Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۳/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱۳۱ تا ۱۴۴

بهینه‌سازی فرمولاسیون شیر کاکائو حاوی صمغ تراگاکانتین با استفاده از روش سطح پاسخ

فاطمه زرآبادی‌پور[۱]، زهرا پیراوی ونک[*۲] و مهرناز امینی‌فر[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/٤/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۱۳

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] دانشیار گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

[۳] استادیار گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

[*] مسئول مکاتبات: Email: zpiravi@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: استفاده از هیدروکلوئیدهای بومی مانند صمغ کتیرا می‌تواند در جلوگیری از ناپایداری فیزیکی شیر کاکائو گره‌گشا باشد. **هدف**: این پژوهش به‌منظور دست‌یابی به فرمولاسیون بهینه شیر کاکائو با ویژگی‌های مطلوب فیزیکی‌شیمیایی و حسی انجام شد و صمغ تراگاکانتین (بخش محلول کتیرا) به عنوان پایدارکننده مورد استفاده قرار گرفت. **روش کار**: در این مطالعه، از روش سطح پاسخ با طرح مرکب مرکزی به بررسی اثر صمغ تراگاکانتین در ٥ سطح (۰، ۰/۰۷۵، ۰/۱۵، ۰/۲۲۵ و ۰/۳ درصد) و پودر کاکائو در ٥ سطح (۲، ۳/٥، ٥، ٦/٥ و ۸ درصد) بر خواص فیزیکی شیمیایی و حسی شیر کاکائو پرداخته شد. **نتایج**: نتایج آنالیز آماری نشان داد در فرمولاسیون شیر کاکائو، افزایش هر دو عامل پودر کاکائو و صمغ تراگاکانتین باعث افزایش pH شد ($P\leq ۰/۰٥$). اسیدیته نمونه‌ها نیز، با افزایش میزان صمغ تراگاکانتین کاهش یافت (جدول ٤ و شکل ۱)، در حالی که افزودن پودر کاکائو تاثیر معنی‌داری بر اسیدیته نداشت. بررسی ویسکوزیته نشان داد که افزودن تراگاکانتین و پودر کاکائو در فرمولاسیون شیر کاکائو، منجر به افزایش ویسکوزیته شد ($P\leq ۰/۰٥$). میزان رسوب نمونه‌ها با افزایش پودر کاکائو افزایش یافت، در حالی که افزایش میزان صمغ تراگاکانتین تاثیر دوگانه‌ای بر میزان رسوب نمونه‌ها داشت به‌طوری‌که افزایش آن تا حدود میزان ۰/۲۲٥ درصد سبب کاهش میزان رسوب و افزایش آن از مقدار ذکر شده تا ۰/۳ درصد سبب افزایش میزان رسوب شد. ارزیابی حسی نمونه-های شیر کاکائو نشان داد که بیشترین مقبولیت حسی مربوط به نمونه‌های حاوی مقدار میانی پودر کاکائو می‌باشد اما صمغ تراگاکانتین تاثیر معنی‌داری بر پذیرش کلی نمونه‌های شیر کاکائو از دیدگاه ارزیابان حسی نداشت. اثر متقابل صمغ تراگاکانتین و پودرکاکائو نیز، بر پذیرش کلی نمونه‌ها معنی‌دار نبود. همچنین یافته‌های حاصل از توزیع اندازه ذرات نمونه بهینه حاکی از افزایش اندازه ذرات نمونه شیر کاکائو با افزودن صمغ تراگاکانتین بود. **نتیجه‌گیری نهایی**: نتایج بهینه‌سازی نشان داد که بهترین نمونه با خواص فیزیکی‌شیمیایی و حسی مطلوب، زمانی حاصل می‌شود که فرمولاسیون شیر کاکائو شامل ٥/۱۲ درصد پودر کاکائو و ۰/۱۰ درصد صمغ تراگاکانتین باشد.

واژگان کلیدی: بهینه‌سازی، روش سطح پاسخ (RSM)، شیر کاکائو، صمغ تراگاکانتین

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تولید شیر و محصولات شیری، به دلیل دارا بودن ترکیبات غنی از پروتئین و مواد مغذی ضروری بدن، یکی از فعالیت‌های مهم در صنایع غذایی محسوب می‌شود (استادزاده و همکاران ۱۳۹۱)، به گونه‌ای که مصرف سرانه آن‌ها به‌عنوان یکی از شاخص‌های توسعه جوامع انسانی مطرح است (کشتکاران و همکاران ۱۳۹۱). امروزه، به منظور افزایش رغبت به مصرف شیر، انواع مختلف آن از جمله شیرهای کم‌چرب، پرچرب و شیرهای طعم‌دار تولید می‌شود. تولید شیر با طعم‌های مختلف سبب می‌گردد مردم به‌خصوص کودکان بیشتر برای خرید و مصرف شیر راغب شده و از این طریق میزان مورد نیاز لبنیات روزانه را دریافت نمایند. شیر طعم‌دار یک نوشیدنی لبنی‌است که از شیر، طعم دهنده‌ها (مانند موز، کاکائو یا پودر کاکائو، توت فرنگی و ...) و یک شیرین کننده تهیه شده و اغلب با ویتامین‌ها و کلسیم غنی شده است (دادگستر ۲۰۱۳). در این میان شیر کاکائو شناخته شده‌ترین و مورد قبول‌ترین نوع شیرهای طعم‌دار است. جلوگیری از ناپایداری فیزیکی شیر کاکائو یکی از چالش‌های بزرگ صنایع لبنی است. علت اصلی ناپایداری این فرآورده، فرآیند الحاق[1] است که در آن ذرات درون شیرکاکائو به یکدیگر پیوسته و یک ذره بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهد که این ذرات بزرگ‌تر، ته‌نشین شده و دیسپرسیون به دو فاز تقسیم می‌شود (پراکاش و همکاران ۲۰۱۰). یکی از راه‌های افزایش پایداری و جلوگیری از ایجاد رسوب و دو فاز شدن در طول نگهداری این فرآورده، افزودن پایدار کننده است.

هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها از نظر شیمیایی، پلی ساکاریدهایی با وزن مولکولی بالا هستند که با داشتن ساختار متفاوت، باعث ایجاد خصوصیات کاری متفاوتی می‌شوند. این دسته از مواد کاربردهای وسیعی در صنعت غذا، از جمله بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی سیستم‌های غذایی دارند (وستنبرگ ۲۰۱۵). همچنین با افزایش ویسکوزیته ظاهری فرآورده یا در اثر برهم کنش کلوئیدی از نوع ممانعت فضایی و دفع *الکتروستاتیک* سبب پایداری بعضی از سیستم‌های غذایی می‌شوند (فروغی نیا و همکاران ۱۳۸٦). در بین پایدارکننده‌های مورد استفاده در شیر کاکائو، در حد وسیعی از کاراگینان استفاده می‌شود. با این وجود در سال‌های اخیر پژوهشگران به فکر جایگزینی صمغ‌های بومی از جمله کتیرا با نمونه تجاری هستند. کتیرا صمغی برون‌ریز از نوعی گون از جنس *آستراگالوس*، بومی مناطق خشک شرق مدیترانه و جنوب شرقی آسیا و ارتفاعات صحرای شمال و غرب ایران به‌ویژه کوه‌های زاگرس می‌باشد. کتیرا از نظر شیمیایی حاوی دو بخش محلول و نامحلول در آب می‌باشد که به‌ترتیب تراگاکانتین و باسورین (تراگاکانتیک اسید) نامیده می‌شود (محمدی‌فر و همکاران ۲۰۰٦). این صمغ یک پلی‌ساکارید آنیونی، غیر یکنواخت و با وزن مولکولی بالا است (چنلو و همکاران ۲۰۱۰) که در سال ۱۹٦۱ توسط سازمان غذا و داروی امریکا FDA[2] به‌عنوان یک افزودنی غذایی سالم GRAS[3] پذیرفته شده است (بلاقی و همکاران ۲۰۰۹). پژوهش‌های متعددی در راستای استفاده از صمغ کتیرا در نوشیدنی‌های شیری انجام گرفته است. در یکی از این پژوهش‌ها (محمدی و همکاران ۱۳۸۹) نشان دادند که هیدروکلوئیدهای پکتین، لوبیای خرنوب، گوار، کتیرا و صمغ فارسی به ترتیب در غلظت‌های ۰/۵، ۰/۵، ۰/٤، ۰/۳ و ۲/۲ درصد تراگاکانتین و بخش محلول صمغ فارسی به ترتیب در غلظت‌های ۰/۱۷۵ و ۱ درصد به مدت ۳۰ روز از دو فاز شدن مخلوط شیر و آب پرتقال جلوگیری کرد. (کشتکاران و همکاران ۲۰۱۳) تاثیر دو گونه صمغ کتیرا *(آستراگالوس راهنسیس*[4] *و آستراگالوس گوسیپینوس*[5]*)* را بر برخی

[1] Joining

[2] Food and Drug Administration
[3] Generally recognized as safe
[4] *Astragalus rahensis*
[5] *Astragalus gossypinus*

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی نوشیدنی شیر خرما مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که شاخص‌های توصیف کننده رفتار جریانی[1]، اندازه ذرات و شاخص‌های توصیف کننده بر رنگ نمونه‌ها تاثیر معنی‌دار داشته و این تاثیر به میزان قابل توجهی تحت تاثیر غلظت و نوع کتیرای مورد استفاده می‌باشد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نمونه‌های حاوی ۰/۲ و ۰/۳ درصد صمغ کتیرا بالاترین مطلوبیت را داشتند. تاکنون پژوهش‌های بسیار کمی در مورد کاربرد و بررسی صمغ‌های بومی ایران در فرمولاسیون شیرهای طعم‌دار منتشر شده است. هدف این پژوهش بهینه‌سازی فرمولاسیون شیرکاکائو از طریق بررسی تاثیرات غلظت‌های مختلف کاکائو و صمغ تراگاکانتین بر مبنای خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی شیرکاکائو به روش سطح پاسخ می‌باشد. نتایج این پژوهش می‌تواند کمک شایانی به تولید شیر کاکائویی مطابق با ذائقه مصرف‌کنندگان باشد.

مواد و روش‌ها

شیر پاستوریزه و هموژنیزه به دو صورت کم‌چرب و پرچرب از شرکت دامداران تهیه و به منظور دست‌یابی به شیر ۲/۵ درصد چربی طبق مقادیر محاسبه شده با استفاده از مربع پیرسون با همدیگر مخلوط شدند. شکر محصول شرکت پردیس از فروشگاه معتبر محلی و پودر کاکائو نوع دلفی از کشور سنگاپور تهیه شد. کتیرای نواری گونه *آستراگالوس گوسیپیانوس* از یک عطاری سنتی در شهر تهران خریداری شد و پس از آسیاب کردن (مدل ARSHIA-ساخت آلمان) و عبور دادن از الک آزمایشگاهی، به شکل پودر مورد استفاده قرار گرفت. سدیم آزید از شرکت (Merch Chemical Co. Darmstadt, Germany) به عنوان نگهدارنده تهیه شد.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی شیر اولیه مصرفی

Table 1- Chemical analysis of raw milk

pH	Fat (%)	Dry matter (%)	Ash (%)	Moisture (%)	Density (g/cm3)
6.67	2.5	10.92	6.45	89.08	1.030

جداسازی جز محلول و نامحلول کتیرا

به منظور جداسازی قسمت محلول (تراگاکانتین) و نامحلول (باسورین)، یک گرم از پودر کتیرا با یک میلی-لیتر اتانول مخلوط و ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده شد. به منظور جذب آب، مخلوط تهیه شده، درون ظرف در بسته به مدت ۱۲ ساعت توسط همزن مغناطیسی در دور ٤۰۰۰ بار در دقیقه هم زده شد. سپس مخلوط به‌دست آمده به مدت ۳ ساعت در ۱۷۰۰g سانتریفیوژ شد (محمدی فر و همکاران ۲۰۰٦). بدین ترتیب بخش محلول و نامحلول کتیرا از یکدیگر جدا و بخش محلول در آب، بعد از خشک شدن به‌وسیله خشک کن پاششی[2] (مدل Dorsa – ساخت ایران) مورد استفاده قرار گرفت. طی فرآیند خشک کردن دبی حجمی، قطر نازل و توان هیتر خشک کن به ترتیب ۳۰ میلی‌لیتر بر ساعت، ۱ میلی‌متر و ۳ کیلووات بود. دمای هوای ورودی و خروجی دستگاه نیز به ترتیب ۱۸۰C° و ۸۰C° بود.

تهیه تیمارهای شیر کاکائو حاوی صمغ تراگاکانتین

متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق پودر کاکائو (۸- ۲ درصد وزنی/حجمی) و صمغ تراگاکانتین (۰- ۰/۳درصد وزنی/حجمی) بود. سطوح این متغیرها توسط طرح مرکب مرکزی با پنج تکرار در نقطه مرکزی تعیین گردید. به منظور آماده‌سازی تیمارهای مختلف شیر کاکائو، ابتدا ۱۵ درصد از حجم شیر اولیه با چربی ۲/۵ درصد در حمام آب گرم تا دمای ۲۰C° گرم شد. سپس درصدهای مختلف پودر کاکائو، صمغ تراگاکانتین طبق طرح آزمایشات و شکر (به میزان ۷ درصد) به آرامی به شیر اضافه و توسط همزن

[1] Flow behavior

[2] Spray dryer

www.SID.ir

Archive of SID

مغناطیسی (مدل Ikarh - ساخت کشور آلمان) همگن شد، مخلوط حاصل تا دمای ۵۰C° به مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شد و نهایتا به کل حجم شیر اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه با همزن مغناطیسی هم‌زده شد. سدیم آزید به میزان ۰/۰٤ درصد جهت جلوگیری از رشد میکروبی به تمامی نمونه‌ها افزوده شد (استادزاده و همکاران ۱۳۹٤). نمونه‌ها پس از هموژنیزاسیون به وسیله هموژنایزر (مدل FG 200-S – ساخت کشور هنگ کنگ) با دور ۱۲۰۰ در دقیقه، از نقطه نظر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و خصوصیات حسی مورد آزمایش قرار گرفتند. همچنین تیمار بهینه از نقطه نظر اندازه ذرات بررسی شد.

