید. سپس با توجه به محاسبات انجام شده عمل جایگزینی شکر با عصاره مالت در چهار سطح ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۵۰ درصد صورت پذیرفت.

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

اندازه‌گیری pH: pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای این کار از مخلوط بستنی استفاده گردید (حسن و احمت، ۲۰۱۰).

تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)^۱ یک روش اختیاری چند متغیری است که یک ابزار مناسب جهت ارزیابی داده‌ها به شمار می‌رود. آنالیز اجزای اصلی می‌تواند برای پیدا کردن سیگنال‌ها در اطلاعات نویزدار نیز به کار رود. محققان زیادی از این روش برای ارزیابی داده‌های حسی استفاده نمودند. در حقیقت، این روش برای حذف همبستگی در بین تعداد زیادی از متغیرها بوده و این تبدیل بهینه باعث کاهش بعد یا به عبارتی فشرده‌سازی می‌شود که خطای میانگین مربعات حاصل از فشرده‌سازی را کمینه می‌کند (الفونه و همکاران، ۱۳۹۵). هدف از انجام این پژوهش، بررسی امکان جایگزینی شکر با عصاره مالت و تاثیر آن بر ویژگی‌های حسی و فیزیکی بستنی بوده است که ارتباط بین پارامترهای مختلف به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها: فرمولاسیون بستنی شامل پودر شیر پس چرخ (پگاه، ایران) ۱۲ درصد، خامه (۳۰ درصد چربی، پگاه گرگان، ایران) به میزان ۸ درصد، پایدار کننده (ثعلب) ۰/۶ درصد (فروشگاه محلی، ایران)، شکر (فریمان، ایران) ۱۶ درصد و عصاره مالت (بهنوش، ایران) که در سطح ۰، ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۵۰ درصد جایگزین شکر، به شیر (۱ درصد چربی، پگاه گرگان، ایران) اضافه شد و با

۱- Principal component analysis

اندازه‌گیری اسیدیته: مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه‌ها با معرف فنل فتالین و سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیترا شدند و نتایج برحسب درجه دورنیک گزارش گردید (حسن و احم، ۲۰۱۰).

(۱) میلی‌لیتر مصرفی سود $10 \times$ اسیدیته (درجه دورنیک)

اندازه‌گیری اورران^۲ (حجم‌افزایی): در ارزیابی میزان اورران نمونه‌ها از ظرفی با حجم مشخص استفاده شد. پس از انجماد محصول در بستنی-ساز، از مخلوط نمونه‌گیری صورت گرفت. آنگاه نمونه مورد نظر توزین گردید و افزایش حجم از طریق رابطه (۲) برحسب درصد محاسبه شد (بهرام‌پرور و همکاران، ۱۳۸۷).

$$(2) \quad \frac{\text{وزن نمونه بعد از انجماد} - \text{وزن نمونه قبل از انجماد}}{\text{وزن نمونه بعد از انجماد}} \times 100$$

رنگ‌سنجی: برای رنگ‌سنجی نمونه‌های بستنی از دستگاه رنگ‌سنج لاویباند (مدل RTC10، انگلیس) استفاده گردید (آکالین و همکاران، ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری ویسکوزیته: ویسکوزیته مخلوط بستنی، قبل از انجماد و پس از مرحله رسانیدن، توسط دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (مدل DV-II، آمریکا) در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. حجم ظرف مورد استفاده ۲۵۰ میلی‌لیتر بود و کنترل دما به کمک مخلوط آب و یخ انجام

گرفت. بعد از آزمایشات مقدماتی، اسپیندل شماره ۶ به عنوان مناسب‌ترین اسپیندل انتخاب گردید (فرجی و همکاران، ۱۳۹۳).

ارزیابی حسی: جهت انجام آزمون حسی از ۱۰ ارزیاب حسی نیمه ماهر استفاده شد و پارامترهای طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی مورد بررسی قرار گرفت. روش مورد استفاده در آزمون، هدونیک ۵ نقطه‌ای بود که به نمونه عالی، امتیاز ۵ به نمونه عالی و امتیاز ۱ به نمونه خیلی بد تعلق داشت.

