Arc of SID

تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۸/ شماره ٦٦/ بهار و تابستان ۱۳۹۸/ ص ۱۰۰-۸۷

اثر شیرهٔ توت و صمغ‌های دانهٔ ریحان و کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و حسی شیرکاکائو

لیلا ناطقی[1*]، علیرضا شهاب لواسانی[2] و مژگان احمدی[1]

۱ و ۲- به ترتیب: استادیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱/۳۱

چکیده

امروزه، تمایل افراد به مصرف غذای سالم و با کیفیت موجب شده است تا تولیدکنندگان مواد غذایی، در فرمولاسیون مواد غذایی از مواد اولیهٔ طبیعی با خواص عملکردی مطلوب استفاده کنند. شیرهٔ توت میزان شیرینی کمتری نسبت به شکر دارد و حاوی ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی مفیدی است. در این تحقیق در فرمولاسیون شیرکاکائوی کم‌چرب، شیرهٔ توت به میزان برابر شکر مصرفی (۹ درصد) و صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان (به ترتیب به میزان ۰/۳ درصد و ۰/۵ درصد وزنی/وزنی) به تنهایی و به صورت توأم ۰/٤ درصد از هر یک از صمغ‌ها (وزنی/وزنی)، به جای هیدروکلوئیدهای تجاری استفاده شد. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، مقدار ترکیبات فنلی، میزان مهار رادیکال‌های آزاد (IC50) و خصوصیات حسی در روز اول تولید ارزیابی شدند. نتایج بررسی‌ها نشان داد با کاربرد شیرهٔ توت به جای شکر و استفاده از صمغ‌های کتیرا و دانهٔ ریحان در شیر کاکائوی کم‌چرب مقدار ساکارز، IC50، رسوب و *L در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش و میزان ترکیبات فنلی، ویسکوزیته، *a و *b به‌طور معنی‌داری (p≤۰/۰۵) افزایش می‌یابد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد استفاده از صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان به ترتیب در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ درصد، تفاوت معنی‌داری روی تمامی ویژگی‌های حسی تیمارها، در مقایسه با نمونهٔ شاهد، ایجاد نمی‌کند. از آنجا که نمونهٔ شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانهٔ ریحان و شیرهٔ توت، در مقایسه با نمونهٔ شاهد، بالاترین میزان ترکیبات فنلی، پایین‌ترین میزان IC50 و به میزان کمتری ساکارز و رسوب به دست داده و خواص کیفی مطلوب (عطر و بو، طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی) را نشان داده است، تیمار مذکور به عنوان تیمار برتر از لحاظ خواص سلامت بخشی، خواص کیفی و مطلوب بودن انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی

ساکارز، جایگزین شکر، فرمولاسیون کم‌چرب

مقدمه

امروزه مصرف شیر و فرآورده‌های آن از شاخص‌های توسعهٔ جوامع انسانی شناخته می‌شود و بین مصرف فرآورده‌های لبنی و سطح سلامتی افراد جامعه به لحاظ کارایی و ضریب هوشی، میزان ابتلا به بیماری‌های عفونی و تنظیم فعالیت‌های متابولیک بدن، کاهش فشارخون، جلوگیری از ابتلا به سرطان کولون و پیشگیری از پوکی استخوان، همبستگی بالایی وجود دارد (Khafajizad *et al.*, 2008). شیرکاکائو یکی از محبوب‌ترین نوشیدنی‌های لبنی در بین مصرف‌کنندگان است. ویژگی‌های کیفی شیرکاکائو فقط به مزه، طعم و رنگ محدود نمی‌شود و مصرف‌کننده معمولاً در نگاه اول به میزان ذرات رسوب یافتهٔ کاکائو در انتهای بطری توجه می‌کند. وجود یک لایه کاکائو در انتهای بطری از نظر مصرف‌کننده ناخوشایند است (Khafajizad *et*

 *نگارنده مسئول: Email:leylanateghi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

(*al.*, 2008). یکی از راهکارهایی که می‌تواند پایداری شیرکاکائو را بهبود دهد، افزودن برخی مواد هیدروکلوئیدی است. بیشترین مواد پایدارکننده‌ای که تاکنون در شیرکاکائو استفاده شده کاپا-کارآگینان و سدیم آلژینات هستند (Solimanian *et al.*, 2012). صمغ دانهٔ ریحان ترکیب هیدروکلوئیدی منحصر به فردی است که در دستهٔ صمغ‌های آنیونی (دارای pH برابر با ۷/۷۸) قرار می‌گیرد. این صمغ ۶۳/۷۹ درصد کربوهیدرات و ۱/۳۲ درصد پروتئین دارد. عمده‌ترین قندهای تشکیل‌دهنده آن، گلوگز، گالاکتوز و مانوز به ترتیب با ۶/۲۹، ۱/۱۶، ۹/۸ درصد و فراوان‌ترین یون موجود در این صمغ پتاسیم به میزان ۶۴/۲ درصد است (Hosaini-Parvar *et al.*, 2010).

صمغ تراگاکانت یا کتیرا در ایران به میزان بسیار زیاد وجود دارد. این ماده بی‌مزه و بی‌بوست و در بازار به صورت قطعات مسطح، نوار مانند، چین خورده، رشته‌ای و نامنظم به رنگ‌های سفید یا مایل به زرد و غالباً کدر وجود دارد. کتیرا ساختار پیچیده‌ای دارد و از هیدرولیز کردن آن دی گالاکتوز، دی گالاکتورونیک، دی زایلوز، ال-آرابینوز و ال-فوکوز به‌دست می‌آید (Fazel *et al.*, 2012). با تمام فوایدی که ساکارز به عنوان شیرین‌کننده‌ای طبیعی با ویژگی‌های عملکردی ممتاز دارد، به دلیل ارتباط این ماده با برخی مشکلات بهداشتی مانند فشارخون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون (که به ویژه برای بیماران دیابتی مضر است) و نیز به دلیل مسائل اقتصادی و تکنولوژیکی، پژوهش‌های روز افزونی برای جایگزینی مناسب شکر با سایر شیرین‌کننده‌ها در دست اجراست. محققان انجمن تغذیهٔ آمریکا توت را در مقایسه با ۳۰ نوع میوهٔ تازه دیگر، اولین میوه از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نظر گرفته‌اند که فیتوکمیکال‌های قوی مثل آنتوسیانین دارد. شیرهٔ توت، آب توت غلیظ شده‌ای است که می‌تواند به عنوان شیرین‌کننده به کار رود (Mirhaidar, 2003). هدف کلی از این پژوهش، بررسی تأثیر شیرهٔ توت به جای شکر و استفاده از صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان به عنوان پایدار کنندهٔ طبیعی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، مقدار ترکیبات فنلی، غلظت مهار رادیکال‌های آزاد (IC50) و ارزیابی حسی شیرکاکائوی کم‌چرب در روز اول تولید است.