ویژگی‌های شیمیایی

pH با استفاده ازpH متر دیجیتال (مدل ZAG ChemiE. CO–ساخت کشور ایران) و اسیدیته به روش پتانسیومتری و بر مبنای اسیدلاکتیک طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۲۲ تعیین شد (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲).

اندازه‌گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (مدلNDJ-8S –ساخت کشور امریکا) در دمای اتاق (۲۵C°) اندازه‌گیری شد. بعد از آزمایشات مقدماتی، اسپیندل شماره ۲ به‌عنوان مناسب‌ترین اسپیندل و ۳۰ دور در دقیقه به‌عنوان سرعت چرخشی مورد نظر انتخاب شد. ویسکوزیته برحسب میلی پاسکال ثانیه گزارش شد (پراکاش و همکاران ۲۰۰۰).

اندازه‌گیری میزان رسوب

مقدار ۱۱ گرم از نمونه‌های شیر کاکائو در لوله‌های آزمایش مدرج که قبلا به وزن ثابت رسیده بود، توزین و در دستگاه سانتریفیوژ (مدل Hermle Labortechnik Gmb Z 206- ساخت کشور آلمان) با سرعت ۵٦۰۰ دور در دقیقه (معادل ۳۰۱۵g) به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۰C° سانتریفیوژ گردید. رسوب از بخش محلول جدا و در آون (مدل .Shimi CO - ساخت کشور ایران) با دمای ۱۲۰C° به مدت ۳٦ ساعت خشک و پس از سرد شدن در دسیکاتور، توزین شد. نتایج برحسب گرم رسوب در ۱۰۰ گرم شیر کاکائو گزارش شد (لانگندورف و همکاران ۲۰۰۰).

ارزیابی حسی

مهم‌ترین خصوصیات حسی نمونه‌ها شامل رنگ، طعم، خصوصیات ظاهری، قوام و پذیرش کلی توسط ۱۵ نفر ارزیاب حسی طبق مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای (امتیاز ۱ به معنی عدم پذیرش و امتیاز ۵ به معنی حداکثر پذیرش) مورد ارزیابی قرار گرفت (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۷).

تعیین اندازه ذرات

توزیع اندازه ذرات[1]نمونه بهینه در دمای اتاق با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری ذرات (مدلmalvwrn – ساخت کشور انگلستان) به روش انکسار لیزری[2]انجام شد (صادقیان ۱۳۹۲). دستگاه نامبرده z-average را گزارش نموده، اما منحنی توزیع ذرات را بر حسب قطر ذرات نمونه ترسیم می‌کند. البته z-averge با قطر ذرات نمونه کاملا متناسب بوده، که عبارت است از: قطر میانگین هارمونیک ذرات نمونه، که از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Dz = \frac{\sum Si}{\sum \frac{Si}{Di}} \quad \text{(Equation 1)}$$

در این فرمول D_i قطر ذرات و S_i شدت پراکنش ذرات است.

تجزیه و تحلیل آماری

بهینه‌سازی فرمولاسیون شیر کاکائو با استفاده از روش سطح پاسخ و در قالب یک طرح مرکب مرکزی انجام شد. طرح مورد نظر با استفاده از دو متغیر پودر کاکائو و صمغ تراگاکانتین راه‌اندازی شد. سطوح هر یک از متغیرها در جدول ۲ به‌صورت کدار و غیرکدار

[1] Particle size analysis
[2] Laser diffraction particle size analyzer

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده است. طبق آزمایشات اولیه دامنه هر یک از متغیرهای مستقل تعیین و سپس، ۵ سطح از هریک از متغیرهای مستقل و ۱۳ تیمار توسط نرم‌افزار دیزاین اکسپرت (نسخه ۸) ارائه شد (جدول ۳). نمونه‌های شیر کاکائو بر اساس فرمولاسیون‌های مشخص شده در طرح آزمون تهیه و از نقطه‌نظر ویژگی‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. یک مدل چند جمله‌ای درجه دوم (رابطه شماره۲) به داده‌های تجربی برازیده شد:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{3} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{3} \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=i+1}^{3} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{(Equation 2)}$$

که Y پاسخ (میانگین خطای مطلق) و $\beta 0$، βi، βii و βij ضرایب رگرسیونی به ترتیب برای عرض از مبدا، خطی، درجه دوم و برهم‌کنش‌ها بوده و Xi و Xj متغیرهای مستقل می‌باشد. تحلیل سطح پاسخ و ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت (شرکت Design Expert ایالت متحده) انجام شد. همچنین در بخش دوم مقایسه ویژگی‌های نمونه بهینه ارائه شده توسط نرم افزار و حاصل از آزمون، با استفاده از نرم افزار *SAS*(*Version 9.3*) و طرح کاملاً تصارفی صورت پذیرفت و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مختلف استفاده شد.

جدول ۲- سطوح متغیرهای مختلف مورد بررسی در شیر کاکائو به صورت کددار و غیرکددار

Table 2- Levels of various variables investigated in coded and non-coded chocolate milk

Code and Related level					independent variable
-1.41	-1	0	+1	+1.41	
2	3.5	5	6.5	8	Cocoa Powder
0	0.075	0.15	0.225	0.3	Tragacanthin Gum

جدول ۳- تیمارهای مختلف شیر کاکائو

Table 3- Different treatments of chocolate milk

Variable without code		Coded variable		
Tragacanthin (%) gum	Cocoa Powder (%)	X_2	X_1	Treatment
0	2	-1	-1	1
0	8	-1	+1	2
0/3	2	+1	-1	3
0/3	8	+۱	+۱	4
0/15	3/5	0	-0/5	5
0/15	6/5	0	+0/5	6
0/075	5	-0/5	0	7
0/225	5	+0/5	0	8
0/15	5	0	0	9
0/15	5	0	0	10
0/15	5	0	0	11
0/15	5	0	0	12
0/15	5	0	0	13