تجزیه و تحلیل آماری: پارامترهای مورد بررسی، به صورت طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) در سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده گردید.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری شدت ذوب و زمان ذوب اولین قطره: شدت ذوب نمونه‌های بستنی از نظر نسبت‌های متفاوت عصاره مالت با یکدیگر مقایسه گردید.

یکی از مهمترین خصوصیات فیزیکی یک بستنی مرغوب، دیر ذوب شدن آن می‌باشد. از این رو طبق جدول (۱)، با افزایش میزان عصاره مالت، شدت ذوب نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/05$). عصاره مالت به دلیل داشتن ترکیبات جاذبه‌الرطوبه، ویسکوز و مواد قندی مختلف، دارای قدرت جذب آب بالایی است و این امر سبب می‌شود که هر چقدر نسبت آن در

جذب آب بالا دانستند. در مورد زمان ذوب اولین قطره بستنی نیز باید ذکر کرد که بر طبق تفاسیر مذکور، به علت وجود ترکیبات جاذبه‌الرطوبه، ویسکوز و مواد قندی مختلف در عصاره مالت که سبب کاهش سرعت ذوب بستنی می‌گردد، زمان ذوب اولین قطره بستنی نیز با افزایش درصد جایگزینی عصاره مالت با شکر، افزایش یافته است (جدول ۲) ($P < 0.05$).

فرمولاسیون بستنی بیشتر گردد، شدت جذب آب محصول نیز افزایش یافته و خاصیت ژله‌ای بیشتری ایجاد کند. در نتیجه با افزایش مقدار آن، شدت ذوب نمونه‌ها کاهش یابد. فرجی و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند که با افزایش درصد جایگزینی شکر با شیره انگور در بستنی، شدت ذوب نمونه‌ها کاهش یافت. آن‌ها علت این امر را ناشی از وجود ترکیبات پلی‌ساکاریدی با قدرت

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (شدت ذوب) نمونه‌های بستنی

تیمار	درصد مالت (وزنی/وزنی)	شدت ذوب (درصد)
شاهد	۰	۵۶/۷۹±۰/۵ ^b
مالت ۱	۱۵	۵۷/۵۰±۰/۵ ^a
مالت ۲	۲۵	۵۱/۳۳±۱/۰ ^c
مالت ۳	۴۰	۴۳/۷۲±۰/۵ ^d
مالت ۴	۵۰	۳۷/۰۵±۰/۰ ^e

اعداد (انحراف معیار ± میانگین) دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P > 0.05$)

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (زمان ذوب اولین قطره) نمونه‌های بستنی

تیمار	درصد مالت (وزنی/وزنی)	زمان ذوب اولین قطره (دقیقه)
شاهد	۰	۱۲/۳±۰/۲ ^d
مالت ۱	۱۵	۱۳/۰۹±۰/۰۸ ^c
مالت ۲	۲۵	۱۲/۱۳±۰/۱۱ ^d
مالت ۳	۴۰	۱۴/۱±۰/۱ ^b
مالت ۴	۵۰	۱۵/۰۳±۰/۰۳ ^a

اعداد (انحراف معیار ± میانگین) دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P > 0.05$)

مقدار pH نمونه‌های بستنی نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). این پدیده ناشی از پایین

اسیدیته و pH طبق جدول (۳) با افزایش میزان جایگزینی عصاره مالت در فرمولاسیون بستنی،

نمونه‌ها نیز با افزایش جایگزینی عصاره مالت با شکر، به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). علت آن، خاصیت اسیدی عصاره مالت است و هر چه درصد جایگزینی آن افزایش یابد، اسیدیته فرمول نیز بیشتر می‌گردد (گلوریا و نکا، ۲۰۱۰).