مواد و روش‌ها

برای تهیهٔ شیرکاکائو، از شیر کم‌چرب (شرکت کاله، ایران)، پودر کاکائو (شرکت خاچیک، ایران)، شکر (شرکت پردیس، ایران)، شیرهٔ توت (شرکت کیمیا، ایران)، صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان (شرکت زدو، ایران) و پایدار کنندهٔ تجاری CHO 400 (بهین گارد، ایران) استفاده گردید. مواد شیمیایی مورد نیاز برای آزمون‌های شیرکاکائو از قبیل معرف فولین-سیوکالتیو، گالیک اسید[1]، کربنات سدیم، رادیکال[2] DPPH، سولفوریک اسید، آمیل الکل، کلریدریک اسید، سود و معرف فنل فتالئین همگی از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

تولید شیرکاکائو

به شیر کم‌چرب، پس از گرم شدن و رسیدن دمای آن به ۳۰ درجه سلسیوس پودر کاکائو، شکر و پایدارکننده تجاری افزوده و محصول با سرعت ۹۰۰۰ دور در دقیقه (اولتراتوراکس T25، شرکت IKA، آلمان) و در دمای ۷۵ درجه سلسیوس پاستوریزه شد.

محصول تولید شده تا دمای ۴ درجه سلسیوس سرد و بسته‌بندی گردید. نمونه‌های شیرکاکائو یک روز پس از تولید مورد آزمون قرار گرفتند. برای تیمارهای دیگر، شیرکاکائو مانند مراحل بالا تهیه گردید اما به جای ۹ درصد شکر در فرمولاسیون شاهد، شیرهٔ توت هم وزن شکر اضافه و به جای پایدار کنندهٔ تجاری، از صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان مطابق با جدول ۱ استفاده شد. محدودهٔ غلظت‌های صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان بر اساس مطالعهٔ اولیه در آزمایشگاه تعیین گردید.

1- Gallic acid

2- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- معرفی تیمارهای آزمایشی

کد تیمار	تیمار
T1	شیرکاکائو معمولی حاوی ۹ درصد شکر و پایدار کنندهٔ تجاری
T2	شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت ۹ درصد
T3	شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت ۹ درصد و صمغ کتیرا ۰/۳ درصد
T4	شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت ۹ درصد و صمغ کتیرا ۰/۵ درصد
T5	شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت ۹ درصد و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۳ درصد
T6	شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت ۹ درصد و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۵ درصد
T7	شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت ۹ درصد و صمغ کتیرا ۰/۴ درصد و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۴ درصد

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی

مقدار کل ترکیبات فنلی موجود در شیرکاکائو با روش طیف سنجی با معرف فولین- سیوکالتیو بررسی (Esmaeilzadeh Kenari *et al.*, 2014) و نتایج بر اساس میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم بیان شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از هر نمونه ۰/۱ درصد (محلول ۰/۱ گرم از نمونه با ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال) با ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف فولین-سیوکالتیو رقیق شده با آب با نسبت (۱۰:۱) ترکیب و با ۲ میلی‌لیتر از کربنات سدیم ۷/۵ درصد مخلوط شد. آنچه به‌دست آمد، به مدت نیم ساعت در دمای اتاق قرار داده شد و جذب آنها در طول موج ۷۶۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل CARY 7000، شرکت اجیلنت، آمریکا) خوانده شد.

بررسی غلظت مهار رادیکال‌های آزاد

برای این منظور، ۰/۳ میلی‌لیتر از هر شیرکاکائو به ۳/۷ میلی‌لیتر محلول DPPH[1] متانولی (به عنوان ترکیب رادیکالی پایدار) اضافه و مخلوط حاصل با شدت به هم زده شد. بعد از ۳۰ دقیقه تاریک‌خانه گذاری در دمای اتاق، جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر در مقابل شاهد خوانده شد. درصد غلظت مهار رادیکال‌های آزاد با استفاده از رابطهٔ ۱ به دست آمد (Esmaeilzadeh Kenari *et al.*, 2014).

$$\text{درصد مهار} = \frac{\text{جذب نمونه- جذب شاهد}}{\text{جذب شاهد}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

اندازه‌گیری میزان چربی شیر

میزان چربی با استفاده از استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۴ اندازه‌گیری شد. ۱۰ میلی‌لیتر از سولفوریک اسید رقیق شده به ظرف مخصوص ژربر منتقل گردید. نمونهٔ شیرکاکائوی آماده شده به هم زده شد تا هوای آن خارج و کاملاً مخلوط شود. ۵ گرم از نمونه به اسید محتوی در ظرف ژربر اضافه گردید. مقدار ۵ میلی‌لیتر آمیل الکل به آن اضافه شد. ظرف، در حالی که درب آن بسته شده بود، تکان داده شد و به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید (سانتریفوژ مدل Routin 28، شرکت بهداد، ایران). سپس برای ۵ دقیقه در حمام آب با دمای ۶۰ درجه سلسیوس حرارت داده و آنگاه عدد مورد نظر خوانده شد (ISIRI NO. 348, 2010).

اندازه‌گیری ساکارز

میزان ساکارز شیرکاکائو مطابق استاندارد ملی شماره ۲۴۵۰ تعیین گردید (ISIRI NO. 2450, 2008). بدین منظور نیاز به احتساب قند قبل از هیدرولیز و قند بعد از هیدرولیز خواهد بود. مقدار قند قبل از هیدرولیز بر حسب قند اینورت با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار قند قبل از هیدرولیز (گرم در صد گرم) $= \frac{A \times 250}{V \times m \times 1000} \times ۱۰۰$ (۲)

که در آن،

A = عیار فهلینگ به میلی‌گرم قند اینورت؛ V= حجم مصرفی از محلول قند مورد آزمون؛ m= وزن نمونهٔ برداشته شده برای آزمون بر حسب گرم؛ و ۱۰۰۰= ضریب تبدیل میلی‌گرم به گرم.

برای تهیهٔ قند بعد از هیدرولیز، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول صاف شدهٔ قند نمونه با مقداری آب در یک بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری رقیق و ۱۰ میلی‌لیتر کلریدریک اسید غلیظ به آن افزوده شد. این محلول به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب ۷۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد.

پس از آن، ظرف محلول در آب سرد گذاشته شد تا خنک شود؛ با افزودن سود غلیظ و بعد هم سود ۰/۱ نرمال با حضور شناساگر فنل فتالئین، محیط خنثی و pH آن بین ۸/۳ تا ۸/۵ تنظیم گردید. محتوی بالن با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و به بورت ۵۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد. در پایان تیتراسیون با ایجاد رنگ قرمز آجری در محیط، حجم مصرفی محلول قند نمونه از بورت خوانده و یادداشت شد. قند قبل از هیدرولیز بر حسب قند اینورت با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

مقدار قند بعد از هیدرولیز (گرم در صد گرم) $= \frac{A \times 250 \times 100}{V_1 \times m \times 20 \times 1000} \times 100$ (۳)

که در آن،

A= عیار فهلینگ به میلی‌گرم قند اینورت؛ V_1= حجم مصرفی محلول قند نمونه در این تیتراسیون بر حسب میلی‌لیتر؛ m= وزن نمونهٔ برداشته شده برای آزمون بر حسب گرم؛ ۱۰۰= حجم رسانده ثانوی؛ ۲۰= حجم برداشته شده از محلول قند؛ و ۱۰۰۰= ضریب تبدیل میلی‌گرم به گرم.