نتایج و بحث

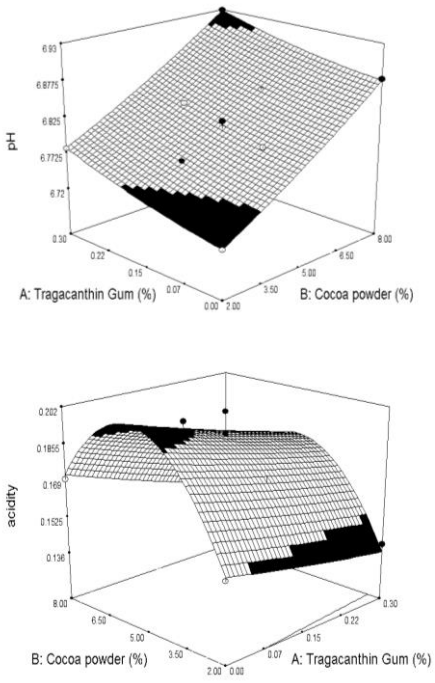
بررسی اثر متغیرهای مستقل بر pH و اسیدیته

در این پژوهش مقدار pH نمونه‌های شیر کاکائو در محدوده ٦/٧٢ تا ٦/٩٣ و اسیدیته بین ٠/١٤ تا ٠/٢٠ متغیر بود. بررسی داده‌های حاصل از آزمون نشان می‌دهد افزایش میزان پودر کاکائو و صمغ تراگاکانتین موجب افزایش معنی‌دار میزان pH شیر کاکائو شد (شکل ١). نگاهی به یافته‌های به دست آمده در ارتباط با اسیدیته نمونه‌ها نیز بیانگر این موضوع است که افزایش میزان صمغ تراگاکانتین همواره موجب کاهش اسیدیته می‌شود (جدول ٤ و شکل ١)، در حالی که افزودن پودر کاکائو تاثیر معنی‌داری بر اسیدیته نداشت (جدول ٤). pH و اسیدیته دو پارامتر فیزیکی و شیمیایی مهم در ارزیابی نوشیدنی‌ها می‌باشند که تاثیر به‌سزایی بر کیفیت نهایی محصول دارند. افزودن هر ماده خارجی به شیر می‌تواند موجب تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی آن از جمله pH و اسیدیته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

در نتیجه می‌توان دلیل افزایش معنی‌دار pH با افزودن پودر کاکائو را به pH بالاتر کاکائو (۷/٤۹) در مقایسه با شیر نسبت داد. پژوهش‌های مختلفی تغییر pH و اسیدیته در نتیجه افزودن ماده خارجی به شیر را به اثبات رسانده‌اند. در یکی از این پژوهش‌ها محمدی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند افزودن آب پرتقال به شیر سبب کاهش pH محصول نهایی (تا ٤±۰/۰۵) شد. احمدزاده و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند که افزایش میزان صمغ کاراگینان موجب کاهش pH و افزایش اسیدیته شیر *گردو شد*. این محققین کاهش میزان pH در اثر افزایش میزان صمغ را به خاصیت صمغ‌ها در جذب آب و تحرک یون‌های H^+ نسبت دادند که با افزایش میزان صمغ این خاصیت تشدید می‌شود. کاظمی‌زاده و نوغانی (۱۳۹۵) مشاهده کردند با افزایش عصاره پوست انار، pH و اسیدیته نمونه‌های شیر طعم-دار به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد که این موضوع را به پایین بودن pH عصاره پوست انار به دلیل وجود اسیدهایی مانند آسکوربیک اسید و سایر ترکیبات اسیدی در آن نسبت دادند.



شکل ۱- سطح پاسخ برای اثر (a): صمغ تراگاکانتین و (b): پودر کاکائو بر pH و اسیدیته شیر کاکائو

Figure 1- Response surface for the effect of (a); of tragacanthin gum and (b); cocoa powder on pH and acidity of chocolate milk

جدول ۴- آنالیز واریانس (ANOVA) اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شیرکاکائو

Table 4- Analysis of variance (ANOVA) effect of independent variables on physical and chemical properties of licorice

Sedimentation (%)		Viscosity		Acidity		pH		
Sum of Squares	Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	
49.66^{***}	4.72	2334.14^{***}	28.88	0.004538^{**}	0.19	0.03^{***}	6.81	Model
								Linear effect
2.42^{*}	0.72	2112.5^{***}	21.65	0.00045^{*}	-0.010	0.003472^{***}	0.028	β_1
43.80^{***}	3.12	118.58^{***}	5.13	0.0002722^{ns}	0.0018	0.026^{***}	0.077	β_2
								Reaction effect
1.25^{ns}	0.56	27.56^{***}	2.63	0.000025^{ns}	-0.0025	0.000025^{ns}	-0.0025	β_{12}
								Quadratic effect
0.33^{ns}	-1.16	2.52^{ns}	-3.21	0.0000001^{ns}	0.0008	0.0000093^{ns}	0.0062	β_{11}
0.93^{ns}	1.96	17.16^{**}	8.39	0.0003747^{ns}	-0.039	0.0000093^{ns}	0.0062	B_{22}
-	0.9436	-	0.9980	-	0.8939	-	0.9947	R^2
-	0.9034	-	0.9967	-	0.8181	-	0.9909	Adj-R^2
-	0.0531	-	0.4461	-	0.0859	-	0.7189	Lack of Fit

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- آنالیز واریانس (ANOVA) اثر متغیرهای مستقل بر ویژگی‌های حسی شیر کاکائو

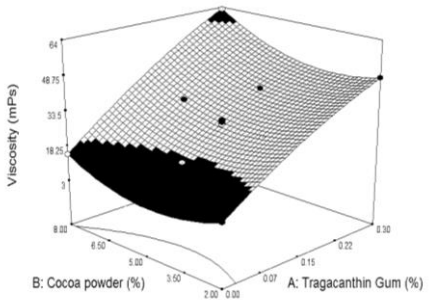
Table 5- Analysis of variance (ANOVA) Effect of independent variables on sensory characteristics of chocolate milk

Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	Sum of Squares	Regression Coefficients	
10.08^{***}	4.61	12.75^{***}	4.46	11.20^{***}	4.58	8.96^{***}	4.56	8.18^{***}	4.58	Model
										Linear effect
0.019^{ns}	-0.066	0.092^{**}	-0.14	0.036^{ns}	-0.090	0.0018^{ns}	-0.020	0.027^{ns}	-0.087	β_1
0.44^{***}	0.31	0.37^{***}	0.29	0.80^{***}	0.42	0.36^{***}	0.28	0.74^{***}	0.40	β_2
										Reaction effect
0.026^{ns}	-0.080	0.17^{**}	-0.20	0.021^{ns}	-0.073	0.017^{ns}	-0.065	0.034^{ns}	-0.092	β_{12}
										Quadratic effect
0.031^{ns}	-0.35	0.16^{**}	-0.80	0.016^{ns}	-0.26	0.009^{ns}	0.20	0.034^{ns}	0.37	β_{11}
0.62^{***}	-1.59	0.48^{***}	-1.40	0.75^{***}	-1.76	0.99^{***}	-2.02	0.43^{**}	-1.33	B_{22}
-	0.9873	-	0.9963	-	0.9899	-	0.9942	-	0.9859	R^2
-	0.9782	-	0.9937	-	0.9827	-	0.9900	-	0.9758	Adj-R^2
-	0.0749	-	0.1145	-	0.0778	-	0.0539	-	0.0753	Lack of Fit

β1 and β2 are independent variables of tragacanthin gum and cocoa powder, respectively.
One star ($p\leq 0.05$), two stars ($p\leq 0.01$), three stars ($p\leq 0.001$) and ns had no significant effect at 95% level.