بودن pH عصاره مالت (۶/۴ - ۴/۴) بوده (گلوریا و نکا، ۲۰۱۰) که توانسته بر pH تیمارهای بستنی تاثیر گذارد؛ از این رو هر چه درصد جایگزینی عصاره مالت بیشتر شد، pH محصول به سطح پایین‌تری رسید. طبق جدول (۴) مقدار اسیدیته

جدول ۳- مقایسه pH نمونه‌های بستنی

pH	درصد مالت (وزنی/وزنی)	تیمار
۶/۵۸±۰/۰۰۵ ^a	۰	شاهد
۶/۵۰±۰/۰۱۵ ^b	۱۵	مالت ۱
۶/۴۵±۰/۰۴۰ ^{bc}	۲۵	مالت ۲
۶/۳۶±۰/۰۶۰ ^c	۴۰	مالت ۳
۶/۳۱±۰/۰۱۵ ^d	۵۰	مالت ۴

اعداد (انحراف معیار ± میانگین) دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P > 0.05$)

جدول ۴- مقایسه اسیدیته نمونه‌های بستنی

اسیدیته (درجه دورنیک)	درصد مالت (وزنی/وزنی)	تیمار
۱۹±۰/۵ ^c	۰	شاهد
۲۲±۰/۵ ^{bc}	۱۵	مالت ۱
۲۴±۱/۰ ^{cb}	۲۵	مالت ۲
۲۵±۰/۵ ^{ab}	۴۰	مالت ۳
۲۷±۰/۰ ^a	۵۰	مالت ۴

اعداد (انحراف معیار ± میانگین) دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P > 0.05$)

طی مخلوط کردن در دستگاه بستنی‌ساز در خود حفظ کند اما بیشتر از این مقدار (۴۰ درصد جایگزینی عصاره مالت)، موجب کاهش میزان اورران گردید که ناشی از بالا رفتن ویسکوزیته فرمول بستنی در سطح جایگزینی ۵۰ درصد عصاره مالت می‌باشد. این افزایش بیش از حد

اورران (حجم‌افزایی): مقدار اورران در نمونه‌های مختلف، با افزایش میزان عصاره مالت تا سطح ۴۰ درصد جایگزینی افزایش یافت که دلیل آن به ماهیت عصاره مالت و ویسکوز بودن آن برمی‌گردد (جدول ۵). در واقع عصاره مالت سبب می‌شود بستنی مقدار بیشتری از حباب‌های هوا را

اورران داشته 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 کاهش یافته است. همچنین میلانی و همکاران (۱۳۹۰) دریافتند که جایگزینی گوار و عسل خرما در بستنی ماستی منجر به افزایش ویسکوزیته و اورران نمونه‌ها می‌گردد.

ویسکوزیته سبب می‌شود که پره‌های دستگاه بستنی‌ساز به خوبی کار نکرده و در نتیجه مقدار هوای کمتری با آن مخلوط شود و اورران آن کاهش یابد. گوهری و همکاران (۱۳۸۴) دریافتند که جایگزینی شکر با شیر خرما تا سطح ۵۰ درصد سبب افزایش معنی‌دار در اورران نمونه‌های بستنی گردید اما در سطوح بالاتر جایگزینی که ویسکوزیته افزایش یافت، این افزایش اثر منفی بر

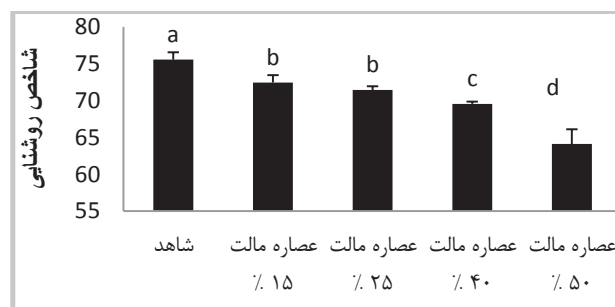
جدول ۵- ویژگی‌های حجم‌افزایی نمونه‌های بستنی

تیمار	درصد (وزنی/وزنی)	حجم‌افزایی (درصد)
شاهد	۰	۴۱/۷۵±۰/۰۵ ^e
مالت ۱	۱۵	۵۱/۱۳±۰/۰۳ ^c
مالت ۲	۲۵	۵۱/۴۱±۰/۱۰ ^b
مالت ۳	۴۰	۵۳/۸۶±۰/۰۶ ^a
مالت ۴	۵۰	۴۸/۲۱±۰/۰۶ ^d