مقدار ساکارز با استفاده از رابطهٔ ۴ محاسبه شد.

مقدار ساکارز $= (y - x) \times 0.95$ (۴)

که در آن،

y= مقدار قند بعد از هیدرولیز؛ و x= مقدار قند قبل از هیدرولیز.

ویسکوزیته

پارامترهای رئولوژیکی با استفاده از ویسکومتر دورانی مجهز به یک سیرکولاتور حرارتی و اسپیندل چرخشی L1 (مدل بوهلین، ویسکو ۸۸، بریتانیا) اندازه‌گیری شد. حجم مناسبی از نمونهٔ آماده شده به درون مخزن (باب و کاب) منتقل و در تماس با استوانهٔ داخلی و سیرکولاتور حرارتی قرار داده شد. پس از رسیدن دمای نمونه به ۲۰ درجه سلسیوس، دامنه‌ای مشخص از سرعت برشی (۱۴ تا ۴۰۰ یک بر ثانیه) که در مقیاس لگاریتمی افزایش می‌یافت، اعمال گردید. برای توصیف رفتار جریان، داده‌های آزمون با مدل قانون توان با استفاده از رابطهٔ ۵ برازش شدند (Yanes *et al.*, 2001).

$$\tau = K \dot{\gamma}^{n} \qquad (۵)$$

که در آن،

τ= تنش برشی بر حسب پاسکال؛ $\dot{\gamma}$= سرعت برشی بر حسب یک بر ثانیه؛ K = ضریب قوام بر حسب پاسکال در ثانیه؛ و شاخص n= رفتار جریان (بدون بعد).

اندازه‌گیری میزان ذرات رسوب یافته

مقدار ۲۰ گرم از نمونه‌های شیرکاکائو در لوله‌های سانتریفوژ ریخته و در دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۵۶۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در ۲۰ درجه سلسیوس سانتریفوژ شد. ذرات رسوب یافته از قسمت محلول جدا و در آون با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۶ ساعت خشک شد. این ذرات پس از سرد شدن در دسیکاتور، وزن و نتایج بر حسب گرم در صد گرم شیرکاکائو گزارش گردید (Prakash *et al.*, 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

رنگ سنجی

مقادیر *b، *a و *L نمونه‌های نوشیدنی با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل CARY 7000، شرکت اجیلنت، آمریکا) تعیین شد. روش اندازه‌گیری دستگاه انعکاسی، دارای طول موج ۳۶۰ تا ۷۵۰ نانومتر و فاصله ۱۰ نانومتر، روشنایی D65 و زاویهٔ بصری ۱۰ درجه است. *L شاخص روشنایی است که مقدار ۱۰۰ برای نمونهٔ کاملاً سفید و صفر برای نمونهٔ کاملاً سیاه در نظر گرفته می‌شود. شاخص *a کیفیت

قرمز- سبزی است که مقادیر مثبت قرمزی و مقادیر منفی سبزی را نشان می‌دهد. *b معرف کیفیت زرد- آبی است و مقادیر مثبت زردی و مقادیر منفی آبی بودن را نشان می‌دهد (Lindon *et al.*, 2016).

آزمون حسی

عطر و بو، طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های شیرکاکائو در چهار چوب آزمون هدونیک پنج امتیازی توسط ۱۲ ارزیاب نیمه آموزش دیده ارزیابی شدند. به هر نمونه، به صورت تصادفی یک کد سه رقمی داده شد و نمونه‌ها به صورت تصادفی در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شدند (Keshtkar *et al.*, 2012). برای هر یک از خصوصیات ذکرشده امتیازدهی از ۱ تا ۵ انجام شد (۱= غیر قابل قبول، ۲= نسبتاً رضایت بخش، ۳= متوسط، ۴= خوب، و ۵= عالی).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در ۳ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شدند. برای تعیین معنی‌دار بودن نتایج حاصل از آزمایش‌ها، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنهٔ دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی میزان ترکیبات فنلی تیمارهای مختلف شیرکاکائو

در مطالعهٔ حاضر، شیرهٔ توت با اسیدیتهٔ ۱/۸۰ درجه درنیک، ترکیبات فنلی کل به میزان ۱۵۴/۴۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم، pH ۴/۴۷ و مواد جامد محلول ۶ به عنوان جایگزین شکر به میزان ۹ درصد به شیرکاکائو افزوده شد. ترکیبات فنلی و فلاوونوئیدها دارای خواص بیولوژیکی متعددی مانند خاصیت آنتی‌اکسیدانی، مهار رادیکال‌های آزاد و خاصیت ضدالتهاب هستند و غالباً در میوه‌ها و سبزی‌ها یافت می‌شوند (Heim *et al.*, 2003). میزان ترکیبات فنلی شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۲ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین میزان ترکیبات فنلی در تیمارهای مختلف وجود دارد. بالاترین مقادیر ترکیبات فنلی در نمونهٔ شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۵ درصد مشاهده می‌شود (۵۵/۰۱ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم) و کمترین آن در نمونهٔ شاهد (۶/۲۱ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم). نتایج بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد با جایگزینی شکر با شیره توت میزان ترکیبات فنلی افزایش یافت که این امر نشان دهندهٔ دارا بودن مقادیر بالای ترکیبات فنلی در شیرهٔ توت است. جسر و همکاران (Gecer *et al.*, 2016) می‌گویند میوهٔ توت سرشار از ترکیبات فنلی مانند سوکسینیک اسید[1]، کلروژنیک اسید[2]، فرولیک اسید[3]، پیکوموریک اسید[4]، سیرینژیک اسید[5] و گالیک اسید است. همچنین، با افزودن صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان و مقادیر ترکیبات فنلی نیز افزایش یافته است. مقدار ترکیبات

1- Succinic acid
2- Chlorogenic avid
3- Ferulic acid
4- P-cumaric acid
5- Syringic acid

www.SID.ir

Archive of SID

فنلی در شیرکاکائوی حاوی صمغ دانهٔ ریحان از شیرکاکائوی حاوی صمغ کتیرا بیشتر است. دارا بودن ترکیبات فنلی مانند هگزادکان[1]، پنتادکان[2]، تترادکان[3] و هپتادکان[4] در کتیرا را شمس‌پور و متصدی‌زاده (Shamspour & Motesadizadeh, 2015) نیز گزارش داده‌اند. دانه گیاه ریحان شامل ترکیبات فنلی مانند استراگول[5] یا متیل کاویکول[6]، لینالول[7]، سینوئل[8]، سینامات متیل[9]، اوژنول[10] و غیره است (Zargari, 1997).