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر ویسکوزیته

نتایج آنالیز آماری نشان می‌دهد علاوه بر هر دو متغییر مستقل، اثر متقابل آن‌ها بر یکدیگر و مجذور پودر کاکائو دارای تاثیر معنی‌داری (P≤۰/۰۵) بر پاسخ ویسکوزیته می‌باشد (جدول ٤). همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، ویژگی تغلیظ کنندگی، یعنی افزایش ویسکوزیته، یک ویژگی کلیدی در استفاده از هیدروکلوئیدها در مواد غذایی می‌باشد. پراکاش و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که با افزایش کاراگینان ویسکوزیته شیرکاکائو افزایش می‌یابد. اشمیت (۱۹۹۲) نشان داد که استفاده از غلظت‌های مختلف گوار، کاراگینان و زانتان موجب افزایش ویسکوزیته شیرهای طعم‌دار می‌گردد. بر اساس نتایج اثر متقابل پودر کاکائو و صمغ تراگاکانتین بر میزان ویسکوزیته معنی‌دار بود به گونه‌ای که استفاده همزمان آن‌ها تأثیر چشمگیرتری نسبت به استفاده جداگانه هر کدام از آن‌ها داشت. نمودار رویه سه بعدی به‌خوبی بیانگر اثر متقابل پودر کاکائو و صمغ تراگاکانتین بر ویسکوزیته ظاهری می‌باشد. در این رابطه میلانی و همکاران (۱۳۹۰) اذعان داشتند افزودن همزمان گوار و عسل سبب افزایش بیشتر ویسکوزیته بستنی ماستی می‌شود.



شکل ۲- سطح پاسخ برای اثر (a): صمغ تراگاکانتین و (b): پودر کاکائو بر ویسکوزیته شیر کاکائو

Figure 2- Response surface for the effect of (a); of tragacanthin gum and (b); cocoa powder on viscosity of chocolate milk

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر میزان رسوب

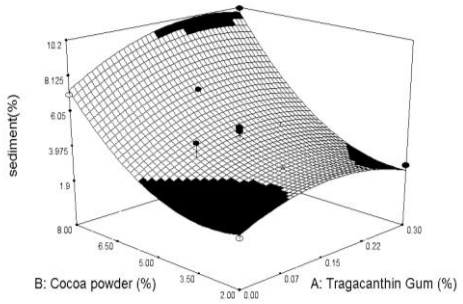
نتایج آماری نشان داد که هر دو متغیر پودر کاکائو و صمغ تراگاکانتین و همچنین مجذور آن‌ها اثر معنی‌داری بر میزان رسوب نمونه‌ها دارد اما اثر متقابل این دو متغیر طبق آنالیز واریانس معنی‌دار (P≤۰/۰۵) نبود (جدول ٤). بررسی نمودار رویه سه بعدی نشان می‌دهد

www.SID.ir

Archive of SID

(شکل ۳) با افزایش میزان پودر کاکائو، میزان رسوب افزایش یافت، در حالی‌که افزودن صمغ تراگاکانتین تاثیر دوگانه‌ای بر میزان رسوب نمونه‌های شیر کاکائو داشت به گونه‌ای که افزایش آن تا حدود میزان ۰/۲۲۵ درصد موجب کاهش میزان رسوب و افزایش آن از مقدار ذکر شده تا ۰/۳ درصد موجب افزایش میزان رسوب شد. در توجیه نتایج تحقیق حاضر طبق نظریه سیربه و همکاران (۱۹۹۸) می‌توان به احتمال پدیدهDepletion flocculation اشاره کرد این پدیده زمانی رخ می‌دهد که غلظت هیدروکلوئید آزاد بیش از مقدار مورد نیاز باشد و هیدروکلوئید دیگر نتواند آب جذب کند و در نتیجه به شکل رسوب خارج شود. در مطالعه‌ای مشابه، پراکاش و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند کاپا و لاندا کاراگینان در غلظت‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد موجب پایداری و کاهش میزان رسوب شیرکاکائو گردید و غلظت‌های ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد کاراگینان موجب افزایش رسوب شیر کاکائو شد.

محمدی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند صمغ کتیرا در غلظت ۰/۳ درصد قادر به پایدارسازی کامل نمونه-های شیر آب پرتقال بود. این محققان نشان دادند که بخش‌های محلول و نامحلول کتیرا به ترتیب در غلظت-های ۰/۱۷۵ و ۰/۵ درصد قادر به پایدارسازی بودند. ساز و کار پایدارسازی توسط تراگاکانتین را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که با توجه به ساختار این ماده، احتمالا به‌واسطه نیروی الکترواستاتیک واکنشی بین گروه‌های کربوکسیل گالاکتورونیک اسید موجود در شاخه اصلی تراگاکانتین با کازئین‌های دارای بار مثبت رخ می‌دهد و در نتیجه شاخه‌های جانبی متصل به شاخه اصلی با تشکیل لایه‌ای در اطراف ذرات از نزدیک شدن ذرات به یکدیگر و تجمع ممانعت می‌کنند. با توجه به ساز و کار مطرح شده، به نظر می‌رسد که بخش عمده پایدارسازی بر عهده بخش محلول کتیرا باشد (محمدی و همکاران ۱۳۸۹).



شکل ۳- سطح پاسخ برای اثر (a): صمغ تراگاکانتین و (b): پودر کاکائو بر رسوب شیر کاکائو

Figure 3- Response surface for the effect of (a); of tragacanthin gum and (b); cocoa powder on sediment of chocolate milk

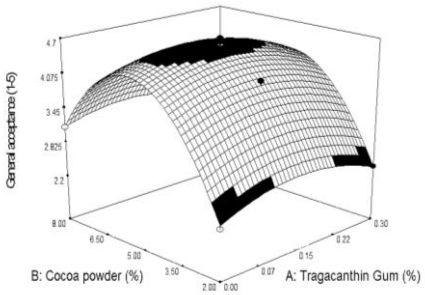
بررسی اثر متغیرهای مستقل بر خصوصیات حسی

از دیدگاه ارزیابان حسی، تیمارهای مرکزی حاوی ۵ درصد پودر کاکائو و ۰/۱۵ و ۰/۰۷۵ درصد صمغ تراگاکانتین بیشترین مقبولیت را داشتند. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد افزایش مقدار پودر کاکائو تاثیر دوگانه‌ای بر تمامی پارامترهای حسی شامل مقبولیت رنگ، طعم، قوام، خصوصیات ظاهری و پذیرش کلی داشت، به گونه‌ای که ارزیاب‌های حسی بیشترین امتیاز را به نمونه‌های حاوی مقادیر میانی پودر کاکائو اختصاص دادند (شکل ٤). نتایج تحلیل آماری نشان می-دهد که صمغ تراگاکانتین به استثنا پارامتر قوام و خصوصیات ظاهری بر پارامترهای حسی دیگر نظیر رنگ، طعم و پذیرش کلی نمونه‌های شیرکاکائو تاثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۵). همچنین اثر متقابل صمغ