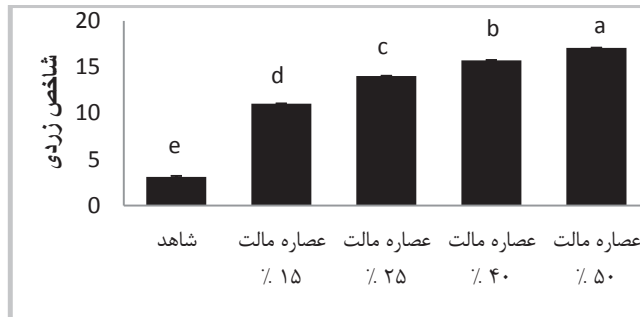
اعداد (انحراف معیار ± میانگین) دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P>0.05)

نمونه شاهد و سایر نمونه‌ها به وجود آمد (P<۰/۰۵) که دلیل این امر نیز رنگ تیره عصاره مالت است. به طوری که هر چه درصد جایگزینی آن افزایش یافت، شدت روشنی و سفیدی محصول نیز کاهش پیدا کرد.

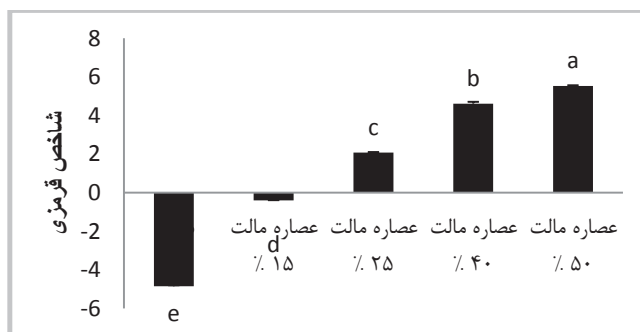
ویژگی‌های رنگی نمونه‌های بستنی: همانطور که در شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) نشان داده شده است، با افزایش درصد جایگزینی عصاره مالت در فرمولاسیون بستنی‌های تولیدی، اختلاف معنی‌داری در میزان شاخص‌های رنگ‌سنجی بین



شکل ۱- میزان شاخص روشنایی در نمونه‌های بستنی



شکل ۲- میزان شاخص زردی در نمونه‌های بستنی



شکل ۳- میزان شاخص قرمزی در نمونه‌های بستنی

مختلف در آن و تمایل به جذب آب آن‌ها از طریق برقراری پیوندهای هیدروژنی نسبت داد. فرجی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که با افزایش جایگزینی شیره انگور به عنوان جایگزین شکر، ویسکوزیته بستنی افزایش یافت. داوودی-زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز اعلام نمودند که با افزایش درصد جایگزینی توسط عسل خرما، ویسکوزیته بستنی افزایش داشته است.

ویسکوزیته: همان طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود با افزایش میزان جایگزینی عصاره مالت، ویسکوزیته مخلوط افزایش یافته است. نمونه شاهد، کمترین (۲۰۶/۷۸ سانتی‌پواز) و نمونه حاوی عصاره مالت به عنوان جایگزین ۵۰ درصد شکر، بیشترین میزان ویسکوزیته (۵۸۳ سانتی-پواز) را دارا بودند. افزایش ویسکوزیته در اثر افزودن عصاره مالت را می‌توان به وجود قندهای

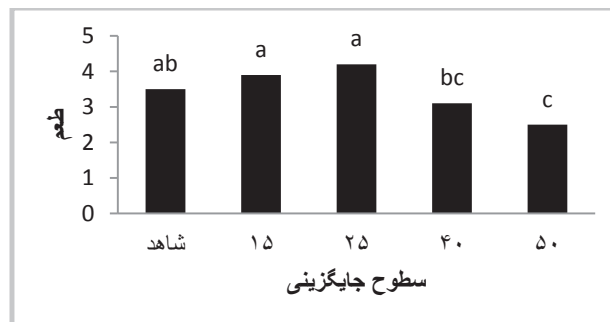


شکل ۴- شاخص ویسکوزیته در غلظت‌های مختلف جایگزینی توسط عصاره مالت

طعم نمونه‌های بستنی داشته ($P < 0.05$) و بهترین نمونه از نظر طعم، بستنی حاوی سطح جایگزینی ۲۵ درصد بود که بیش‌ترین امتیاز طعم را به خود اختصاص داد و نمونه حاوی عصاره مالت در سطح جایگزینی ۵۰ درصد نیز کم‌ترین امتیاز را در فاکتور طعم کسب نموده است.