نتایج ارزیابی غلظت مهار رادیکال‌های آزاد (IC50)

نتایج بررسی غلظت مهار رادیکال‌های آزاد (IC50) شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۲ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین میزان غلظت مهار رادیکال‌های آزاد (IC50) در تیمارهای مختلف وجود دارد. بیشترین مقدار (IC50) در نمونهٔ شاهد (به میزان ۵۷۷/۵ پی‌پی‌ام)، و پایین‌ترین مقدار (IC50) در نمونهٔ شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۵ درصد مشاهده می‌شود (به میزان ۷۵/۳۸ پی‌پی‌ام). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد با جایگزینی شکر با شیره توت، میزان (IC50) شیر کاکائو کاهش یافته است که این امر نشان دهندهٔ وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در شیرهٔ توت است. در تأیید نتایج حاصل از این تحقیق، عرفان و همکاران (Arfan *et al.*, 2012) می‌گویند میزان (IC50) عصارهٔ استخراجی از میوهٔ توت سفید ۷۹-۴۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بوده است.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با افزودن صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان به نمونه‌های حاوی شیرهٔ توت، میزان (IC50) تیمارها کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در این صمغ‌ها باشد. از آنجا که میزان (IC50) در شیرکاکائوی حاوی صمغ کتیرا نسبت به شیرکاکائوی حاوی صمغ دانهٔ ریحان در غلظت مشابه بالاتر است می‌توان نتیجه گرفت خاصیت آنتی‌اکسیدانی صمغ دانهٔ ریحان از خاصیت آنتی‌اکسیدانی صمغ دانهٔ کتیرا بالاتر است که به بالاتر بودن میزان ترکیبات فنلی در صمغ دانه ریحان، نسبت به صمغ کتیرا، نسبت داده می‌شود. خاصیت آنتی‌اکسیدانی ریحان را سایر محققان (Javanmardi *et al.*, 2003) نیز گزارش کرده‌اند.

نتایج ارزیابی میزان چربی

نتایج بررسی‌ها دربارهٔ میزان چربی شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۲ نشان داده شده است.

در این جدول، اختلاف معنی‌داری بین میزان چربی تیمارهای مورد آزمون مشاهده نمی‌شود ($p>$۰/۰۵). نبود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها امری بدیهی است زیرا در تمامی تیمارها از یک شیر استفاده شده و ترکیبات اصلی تشکیل دهندهٔ این صمغ‌ها نیز کربوهیدرات و پروتئین است و چربی در ترکیبات تشکیل دهندهٔ آن وجود ندارد (Hosaini-Parvar *et al.*, 2010).

نتایج ارزیابی میزان ساکارز تیمارهای مختلف شیرکاکائو

نتایج بررسی‌ها دربارهٔ میزان ساکارز شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۲ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین میزان ساکارز در تیمار شاهد با تیمارهای حاوی شیرهٔ توت وجود دارد. بالاترین مقدار ساکارز (۱۱/۷۰ درصد) در نمونهٔ شاهد دیده می‌شود و اختلاف معنی‌داری بین میزان ساکارز تمامی تیمارهای حاوی شیرهٔ توت وجود ندارد ($p>$۰/۰۵). مقدار ساکارز در این تیمارها بین ۰/۵۵-۰/۴۰ درصد است. مطابق با نتایج ذکر شده در بالا، با جایگزینی شکر با شیره توت در فرمولاسیون شیرکاکائو، مقدار ساکارز به طور معنی‌داری (حدود ۱۱ درصد) کاهش یافته است. این کاهش می‌تواند با

1- Hexadecane
2- Pentadecane
3- Tetradecane
4- Heptadecane
5- Stragol
6- Methyl cavicol
7- Linalol
8- Cineol
9- Methyl cinamate
10- Eugenol

www.SID.ir

Archive of SID

حذف کامل شکر مصرفی در فرمولاسیون (۹ درصد) شیر کاکائوهای مورد آزمون و افزودن شیرهٔ توت به جای آن مرتبط باشد.

سانچز و همکاران (Sánchez *et al.*, 2014) و جسر و همکاران (Gecer *et al.*, 2016) ساکارز موجود در شیرهٔ توت را ۰/۹۵ درصد و گوندوگدو و همکاران (Gundogdu *et al.*, 2011) قند غالب شیرهٔ توت را گلوکز و فروکتوز گزارش کرده‌اند.

نتایج ارزیابی میزان ویسکوزیته

نتایج تحقیق دربارهٔ ویسکوزیتهٔ شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول (۲) آورده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) بین مقدار ویسکوزیته در تیمارهای مختلف وجود دارد. بالاترین میزان ویسکوزیته (۱۸۹/۶۷ پاسکال ثانیه) در نمونهٔ حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا ۰/۴ و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۴ درصد و کمترین آن (۱۲/۳۳ پاسکال ثانیه) در نمونهٔ شاهد دیده می‌شود همچنین نشان داده شده است که جایگزینی شکر با شیره توت سبب افزایش ویسکوزیتهٔ شیرکاکائو می‌شود. با توجه به ساختار مولکولی قندهای ساکارز، فروکتوز و گلوکز، به نظر می‌رسد با افزایش گروه‌های عاملی قندهای شیرهٔ توت، نسبت به ساکارز، اتصالات هیدروژنی بیشتر شده و با کاهش تحرک آب آزاد، ویسکوزیتهٔ شیرکاکائو افزایش یافته است. از طرفی، تمایل شیرین‌کننده‌ها به جذب آب باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود (Steffe, 1996). همایونی راد و همکاران (Homayunirad *et al.*, 2016) نیز گزارش کرده‌اند با جایگزینی شکر با شیرهٔ خرما میزان ویسکوزیته نوشیدنی کوشاب افزایش می‌یابد. با افزودن صمغ، ویسکوزیتهٔ شیرکاکائو افزایش یافته و این افزایش تحت تأثیر نوع صمغ و غلظت صمغ است و علت آن خاصیت جذب آب بالای این صمغ‌هاست که با افزایش غلظت صمغ این خاصیت افزایش می‌یابد (Akin et *al.*, 2007). به نظر می‌رسد صمغ کتیرا، نسبت به صمغ دانهٔ ریحان، خاصیت جذب آب بالاتری دارد. مطالعات پیشین نیز نشان می‌دهد افزودن غلظت‌های اندک صمغ‌هایی مانند پکتین، زانتان، گوار، صمغ لوبیای لوکاست، ژلاتین و کاراگینان، به منظور پایداری نوشیدنی‌های لبنی اسیدی و غیراسیدی، سبب افزایش ویسکوزیتهٔ محصول شده است. (Lo *et al.*, 1996; Paraskevopoulou *et al.* 2003; Kiani *et al.*, 2008)