www.SID.ir

Archive of SID

تراگاکانتین و پودرکاکائو بر پذیرش کلی نمونه‌ها معنی-دار نبود. مطالعات متعددی تاثیر صمغ کتیرا را بر ویژگی‌های حسی محصولات لبنی مختف مورد بررسی قرار دادند. از جمله نتایج احمدی و همکاران (۱۳۹۱) که بیان کردند افزودن صمغ کتیرا موجب تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات حسی بستنی نسبت به نمونه شاهد شد. اما مقادیر متفاوت صمغ کتیرا تغییر معنی‌داری در خصوصیات حسی ایجاد نکرد.



شکل ۴- سطح پاسخ برای اثر (a): صمغ تراگاکانتین و (b): پودر کاکائو بر پذیرش کلی شیر کاکائو

Figure 4- Response surface for the effect of (a); of tragacanthin gum and (b); cocoa powder on General Acceptance of chocolate milk

مدل سازی روابط بین خصوصیات شیرکاکائو حاوی صمغ تراگاکانتین

به منظور دست‌یابی به مدل‌های رگرسیونی جهت پیش بینی متغیرهای مستقل، بر پایه داده‌های حاصل از آزمون‌ها، رابطه‌های خطی و چند جمله‌ای حاصل شد (جدول ٦) و مدل‌ها از لحاظ پارامتر فقدان برازش، ضریب همبستگی و ضریب همبستگی تعدیل شده مورد بررسی قرار گرفت. در ارتباط با پارامترهای متغیر، بالا بودن ضریب همبستگی (R^2) و معنی‌دار نبودن ($P>۰/۰۵$) پارامتر فقدان برازش، نشان از مناسب بودن مدل به‌دست آمده دارد. با توجه به نزدیک بودن R^2 به یک و بزرگ بودن مقادیرP پارامتر فقدان برازش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مدل‌های ریاضی ساخته شده به خوبی توانسته‌اند ارتباط بین متغیرهای مورد آزمون را نشان دهد (جدول ٤ و ٥).

جدول ۶-مدل‌های به دست آمده برای پاسخ‌های مختلف مورد بررسی

Table 6- Models obtained for different responses investigated

$Y\ (pH)=6.81+0.028X_1+0.077X_2$	(Equation 3)
$Y(Acidity)= 0.19-0.010\ X_1X_2$	(Equation 4)
$Y\ (Viscosity)= 28.88+21.67X_1+5.13X_2+2.63X_1X_2-8.39\ X_2^2$	(Equation 5)
$(Sedimentation)= 4.72+0.73X_1+3.12X_2$	(Equation 6)
$Y\ (Color)= 4.58+0.40X_2-1.33X_2^2$	(Equation 7)
$(Flavor)=4.56+0.28X_2-0.54X2-2.02X_2^2$	(Equation 8)
$Y\ (consisstency)=4.64-0.14X_1+0.29X_2-0.20X_1X_2-0.80X_1^2-1.40X_2^2$	(Equation 9)
$(Appearance)= 4.58-0.16X_1+0.42X_2-1.76X_2^2$	(Equation 10)
$Y\ (General\ acceptance)=4.61+0.31X_2-1.59X_2^2$	(Equation 11)

X1 and X2 are independent variables of tragacanthin gum and cocoa powder, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

بهینه‌سازی

مبنای بهینه‌سازی دست‌یابی به غلظت‌هایی از متغیرهای مستقل است که به‌ترتیب کمترین و بیشترین میزان رسوب و ویسکوزیته را بدون تاثیر منفی بر خصوصیات حسی ایجاد نمایند. همچنین حدود قابل قبول pH و اسیدیته طبق استاندارد ملی ۱۵۲۷ به عنوان مبنا در نظر گرفته شد. تیمار بهینه با شرایط مشابه سایر تیمارها تولید و نتایج حاصل از آزمون آن با نتایج پیشگویی شده توسط نرم افزار مقایسه گردید. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد بین نتایج پیشگویی شده و نتایج به دست آمده از تیمار بهینه، صحت پیشگویی مدل‌ها را ثابت نمود (جدول ۷).

جدول ۷- تائید آماری مدل در پیش‌گویی مقادیر بهینه صمغ تراگاکانتین و پودر کاکائو برای فرمولاسیون شیر کاکائو

Table 7- Statistical Approval of the Model in Predicting Optimum Quantities of Tragacanthin Gum and Cocoa Powder for Chocolate Milk Formulation

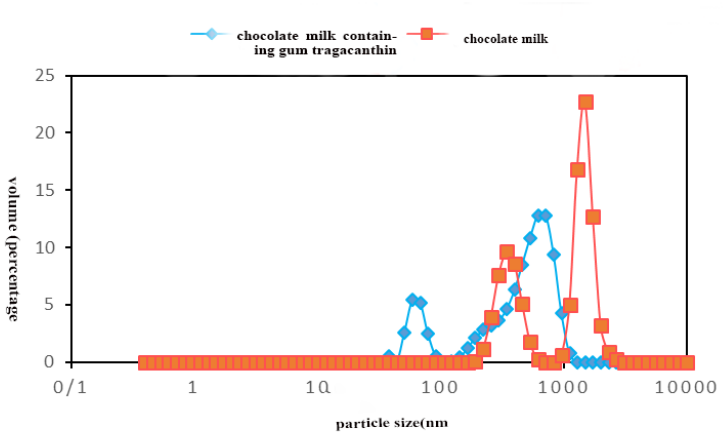
p-Value	The value obtained	Expected value	Parameter
0.131	6.81±0.08	6.80	pH
0.122	0.18±0.01	0.19	Acidity
0.107	4.41±0.10	4.45	Sedimentation
0.079	21.60±0.56	21.30	Viscosuty
0.077	46.68±0.10	4.58	Color
0.086	4.69±0.09	4.60	flavor
0.089	4.70±0.08	4.60	consisstency
0.073	4.68±0.13	4.59	Appearance
0.087	4.67±0.11	4.60	General acceptance