تاثیر جایگزینی عصاره مالت بر ویژگی‌های حسی

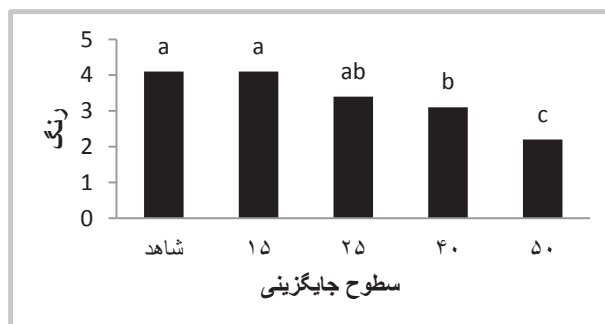
طعم: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر طعم نمونه‌ها در شکل (۵) نشان داده شد. نتایج آنالیز آماری داده‌ها حاکی از آن است که استفاده از عصاره مالت اثر معنی‌داری بر



شکل ۵- شاخص طعم نمونه‌های بستنی در غلظت‌های مختلف جایگزینی توسط عصاره مالت

عصاره مالت، از میزان پذیرش رنگ نمونه‌ها کاسته شد. در واقع تضاد زیاد بین رنگ سفید بستنی و رنگ تیره عصاره مالت سبب گردید که افزایش غلظت عصاره مالت منجر به کاهش مطلوبیت رنگ نمونه‌های بستنی شود (شکل ۶).

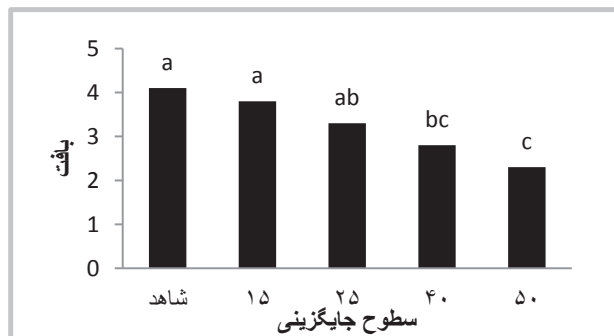
رنگ: ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر با عصاره مالت بر رنگ نمونه‌ها نشان داد که نمونه شاهد و نمونه حاوی سطح جایگزینی ۱۵ درصد عصاره مالت، نسبت به دیگر تیمارها، امتیاز رنگ بالاتری کسب نمودند اما با افزایش سطح جایگزینی



شکل ۶- شاخص رنگ نمونه‌های بستنی در غلظت‌های مختلف جایگزینی توسط عصاره مالت

بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر بافت بستنی، در شکل (۷) نشان داده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس امتیاز بافت، جایگزینی شکر با عصاره مالت اثر معنی داری بر بافت تیمارها داشته است.

بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر بافت بستنی، در شکل (۷) نشان داده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس امتیاز بافت، جایگزینی شکر با عصاره مالت اثر معنی داری بر بافت تیمارها داشته است.



شکل ۷- شاخص بافت نمونه‌های بستنی در غلظت‌های مختلف جایگزینی توسط عصاره مالت

بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر بافت بستنی، در شکل (۷) نشان داده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس امتیاز بافت، جایگزینی شکر با عصاره مالت اثر معنی داری بر بافت تیمارها داشته است.

بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر بافت بستنی، در شکل (۷) نشان داده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس امتیاز بافت، جایگزینی شکر با عصاره مالت اثر معنی داری بر بافت تیمارها داشته است.