نتایج ارزیابی میزان ذرات رسوب یافته

نتایج بررسی‌ها دربارهٔ مقادیر رسوب شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۲ آورده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) بین مقادیر رسوب در تیمارهای مختلف وجود دارد. بالاترین میزان رسوب (۲۴/۴۵ گرم در صد گرم) در نمونهٔ شاهد و کمترین آن (۲/۶۰ گرم در صد گرم) در نمونهٔ حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا ۰/۴ درصد و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۴ درصد مشاهده می‌شود. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد با جایگزینی شکر با شیره توت مقادیر ذرات رسوب یافته کاهش می‌یابد که آن را می‌توان به افزایش ویسکوزیتهٔ نمونه‌ها نسبت داد. نتایج تحقیق دربارهٔ ویسکوزیته و رسوب مشابه است؛ در مطالعهٔ حاضر نیز مشاهده شد افزودن شیره توت با افزایش ویسکوزیته سبب بهبود پایداری شیرکاکائو می‌شود و در نتیجه میزان ذرات رسوب یافته نیز با جایگزینی شکر با شیره توت کاهش می‌یابد. در مجموع، با جایگزینی صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان با پایدارکننده تجاری میزان ذرات رسوب یافته در تمامی تیمارها کاهش یافته که علت آن واکنش بین بارهای منفی گروه‌های سولفات کتیرا و یون‌های مثبت پروتئین‌های شیر و نیز خاصیت آب‌دوستی صمغ است. تیجسن و همکاران (Tijssen *et al.*, 2007) می‌گویند پایدارکننده‌های هیدروکلوئیدی با افزایش ویسکوزیتهٔ ظاهری فرآورده و یا در اثر برهم‌کنش کلوئیدی از نوع ممانعت فضایی و دفع الکترواستاتیک، سبب پایداری از

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم‌های غذایی می‌شوند. فروغی‌نیا و همکاران (Foroghiniya *et al.*, 2007) کاظم علی‌لو و همکاران (Kazemalilou & Alizdeh., 2017) گزارش داده‌اند افزودن کارآگینان سبب کاهش میزان ذرات رسوب یافته در شیرکاکائو می‌شود.

نتایج ارزیابی میزان شاخص رنگی

نتایج تحقیق دربارهٔ میزان شاخص رنگی (L*) شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۳ آورده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین میزان شاخص رنگی (L*) در تیمارهای مختلف دیده می‌شود. بالاترین مقدار شاخص رنگی (L*)، برابر ۴۳/۸۸، در نمونهٔ شاهد و کمترین آن ۳۰/۱۷ در نمونهٔ شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و صمغ دانهٔ ریحان ۰/۵ درصد مشاهده می‌شود. میزان شاخص رنگی (a*) شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۳ آورده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین میزان شاخص رنگی (a*) در تیمارهای مختلف وجود دارد. بالاترین میزان شاخص رنگی (a*)، برابر ۱۲/۸۴، در نمونهٔ شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و کمترین آن ۸/۳۱ در نمونهٔ شاهد مشاهده می‌شود. میزان شاخص رنگی (b*) شیرکاکائوی کم‌چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۳ آورده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بین میزان شاخص رنگی (b*) در تیمارهای مختلف دیده می‌شود. بالاترین میزان شاخص رنگی (b*)، برابر ۱۲/۶۰، در نمونهٔ شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و کمترین آن ۷/۳۸ در نمونهٔ شاهد مشاهده می‌شود. اختلاف معنی‌داری بین میزان شاخص رنگی (b*) در دیگر تیمارهای حاوی شیرهٔ توت و صمغ دیده نمی‌شود ($p>$۰/۰۵)؛ مقادیر شاخص رنگی (b*) در این تیمارها بین ۱۱/۶۶-۱۰/۴۸۲ است.

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد افزودن شیرهٔ توت به شیرکاکائو سبب افزایش شاخص رنگی a* و b* می‌شود و در واقع با افزودن شیرهٔ توت، شاخص قرمزی شیرکاکائو افزایش می‌یابد که علت آن سرخ تیره رنگ بودن تقریبی شیرهٔ توت است. تیره شدن رنگ شیرکاکائو پس از افزودن شیرهٔ توت می‌تواند به وجود قندهای احیا کننده در آن نسبت داده شود که منجر به وقوع واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی می‌شود.

جدول ۲- تغییر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تیمارهای شیرکاکائوی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان و شیرهٔ توت در روز اول تولید

کد تیمار	ترکیبات فنلی (میلی‌گرم گالیک اسید/ گرم)	غلظت (IC50) (پی پی‌ام)	چربی (درصد)	ساکارز (درصد)	ویسکوزیته (پاسکال.ثانیه)	میزان رسوب (گرم در صد گرم)
T1	۶/۲۱±۰/۷۹^{f}	۵۷۷/۵۰±۲/۵۹^{a}	۱/۳۰±۰/۰۸^{a}	۱۱/۷۰±۰/۵۱^{a}	۱۲/۳۳±۰/۴۸^{g}	۲۴/۴۵±۲/۷۰^{a}
T2	۳۲/۵۰±۰/۷۴^{e}	۱۲۶/۱۶±۲/۴۱^{b}	۱/۱۷±۰/۰۵^{a}	۰/۴۴±۰/۰۵^{b}	۱۹/۶۷±۱/۲۵^{f}	۱۰/۶۳±۰/۳۰^{b}
T3	۳۵/۳۴±۱/۵۶^{de}	۱۲۲/۲۸±۱/۴۹^{b}	۱/۲۰±۰/۰۰^{a}	۰/۴۵±۰/۰۷^{b}	۳۵/۶۷±۰/۴۷^{d}	۴/۶۵±۰/۴۴^{cd}
T4	۳۷/۱۰±۰/۸۰^{cd}	۱۰۲/۲۷±۲/۸۹^{c}	۱/۲۳±۰/۰۵^{a}	۰/۴۸±۰/۰۶^{b}	۱۳۹/۰۰±۲/۸۲^{b}	۳/۴۵±۰/۱۵^{d}
T5	۳۹/۱۷±۰/۸۶^{c}	۸۸/۶۷±۱/۷۲^{d}	۱/۱۷±۰/۰۵^{a}	۰/۵۴±۰/۰۶^{b}	۲۰/۳۳±۰/۴۷^{e}	۸/۷۵±۰/۳۲^{bc}
T6	۵۵/۰۱±۲/۳۴^{a}	۷۵/۳۸±۱/۶۳^{f}	۱/۲۰±۰/۰۸^{a}	۰/۴۵±۰/۰۵^{b}	۳۹/۶۷±۰/۹۴^{c}	۷/۲۱±۱/۰۸^{bc}
T7	۴۳/۶۱±۱/۶۴^{b}	۸۱/۳۹±۱/۴۹^{e}	۱/۲۳±۰/۰۵^{a}	۰/۴۰±۰/۰۳^{b}	۱۸۹/۶۷±۳/۴۷^{a}	۲/۶۰±۰/۵۳^{e}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است. در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار($p\leq 0.05$) است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج به‌دست آمده از مطالعهٔ حاضر با نتایج تحقیقات همایونی راد و همکاران (Homayunirad *et al.*, 2016) در ارتباط با اثر جایگزینی شکر با شیرهٔ خرما در نوشیدنی کوشاب همخوانی دارد؛ این محققان گزارش کرده‌اند جایگزینی شکر با شیرهٔ خرما سبب کاهش روشنایی نوشیدنی کوشاب می‌شود. افزودن صمغ به شیرکاکائو سبب کاهش شاخص رنگی (L*) شده است. با افزایش غلظت صمغ نیز رنگ شیرکاکائو تیره‌تر گردیده و با افزودن صمغ، مقادیر شاخص رنگی a* و b* نیز کاهش یافته است. با توجه به رابطه موجود بین غلظت صمغ و شاخص‌های توصیف کنندهٔ رنگ در نوشیدنی، می‌توان نتیجه گرفت که کاهش شاخص‌های مذکور در محصول ناشی از برهمکنش صمغ با پروتئین‌ها و سایر ترکیبات شیر است که باعث تأثیر بر تفرق نور و ایجاد تفاوت در رنگ می‌شود (Yanes *et al.*, 2001) کشتکار و همکاران (Keshtkar *et al.*, 2012) نیز اعلام کردند که با افزودن صمغ کتیرا به نوشیدنی شیرهٔ خرما مقادیر شاخص‌های رنگی L*، a* و b* کاهش می‌یابد.