اندازه ذرات نمونه بهینه شیر کاکائو

یافته‌های حاصل از بررسی توزیع اندازه ذرات نمونه بهینه نشان داد که اندازه ذرات نمونه شیر کاکائو بدون افزودن صمغ و شیر کاکائو حاوی صمغ به ترتیب ۳۷۷/۳۸ و ٤١٠/٨٨ نانومتر بود که نشان از افزایش اندازه ذرات با افزودن صمغ داشت. توزیع اندازه ذرات به طور گسترده‌ای به‌منظور بررسی تشکیل و رشد کمپلکس‌های الکتروستاتیک بین پروتئین‌ها و پلی-ساکاریدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد (شکل ٥) که منحنی‌های توزیع، داری دو قله بودند که نشان دهنده عدم یکنواختی توزیع اندازه ذرات در نمونه-ها می‌باشد. به تفسیری دیگر هنگامی که توزیع اندازه ذرات دو قله‌ای با دو پیک باشد، نشان دهنده وجود ذرات بزرگ در کنار ذرات ریز در نمونه‌ها است. خرمی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثر صمغ دانه ریحان بر پایداری و اندازه ذرات امولسیون‌های ایزوله پروتئین آب پنیر در غلظت‌های صفر تا ۰/۳ درصد وزنی- وزنی اعلام کردند که تمام غلظت‌های صمغ به جز غلظت ۰/۳ درصد از نوع تک پیکی و توزیع اندازه ذرات در آن‌ها نرمال می‌باشد. با افزایش غلظت صمغ از صفر تا ۰/۰۲ درصد، قطر متوسط گویچه‌ها افزایش یافت ولی در غلظت‌های بالاتر صمغ (تا غلظت ۰/۱۵) قطر ذرات شروع به کاهش نمود و دوباره با افزایش غلظت صمغ تا ۰/۳ درصد اندازه قطرات افزایش یافت. شیرودی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزودن مقادیر مختلف کتیرا به کشک مایع سبب افزایش قطر متوسط ذرات می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- توزیع اندازه ذرات نمونه‌های شیرکاکائو

Figure 5- Optimal particle size distribution of chocolate milk

نتیجه‌گیری

در این پژوهش بهینه‌سازی فرمولاسیون شیر کاکائو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد استفاده از صمغ بومی تراگاکانتین در غلظت مناسب می‌تواند علاوه بر پایدارسازی، بدون ایجاد تاثیر نامطلوب بر خصوصیات حسی شیر کاکائو مورد استفاده قرار گیرد. براساس نتایج حاصل از بهینه سازی، نمونه شیرکاکائو حاوی ۵/۱۲ درصد پودر کاکائو و ۰/۱۰ درصد صمغ تراگاکانتین به عنوان نمونه بهینه از نظر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی انتخاب شد. همچنین نتیجه اندازه ذرات نمونه بهینه حاکی از افزایش اندازه ذرات نمونه با افزودن این صمغ بود.

منابع مورد استفاده

احمدزاده ر، عسگری ه و قیافه داودی م، ۱۳۹۵. بررسی تاثیر افزودن صمغ کاراگینان بر خصوصیات کیفی نوشیدنی گردو، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۵۷، ۴۵-۵۴.

استادزاده م، عباسی س و احسانی م ر، ۱۳۹۱. تاثیر تیمار فراصوت روی افزایش پایداری شیر کاکائو، *نشریه پژوهش‌های علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، ۱، ۷۳-۸۳.

خرمی م، حسینی‌پرور ه و معتمدزادگان ع، ۱۳۹۲. بررسی اثر صمغ دانه ریحان بر روی پایداری، رفتار رئولوژیکی و اندازه ذرات امولسیون‌های ایزوله پروتئین آب پنیری، نشریه فراوری و نگهداری مواد غذایی، ۲، ۹۱-۱۱۴.

بی نام، ۱۳۸۵. استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، شیر و فرآورده‌های آن- تعیین اسیدیته و *pH* –روش آزمون، سازمان ملی استاندارد ایران.

بی نام، ۱۳۸۷. استاندارد ملی ایران شماره ۴۶۹۱، اصول کلی ارزیابی حسی شیر و فرآورده های آن با روش نمره دهی، سازمان ملی استاندارد ایران.

بی نام، ۱۳۹۲. استاندارد ملی ایران شماره ۵۲۲۲، شیرهای تخمیری-اندازه‌گیری اسیدیته قابل عیارسنجی-روش پتانسیومتری، سازمان ملی استاندارد ایران.

سلیمیان س، خسروشاهی اصل ا و زمردی ش، ۱۳۹۵. تأثیر نوع و مقدار پایدارکننده‌ها بر پایداری و خواص رئولوژیکی و حسی شیر کاکائو، نشریه صنایع غذایی، ۲، ۱۷۳-۱۶۷.

www.SID.ir

Archive of SID

صادقیان ع، ۱۳۹۲. بررسی تأثیر برهم کنشهای بین مولکولی بر ویژگی‌های امولسیون و ریزکپسول روغن هل. پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.

فروغی‌نیا س، عباسی س و حمیدی اصفهانی ز، ۱۳۸٦. تأثیر افزودن تکی و ترکیبی صمغ‌های کتیرا، ثعلب و گوار در پایدارسازی دوغ، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۲، ۲۵-۱۵.

کاظمی زاده ر و فدائی نوغانی و، ۱۳۹۵. تعیین خاصیت ضد اکسیدانی، محتوی پلی فنول کل و شمارش کلی بار میکروبی شیر طعم-دار حاوی عصاره پوست انار و شهد خرما طی نگهداری در سرما، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ٥٤، ۱۵-۲٤.

کشتکاران م، محمدی‌فر م و اسدی غ، ۱۳۹۱. بررسی اثر دو گونه صمغ کتیرا بر برخی ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی نوشیدنی شیرخرما، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۳، ٤۲-۳۱.

محمدی س، عباسی س و حمیدی ز، ۱۳۸۹. تاثیر برخی هیدروکلوییدها بر پایداری فیزیکی، ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی مخلوط شیر- آب پرتقال، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ٤، ۱۲-۱.

میلانی ا، بقایی ه و مرتضوی ع، ۱۳۹۰. اثر جایگزینی عسل، خرما و گوار بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافت و ویسکوزیته دسر بستنی ماستی کم چرب پرتقالی، پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۲، ۱۱۵-۱۲۰.

Balaghi S, 2009. study and comparison of some phvicochemical properties of Iranian gum tragacanth exudates from astragalus species beheshti university, M.C. Faculity of Nutrition Sciences and Food Technology.

Chenlo F, Moreira R, Silva C, 2010. Rheological behaviour of aqueous systems of tragacanth and guar gums with storage time. Journal of Food Engineering *96*(1): 107-113.

Dadgostar P, Jariteh R, Yousefi M, 2013. Evaluation and comparison the physicochemical properties of different commercial milk product. European Journal of Experimental Biology *3*(5): 102-105.

Farzi M, Emam-Djomeh Z, Mohammadifar, M A, 2013. A comparative study on the emulsifying properties of various species of gum tragacanth. International Journal of Biological Macromolecules *57*: 76-82.

Foroughinaia S, Abbasi S, Hamidi Esfahani Z, 2007. Effect of individual and combined addition of salep, tragacantin and guar gums on the stabilisation of Iranian Doogh. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology *2*(2): 15-25.

Keshtkaran M, Mohammadifar M A, Asadi G H, Nejad R A, Balaghi S, 2013. Effect of gum tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. Journal of Dairy Science *96*(8): 4794-4803.