شکل ۸- شاخص پذیرش کلی نمونه‌های بستنی در غلظت‌های مختلف جایگزینی توسط عصاره مالت

بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر بافت بستنی، در شکل (۷) نشان داده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس امتیاز بافت، جایگزینی شکر با عصاره مالت اثر معنی داری بر بافت تیمارها داشته است.

بافت: نتیجه ارزیابی تاثیر جایگزینی شکر توسط عصاره مالت بر بافت بستنی، در شکل (۷) نشان داده شد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس امتیاز بافت، جایگزینی شکر با عصاره مالت اثر معنی داری بر بافت تیمارها داشته است.

در نمودار، نشان دهنده ارتباط بیشتر پارامترها است. به عنوان مثال، پارامترهای پوشش دهانی، سرعت ذوب، شیرینی و نرمی رابطه نزدیکی با یکدیگر دارند. پروبولا و زاندر (۲۰۰۷) از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی برای ارتباط ویژگی‌های بافتی دو نوع گوشت استفاده نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که این تکنیک می‌تواند کاربرد صنعتی داشته باشد. خلیلیان و همکاران (۱۳۹۰) به منظور بررسی ویژگی‌های حسی و روابط پنهان بین آنها در پوره طالبی، از روش تحلیل مؤلفه اصلی استفاده کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که از میان ۱۶ صفت حسی تعریف شده برای ارزیابی حسی ژل مک طالبی، مهمترین و مؤثرترین آنها بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی، شدت رنگ، طعم، سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها بوده است.

جدول ۶- ضرایب دو مولفه اصلی بعد از چرخش

۳	۲	۱	
۰/۹۸۲	۰/۰۱۱	-۰/۱۹	اورران
۰/۲۰۴	-۰/۸۵۲	-۰/۴۷۸	سرعت ذوب
۰/۱۹۷	۰/۸۵۹	۰/۴۴۵	طعم
-۰/۱۱۲	۰/۴۲۷	۰/۸۹۶	رنگ
-۰/۳۱۸	۰/۴۵۵	۰/۸۲۷	بافت
-۰/۰۶۳	۰/۶۷۵	۰/۷۲۳	پذیرش کلی
۰/۳۰۸	-۰/۴۹	-۰/۸۱۵	ویسکوزیته

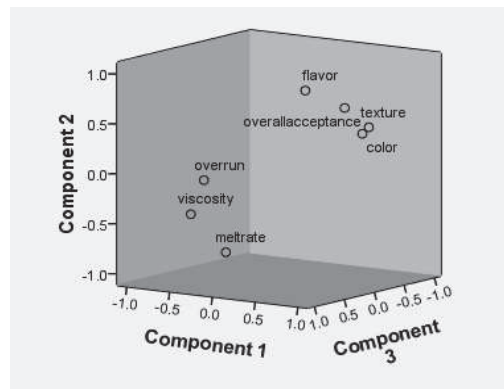
میزان قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، خصوصیات اندازه‌گیری شده، اهمیت بیشتری در ساختن جزء اصلی مورد نظر داشته است (یگانه-زاد، ۱۳۹۱). بنابراین بافت، رنگ، ویسکوزیته و پذیرش کلی مهمترین اجزای موثر در عامل اول، سرعت ذوب و طعم، مهمترین اجزا در عامل دوم و نیز اورران مهمترین جزء در عامل سوم می‌باشد. یگانه‌زاد (۱۳۹۱) از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای آنالیز پارامترهای حسی- توصیفی، یافتن عوامل اصلی و بررسی رابطه بین عوامل اصلی و پذیرش کلی در شکلات شیری استفاده کرد. کیلکاست و همکاران (۲۰۰۲) نیز با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، روابط بین پارامترهای حسی و فیزیکی را در موس شکلات^۱ بررسی کردند. همچنین میرعرب رضی و همکاران (۱۳۹۳)، همبستگی بین پارامترهای حسی موس شکلات را با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین نمودند.