جدول ۳ - میزان شاخص رنگی تیمارهای شیرکاکائوی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان و شیرهٔ توت در روز اول تولید

کد تیمار	L*	a*	b*
T1	۴۳/۸۸±۲/۱۸^{a}	۸/۳۱±۰/۶۵^{c}	۷/۳۸±۰/۸۴^{c}
T2	۳۹/۴۹±۰/۵۳^{b}	۱۲/۸۴±۰/۷۰^{a}	۱۲/۶۰±۰/۵۳^{a}
T3	۳۱/۶۰±۱/۶۶^{cd}	۱۱/۵۲±۰/۳۷^{b}	۱۱/۲۸±۰/۰۷^{b}
T4	۳۲/۸۸±۰/۷۷^{cd}	۱۰/۷۵±۰/۳۶^{b}	۱۱/۱۶±۰/۲۵^{b}
T5	۳۰/۱۷±۰/۷۰^{d}	۱۱/۲۸±۰/۰۷^{ab}	۱۱/۶۶±۰/۳۲^{b}
T6	۲۶/۸۹±۰/۴۷^{e}	۱۰/۵۷±۰/۵۰^{ab}	۱۱/۱۶±۰/۴۵^{b}
T7	۳۴/۵۵±۱/۵۸^{c}	۱۱/۱۰±۰/۳۳^{b}	۱۰/۸۲±۰/۸۶^{b}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است. در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) است.

نتایج ارزیابی آنالیز حسی تیمارهای مختلف شیرکاکائو

نتایج به‌دست آمده از آنالیز حسی شامل، عطر و بو، طعم و مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی در شیرکاکائوی کم چرب حاوی شیرهٔ توت و غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان، یک روز پس از تولید، در جدول ۴ آورده شده است. ویژگی‌های حسی نوشیدنی از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش از دیدگاه مصرف کننده است و از این‌رو بررسی ویژگی‌های حسی، با توجه به بازارپسندی محصول تولیدی، بسیار مهم و ضروری است (Jimenez *et al.*,1989). یکی از مشخصات اصلی در پذیرش نوشیدنی، طعم نوشیدنی است. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد بالاترین امتیاز حسی طعم و مزه در شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۳ درصد است و شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۴ درصد و صمغ دانهٔ ریحان به میزان ۰/۴ درصد کمترین امتیاز حسی طعم و مزه را کسب کرده است.احتمالاً یکی از دلایل طعم نامطلوب، علاوه بر ترکیب مواد موجود در صمغ دانهٔ ریحان و صمغ کتیرا در غلظت‌های بالا، اتصال بیشتر صمغ‌های جاذب به ترکیبات مولد طعم است و علاوه بر این، استفاده از ترکیبات هیدروکلوئیدی سبب پوشیده شدن طعم طبیعی نوشیدنی لبنی می‌شود (Foley & Mulcahy., 1989). افزایش ویسکوزیته و قوام معمولاً موجب کاهش طعم نوشیدنی لبنی می‌شود که این موضوع به نوع هیدروکلوئیدها و رفتار رئولوژیکی آنها بستگی دارد (Pangborn *et al.*, 1978).

www.SID.ir

Archive of SID

یانس و همکاران (Yanes *et al.*, 2001) گزارش داده‌اند افزودن هیدروکلوئیدها سبب افزایش ویسکوزیتهٔ نوشیدنی می‌شود ولی پذیرش طعم نوشیدنی را کاهش می‌دهد. امتیاز حسی رنگ در تیمارهای T1، T2، T3، T5 و T6 بالاتر از سایر تیمارها است. نمونهٔ حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۴ درصد و صمغ دانه ریحان به میزان ۰/۴ درصد کمترین امتیاز حسی رنگ را به دست آورده است. رنگ مواد غذایی یکی از ویژگی‌های اصلی در بالا بردن پذیرش مادهٔ غذایی است. در مطالعهٔ حاضر، اختلاف معنی‌دار در رنگ شیرکاکائو در تیمارهای مختلف دیده نمی‌شود تنها در تیمار ۷ (شیرکاکائو حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۴ درصد و صمغ دانهٔ ریحان به میزان ۰/۴ درصد) امتیاز حسی رنگ کاسته شده است. اختلاف معنی‌دار در امتیاز حسی بافت در تیمارهای مختلف وجود ندارد. پذیرش کلی مهم‌ترین فاکتور در ارزیابی حسی به شمار می‌آید که ارزیاب‌ها با در نظر گرفتن تمامی خصوصیات محصول به آنها امتیاز می‌دهند. این خصوصیات تا حد زیادی مرتبط با پذیرش مصرف‌کنندگان از آن محصول است. بالاترین امتیاز حسی پذیرش کلی در نمونهٔ شیرکاکائوی حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۳ درصد مشاهده می‌شود و نمونهٔ حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۴ درصد و صمغ دانهٔ ریحان به میزان ۰/۴ درصد کمترین امتیاز حسی پذیرش کلی را دارد. در مجموع، تمامی نمونه‌ها (به جز نمونهٔ حاوی شیرهٔ توت و صمغ کتیرا به میزان ۰/۴ درصد و صمغ دانهٔ ریحان به میزان ۰/۴ درصد) از امتیاز حسی مورد تائید ارزیاب‌ها برخوردار بوده‌اند. نتایج ارزیابی حسی تیمارهای حاوی صمغ کتیرا، در مقایسه با تیمارهای حاوی صمغ دانهٔ ریحان، بهتر است. در این زمینه، کبیریان و همکاران (Kabirian *et al.*, 2015) می‌گویند افزودن کارآگینان سبب بهبود ویژگی‌های حسی نوشیدنی می‌شود.