Langendorff V, Cuvelier G, Michon C, Launay B, Parker A, 2000. Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. Food Hydrocolloids 14(4): 273-280.

Mohammadifar M A, Musavi S M, Kiumarsi A, Williams P A, 2006. Solution properties of targacanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudate from *Astragalus gossypinus*). International Journal of Biological Macromolecules 38(1): 31-39.

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

Schmidt K A, 1992. Milk reactivity of gum and milk protein solutions. Journal of Dairy Science 75(12): 3290-3295.

Syrbe A, Bauer W J, Klostermeyer H, 1998. Polymer science concepts in dairy systems—an overview of milk protein hydrocolloid interaction. International Dairy Journal 8(3): 179-193.

Wüstenberg T, 2015. General overview of food hydrocolloids. Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications, First Edition. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA 1-68.

www.SID.ir

Archive of SID

Optimization of chocolate milk formulation containing gum tragacanthin using response surface method

F Zarabadipour [1], Z Piravi-vanak [2*] and M Aminifar[3]

Received: July 17, 2018 Accepted: November 4, 2018

[1] MSc Student, Department of Food Sciences and Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Associate Professor, Food Industry and Agriculture Research Center, Standard Research Institute, Karaj, Iran
[3]Assistant Professor, Food Industry and Agriculture Research Center, Standard Research Institute, Karaj, Iran
*Corresponding author: E mail: zpiravi@gmail.com

Introduction: the production of milk with different flavors causes people, especially children to buy and consume milk more and to get the required amount of dairy daily. Flavored milk is a dairy drink prepared from milk, flavors and a sweetener which is often enriched with vitamins and calcium (Dadgostar 2013). Chocolate milk is the most popular and accepted type of flavored milk. Prevention of physical instability of chocolate milk is an important challenge in the dairy technology (Prakash etal 2010), The main cause of instability of this product is the incorporation process in which the particles of the cocoa milk are joined each other and form a larger particle, and dispersion is divided into two phases. One of the ways to increase sustainability and to prevent sediment and two phases during the maintenance of this product is adding a stablilazer. Hydrocolloids or gums have a wide range of applications in the food industry, such as by increasing the apparent viscosity of the product or by the colloidal interactions of space barrier and electrostatic repulsion which stabilize some food systems (Foroughinia etal 2007). The native Tragacanth gum is an extruded gum of the Astragalus species, which is chemically containing two parts soluble and insoluble in water, which is called tragacanthine and bassorin (tragacanthic acid), respectively (Mohammadifar etal 2006). This gum is a anionic polysaccharide, non-uniform and high molecular weight (Chenlo etal 2010). In the year 1961 by the US Food and Drug Administration (FDA) has been accepted as a healthy food additive (GRAS) (Balaghi 2009).
The present research was thus aimed optimizing the formulation of chocolate milk to achieve a product with Desirable physical, chemical and sensory properties.
Material and methods: Optimization of Chocolate milk formulation using response surface methodology and in the form of a central composite design was performed. The desired design was set up using two variables of cocoa powder and Tragacanthin gum. According to primary tests, the range of each of the independent variables was determined and then 5 levels of each independent variable and 13 treatments were presented by Design Expert Software (version 8) (table 3). The samples of Chocolate milk based on the formulations specified in the preparation test plan and were evaluated from the viewpoint of different characteristics. In order to prepare different treatments of Chocolate milk, first 15% of the initial milk volume with 2.5% fat in the hot water bath up to 20°C temperature.Then, the different percentages of cocoa powder, tragacanthin gum according to experiments plan and sugar (7%) and tragacanthin gum According to treatment, was slowly added to the milk and Became uniform by magnetic stirrer (model-Ikarh making Germany).
The mixture was heated up to 50 ° C for 20 minutes and finally added to the total volume of milk and was stirred by magnetic stirrer for 20 minutes (Ostadzade etal 2012). Samples were tested after Homogeneisation by Homogenaizer (FG Model 200-S – Hong Kong Country) with a circumference of 1200 per minute, from viewpoint on the physical, chemical and sensory properties of chocolate milk. Also in order to separate the soluble (Tragacanthine) and insoluble (Basorine) parts, one gram of tragacanth powder with one milliliter of ethanol mixed and 200 milliliter of distilled water was

www.SID.ir

Archive of SID

added to it. In order to absorb water, the mixture was stirred inside the container for 12 hours by a magnetic stirrer at 4000 rounds per minute. The mixture the was centrifuged at 1700 g for 3 hours (Mohammadifar etal 2006). Thus, the soluble and insoluble sections of tragacanth were separated from each other and the water soluble part was used after drying by spray dryer (Dorsa model-Made in Iran).

Results and discussion: The results showed that increase in gum tragacanthin or cocoa powder was accompanied by increase of pH ($p< 0.05$). and The acidity of the samples decreased with increasing the amount of tragacanthin gum ($p\leq 0.05$), while adding cocoa powder had no significant effect on the amount of acidity. Addition of any foreign matter to milk can cause change its physical and chemical properties, including pH and acidity. Consequently, the reason for the significant increase in pH with the addition of cocoa powder can be attributed to the higher pH of cocoa (7.49) compared to milk. increase in level of formulation ingredients caused an increase of viscosity of the chocolate milk ($p< 0.05$). Both independent variables, their interaction with each other and the square cocoa powder had a significant effect ($P \leq 0.05$) on the viscosity response. results show an increase of sedimentation amount once the cocoa powder increased. While by increasing the gum tragacanthin concentration, there was a twofold effect in sedimentation amount and in average level of gum, the minimum amount of sediment was observed. So that it increased up to approximately 0.225% of the amount of sediment and its increase from the mentioned value to 0.3% increased sediment content. In justification the results of the present study According to Syrbe etal 1998 theory, the phenomenon of depletion flocculation may occur when the concentration of free hydrocolloid occurs. when the concentration of free hydrocolloid exceeds the required amount and the hydrocolloid is no longer able to absorb water and thus in the form of sediment out. Also, the sensory evaluation of chocolate milk samples showed that most desirability was to be found in samples containing the average level of cocoa powder, but according to panelists, gum tragacanthin did not have a significant effect in general acceptance.

The results of particle size distribution analysis of optimum sample size showed that the particle size of chocolate milk without gum and chocolate milk containing gum were 377.38 and 410.88 nm, respectively.

Conclusion: The use of native tragacanthin gum in suitable concentration can be used in addition to stabilization without causing adverse effect on the sensory properties of Chocolate milk. Also, the result of optimal sample particle size showed an increase in the sample particle size by adding this gum. Optimization results also show that, the best sample with the desirable physicochemical and sensory properties was obtained by 5.12 % cocoa powder and 0.10 % of gum tragacanthin in chocolate milk formulation.

Keywords: Chocolate milk; Gum tragacanthin; formulation; Optimization; Response surface method (RSM)

www.SID.ir