در جدول (۷) میزان ارتباط پارامترهای حسی-توصیفی نشان داده شده است. بالا بودن ضریب همبستگی بین دو پارامتر بیانگر بالا بودن ارتباط بین دو پارامتر می‌باشد. سهم ویژگی‌های حسی-توصیفی اندازه‌گیری شده با روش PCA نیز در شکل (۹) قابل مشاهده می‌باشد. کوپوزلو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که نقاط نزدیک

^۱- Chocolate mousse

جدول ۷- میزان همبستگی پارامترهای مورد بررسی

اورران	سرعت ذوب	طعم	رنگ	بافت	پذیرش کلی	ویسکوزیته
اورران	۱	۰/۲۸۲	۰/۱۱۸	۰/۴۶۵	۰/۱۹۳	۰/۴۵۲
سرعت ذوب	۰/۲۸۲	۱	۰/۸۹۵	۰/۸۴۴	۰/۹۲۶	۰/۸۷۱
طعم	۰/۱۱۸	۰/۸۹۵	۱	۰/۷۵۲	۰/۷۱	۰/۷۲۳
رنگ	۰/۲۷۶	۰/۸۱۲	۰/۷۵۲	۱	۰/۹۵	۰/۹۴۷
بافت	۰/۴۶۵	۰/۸۴۴	۰/۷۱	۰/۹۷۶	۱	۰/۹۳۷
پذیرش کلی	۰/۱۹۳	۰/۹۲۶	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۳۷	۱
ویسکوزیته	۰/۴۵۲	۰/۸۷۱	۰/۷۲۳	۰/۹۴۷	۰/۹۳۷	۱



شکل ۹- سهم مقادیر ویژه در مولفه‌های اصلی

نتیجه‌گیری

با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالا، سطح بالای تولید عصاره مالت در ایران و همچنین خودکفایی کشور در تولید مقدار مورد نیاز این ماده، استفاده از آن در فرمولاسیون‌های غذایی مانند بستنی می‌تواند انتخاب مناسبی باشد و امکان مصرف آن را برای افرادی که از بیماری‌های سخت نظیر دیابت رنج می‌برند، فراهم سازد. ارزیابی‌های حسی و

فیزیکوشیمیایی انجام شده نشان داد که افزودن عصاره مالت در سطح جایگزینی ۲۵٪ با شکر می‌تواند مقدار مناسبی باشد؛ زیرا در این سطح از جایگزینی، افزایش اورران محسوسی در نمونه‌ها مشاهده شد و نیز تغییر رنگ ناشی از افزودن عصاره مالت به بستنی، قابل پذیرش بود. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نیز نشان دهنده همین مطلب می‌باشد.

منابع

۱. الغونه، ع.، محبی، م.، میرعرب، س. و خدایی، د. ۱۳۹۵. تاثیر ترکیبات فرمولاسیون بر خصوصیات حسی بستنی کم چرب با استفاده از روش سطح پاسخ و به کارگیری روش آنالیز اجزای اصلی برای مدل‌سازی پذیرش کلی. *علوم و صنایع غذایی*، دوره ۱۳، شماره ۵۳، ۱۴۸-۱۳۷.