جدول ٤- امتیاز ویژگی‌های حسی تیمارهای شیر کاکائوی حاوی غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان و شیرهٔ توت در روز اول تولید

کد تیمار	عطر و بو	طعم و مزه	رنگ	بافت	پذیرش کلی
T1	۴/۷۵±۰/۳۸^{a}	۴/۶۶±۰/۴۹^{ab}	۴/۷۳±۰/۱۹^{a}	۴/۲۸±۰/۳۹^{a}	۴/۵۸±۰/۵۱^{ab}
T2	۴/۶۵±۰/۳۵^{a}	۴/۶۶±۰/۴۹^{ab}	۴/۷۵±۰/۴۵^{a}	۴/۱۸±۰/۱۹^{a}	۴/۵۸±۰/۵۲^{ab}
T3	۴/۵۵±۰/۲۵^{a}	۴/۹۱±۰/۰۸^{a}	۴/۶۶±۰/۴۹^{a}	۴/۱۵±۰/۳۱^{a}	۴/۶۶±۰/۳۹^{a}
T4	۴/۶۵±۰/۳۸^{a}	۴/۵۸±۰/۵۲^{ab}	۴/۴۱±۰/۵۱^{ab}	۴/۲۴±۰/۳۱^{a}	۴/۳۳±۰/۴۹^{abc}
T5	۴/۵۰±۰/۵۲^{ab}	۴/۵۰±۰/۵۲^{ab}	۴/۷۵±۰/۴۵^{a}	۴/۱۰±۰/۳۳^{a}	۴/۳۳±۰/۴۱^{abc}
T6	۴/۳۶±۰/۵۰^{ab}	۴/۲۷±۰/۴۲^{bc}	۴/۸۱±۰/۱۷^{a}	۴/۲۷±۰/۴۶^{a}	۴/۱۸±۰/۴۰^{bc}
T7	۴/۰۸±۰/۷۹^{b}	۴/۰۰±۰/۴۲^{c}	۴/۰۸±۰/۶۶^{b}	۴/۰۸±۰/۵۱^{a}	۳/۹۱±۰/۵۲^{c}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده است. در هر ستون، حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($p\leq 0.05$) است.

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد با جایگزینی شکر با شیرهٔ توت، میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد. با افزایش صمغ کتیرا و صمغ دانهٔ ریحان در مقادیر متفاوت به شیرکاکائو، مقدار ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها نیز افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد خاصیت آنتی‌اکسیدانی در شیرکاکائوهای حاوی صمغ دانهٔ ریحان بیشتر است تا در شیرکاکائوهای حاوی صمغ کتیرا در غلظت مشابه. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین میزان چربی در تیمارهای مورد آزمون وجود ندارد. بیشترین مقدار ساکارز در تیمار شاهد (فاقد شیرهٔ توت و صمغ‌های

www.SID.ir

Archive of SID

کتیرا و دانهٔ ریحان) مشاهده می‌شود. در تیمارهایی که تنها از شیرهٔ توت استفاده شده بود مقدار ساکارز به طور معنی‌داری پایین است. افزودن شیرهٔ توت به شیرکاکائو موجب افزایش شاخص‌های a* و b* اما افزودن صمغ به شیرکاکائو منجر به کاهش شاخص‌های a* و b* و L* گردیده است. نتایج بررسی‌ها در خصوص میزان ویسکوزیته و میزان ذرات رسوب یافته نشان می‌دهد جایگزینی ساکارز با شیرهٔ توت سبب افزایش ویسکوزیته و کاهش ذرات رسوب یافتهٔ شیرکاکائو خواهد شد؛ با افزودن صمغ نیز ویسکوزیتهٔ شیرکاکائو افزایش و میزان ذرات رسوب یافتهٔ آن کاهش می‌یابد. نتایج ارزیابی حسی تیمارهای حاوی صمغ کتیرا بهتر از نتایج ارزیابی حسی تیمارهای حاوی صمغ دانهٔ ریحان است. با توجه به نتایج به‌دست آمده دربارهٔ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا با غلظت ۰/۵ درصد و مناسب‌تر بودن آنها و نیز با توجه به بالاتر بودن امتیاز حسی نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا، نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ دانهٔ ریحان، به نظر می‌رسد با استفاده از ۰/۵ درصد صمغ کتیرا و جایگزینی شکر با شیرهٔ توت در فرمولاسیون شیرکاکائوی کم‌چرب، می‌توان شیرکاکائویی فراسودمند سرشار از ترکیبات فنلی و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی با میزان ساکارز کم و دارای ویژگی‌های حسی مطلوب تولید کرد.

مراجع

Akin, M. B., Akın, M. S., and Kırmacı, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry. 104(1): 93-99.

Arfan, M., Khan, R., Rybarczyk, A., and Amarowicz, R. 2012. Antioxidant activity of mulberry fruit extracts. International Journal of Molecular Sciences. 13(2): 2472-2480.

Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F., and Amiri, Z. R. 2014. Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. Food Science and Nutrition. 2(4): 426-435.

Fazel, M., Azizi, M., Abasi, S. and Barzgar, M. 2012. Study of the effect of cotiera, glycerol and olive oil on potato starch edible characteristics. Journal of Food Science and Technology. 34(9): 97-106. (in Persian).

Foley, J., and Mulcahy, A. J. 1989. Hydrocolloid stabilisation and heat treatment for prolonging shelf life of drinking yoghurt and cultured buttermilk. Irish Journal of Food Science and Technology. 43-50.

Foroghiniya, S., Abbassi, S. and Hamidi, Z. 2007. The effect of single and combined additives of cotyra, saalbat and guar gum on dough stabilization. Journal of Nutrition Sciences and Food Industry of Iran. 2(2): 15-25. (In Persian)

Gecer, M. K., Akin, M., Gundogdu, M., Eyduran, S. P., Ercisli, S., and Eyduran, E. 2016. Organic acids, sugars, phenolic compounds, and some horticultural characteristics of black and white mulberry accessions from Eastern Anatolia. Canadian Journal of Plant Science. 96(1): 27-33.

Gundogdu, M., Muradoglu, F., Sensoy, R. G., and Yilmaz, H. 2011. Determination of fruit chemical properties of Morus nigra L., Mulberry L. and Morus rubra L. by HPLC. Scientia Horticulturae. 132: 37-41.

Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., and Bobilya, D. J. 2003. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. The Journal of Nutritional Biochemistry. 13(10): 572-584.

www.SID.ir

Archive of SID

Homayounirad, A., Hajiaqrari, F., and Ghodrudiandand Pashtyaban, A. 2016. Study of the effect of sugar replacement with date sour on rheological and sensory characteristics of kowshab drink. Journal of Food Science and Technology. 14(64): 154-163. (in Persian)

Hosseini-Parvar, S. H., Matia-Merino, L., Goh, K. K. T., Razavi, S. M. A., and Mortazavi, S. A. 2010. Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature. Journal of Food Engineering. 101(3): 236-243.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). 2008. Specifications and methods of dairy ice cream test. Iranian National Standardization Organization (INSO). Standard No. 2450. (In Persian)

Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). 2010. Determination of milk fat by reference method. Iranian National Standardization Organization (INSO). Standard No. 384. (In Persian)

Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., and Vivanco, J. M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian ocimum accessions. Food Chemistry. 83(4): 547-550.

Jimenez, L., Ferrer, J. L., and Paniego, L. M. 1989. Rheology, composition and sensory properties of pulped tomatoes. Journal of Food Engineering. 9(2): 119-128.

Kabirian, M. E., Ataye, S., and Mustafa, S. N. 2015. Investigation on the effect of carboxymethyl cellulose and carrageenan on the rheological, physicochemical and sensory characteristics of chocolate drink powder. Journal of Applied Environmental Biological Science. 4(11): 165-173.

Kazemalilou, S., and Alizadeh, A. 2017. Optimization of sugar replacement with date syrup in prebiotic chocolate milk using response surface methodology. Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 37(3): 449.

Keshtkar, M., Mohammadifar, M., and Asadi, Gh. 2012. The effect of two types of gum tragacanth on some rheological, physical and sensory characteristics of date milk drink. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 7(3): 32-41. (in Persian)

Khafajizad, N., Mazaheritherani, M., PourAzrang, H., and Sadeghian, A. 2008. Effect of soy milk and solids percentage on the physico-chemical properties of acid dairy drinks. Eighteenth National Congress of Food Science and Technology. Mashhad-Iran. https://www.civilica.com/Paper-NCFOODI18-NCFOODI18_210.html. (in persian)

Kiani, H., Mousavi, S. M. A., and Emam-Djomeh, Z. 2008. Rheological properties of Iranian yoghurt drink, Doogh. International Journal of Dairy Science. 3(2): 71-78.

Lindon, J. C., Tranter, G. E., and Koppenaal, D. 2016. Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry. Academic Press.

Lo, C. G., Lee, K. D., Richter, R. L., and Dill, C. W. 1996. Influence of guar gum on the distribution of some flavor compounds in acidified milk products. Journal of Dairy Science. 79(12): 2081-2090.

Mirhaidar, H. 2003. Herbal Education, Plant Use in the Prevention and Treatment of Diseases. Islamic Culture Press. (in Persian)

Pangborn, R. M., Gibbs, Z. M., and Tassan, C. 1978. Effect of hydrocolloids on apparent viscosity and sensory properties of selected beverages. Journal of Texture Studies. 9(4): 415-436.

Paraskevopoulou, A., Athanasiadis, I., Blekas, G., Koutinas, A. A., Kanellaki, M., and Kiosseoglou, V. 2003. Influence of polysaccharide addition on stability of a cheese whey kefir-milk mixture. Food Hydrocolloids. 17(5): 615-620.

Prakash, S., Huppertz, T., Karvchuk, O., and Deeth, H. 2010. Ultra-high-temperature processing of chocolate flavoured milk. Journal of Food Engineering. 96(2): 179-184.

www.SID.ir

Archive of SID

Sánchez, E. M., Calín-Sánchez, Á., Carbonell-Barrachina, Á. A., Melgarejo, P., Hernández, F., and Martínez-Nicolás, J. J. 2014. Physicochemical characterisation of eight Shpanish mulberry clones: processing and fresh market aptitudes. International Journal of Food Science and Technology. 49(2): 477-483.

Shamspour, T., and Motesadizadeh, H. 2015. Extraction chemical composition in the gum tragacanth of astragalus calliphysa bge by soxhlt and identification composition using GCIMS. Jurnal of Sepration Science and Engineering. 1(7): 55-62. (in Persian)

Solimanian, S., Khosroshahi, M., Eslami., E. 2012. Effect of the type and amount of stabilizers on the stability and rheological and sensory properties of chocolate milk. Journal of Food Research. 22(2): 163-175. (in Persian)

Steffe, J. F. 1996. Rheological Methods in Food Process Engineering. Freeman Press.

Tijssen, R. L. M., Canabady-Rochelle, L. S., and Mellema, M. 2007. Gelation upon long storage of milk drinks with carrageenan. Journal of Dairy Science. 90(6): 2604-2611.

Yanes, M., Duran, L., and Costell, E. 2001. Rheological and optical properties of commercial chocolate milk beverages. Journal of Food Engineering. 51(3): 229-234.

Zargari A., 1997. Medicinal Plants. Tehran University Press. (in Persian)

www.SID.ir

Arcl f SID

Food Engineering Research/Vol.18/No.66/Spring & Summer 2019/P: 87-100

Effect of Mulberry Syrup and Basil Seed and Tragacanth Gums on Physicochemical, Antioxidant and Sensory Characteristics of Chocolate Milk

L. Nateghi*, M. Ahmadi and A. Shahablavasani

*Corresponding Author: Asistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. Email: leylanateghi@yahoo.com
Received: 15 May 2018 , Accepted: 20 April 2019

Abstract

Nowadays, people's willingness to consume healthy and high-quality food products has led food producers to use natural ingredients with good functional properties in food formulations. Mulberry syrup has lower sucrose content in comparison with sugar and contains potent phenolic and antioxidant compounds. In this research, and in producing chocolate milk, mulberry syrup replaced with sugar at the same concentration (9%); tragacanth and basil gums (0.3% and 0.5% respectively)each one alone and in combination (0.4% of each) were used as a replacement with commercial hydrocolloids. Physicochemical characteristics, phenolic compounds, free radical concentration (IC50) and sensory evaluations were investigated on the first day of production of chocolate milk. The results indicated that by replacing mulberry syrup with sugar and using tragacanth and basil gums in chocolate milk formulation, the amounts of sucrose, IC50, sediment and L* levels decreased ($p\leq0.05$) and the phenolic compounds, viscosity, a* and b* increased significantly ($p\leq0.05$). The results of the sensory evaluation indicated that tragacanth and basil gums in concentrations of 0.3 and 0.5% respectively did not affect all sensory characteristics of the treatments as compared to the control treatment. In comparison to control treatment, low-fat chocolate milk treatment, containing mulberry syrup and 0.5% of basil gum, showed the highest amount of phenolic compounds and the lowest rate of IC50, lower sugar content and sediment, and proper qualitative properties (odor, taste, color, texture and overall acceptance); so, this treatment was consider as superior treatment in terms of health, qualitative and desirable properties.

Keywords: Low fat formulation, Sucrose, Tragacanth gum, Sugar substitute

www.SID.ir