۲. بهرام‌پرور، م.، حداد خداپرست، م. ح. و محمد امینی، ا. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت خامه‌ای. *پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۴، شماره ۱، ۴۷-۳۷.
۳. فرجی کفشگری، س.، فلاح شجاعی، م. و اکبریان میمند، م. ح. ۱۳۹۳. تاثیر جایگزینی شکر با شیره انگور بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی وانیلی. *علوم و فناوری‌های نوین غذایی*، دوره ۲، شماره ۶، ۹۳-۸۵.
۴. داوودی‌زاده، ن.، گوهری اردبیلی، ا.، مقاری، ع.، بقایی، ه. ۱۳۹۲. بررسی اثر جایگزینی شکر با عسل خرما بر ویژگی‌های فیزیکی بستنی کم چرب پری‌بیوتیک. سومین همایش ملی امنیت غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه. ایران.
۵. کشیری، م.، مقصدلو، ی.، کاشانی‌نژاد، م. و حسینی، س. ح. ۱۳۸۷. بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مالت تریتیکاله و جو. هجدمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. پژوهشکده علوم و صنایع غذایی ایران. مشهد. ایران.
۶. گوهری اردبیلی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و حداد خداپرست، م. ح. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی نرم. *پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۱، شماره ۲، ۳۲-۲۳.
۷. میرعرب رضی، س.، محبی، م.، حداد خداپرست، م. ح. و کوچکی، آ. ۱۳۹۳. مقایسه برخی ویژگی‌های حسی، فیزیکی و بافتی دسر شکلاتی حاوی مقادیر مختلف پروتئین‌های آلبومین، سدیم کازئینات و کنسانتره آب پنیر. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، دوره ۳، شماره ۴، ۳۸۸-۳۷۵.
۸. میلانی، ا.، بقایی، ه. و. و مرتضوی، س. ع. ۱۳۹۰. اثر جایگزینی عسل، خرما و گوار بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافت و ویسکوزیته دسر بستنی ماستی کم چرب پرتغالی. *پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۷، شماره ۲، ۱۲۰-۱۱۵.
۹. یگانه‌زاد، س. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی فرمولاسیون و تولید شکلات شیری پروبیوتیک غنی شده با پروتئین سویا. *پایان نامه دکتری*، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
10. 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.
11. 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.
12. Ayoe Sibel, A., Cem, K. and Gülfem, U. 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.
13. Briggs, D. 1998. *Malt and Malting*. Blackie Academic and Profession. London. p. 79.

14. Celuse, I., Brijs, K. and Delcour, A. 2006. The effect of malting and mashing on barley protein extractability. *Cereal Science*, 44(2): 203-211.
15. Foulkes, P.H. 1977. Replacement of Sugar in Sugar-Containing Food and Process. U. S. Patent 4,055,676.
16. Gloria, U.O. and Nneka, E.A. 2010. Nutritional content of popular malt drinks produced in Nigeria. *African Journal of Food Science*, 4(9): 585-590.
17. Hasan, T. and Ahmet, F.Y. 2010. Effect of pekmez addition on the physical, chemical, and sensory properties of ice cream. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(6): 538-546.
18. Hegenbart, S. 1996. Sweetener Shake-out. Weeks Publishing Company, Northbrook.
19. 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): 1742-1746.
20. Jones, B.L. 2005. Endoprotease of barley and malt. *Cereal Science*, 42: 139-156.
21. 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.
22. Kilcast, D. and Clegg, S. 2002. Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*, 13: 609-623
23. Kopuzlu, S., Onenc, A., Bilgin, O.C. and Esenbuga, N. 2011. Determination of meat quality through principal components analysis. *Animal and Plant Sciences*, 21(2): 151-156.
24. 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.
25. Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M. and Kheirouri, S. 2014. Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 390-396.
26. 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.
27. Specter, 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 malt extract on physical and sensory characteristics of ice-cream

*S. Mirarab Razi¹, A. Taheryan², M. Teymouri², A. Motamedzadegan³, H. Bagheri⁴

¹ PhD Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ² MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³ Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁴ MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Sari Branch

Received: 6-2-2017; Accepted: 16-3-2017

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the possibility of substituting sugar with malt extract and study its effect on physical and sensory properties of ice-cream. Malt extract was substituted for sugar in five levels (0, 15, 25, 40 and 50 percent). In this study, the effect of several parameters including pH, acidity, melting rate, time of primary drop melted, overrun, viscosity, color and sensory characteristics have been evaluated. On the other hand, relationship between different parameters was determined using principal component analysis (PCA). Results show that by increasing the amount of malt extract, melting intensity, pH, brightness and whiteness decreased, while the amount of acidity increased. Overrun was increased when malt extract increased to 40 percent replacement. Mixed viscosity also increased with increasing levels of replacement. Control sample had the lowest viscosity (206/78 cp) and sample with 50 percent of replacement had the maximum viscosity (583 cp). The results of the sensory analysis showed that the best taste reached at 25 percent of replacement, while the color and texture of control for the samples with 15% replacement was maximum. Total acceptance was higher for the samples with 25 percent of replacement. PCA result showed that total acceptance has a positive and direct correlation with texture, color and flavor.

Keywords: Ice- Cream, Sugar replacement, Malt Extract, Overrun, PCA