نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۲ شماره ۲/ سال ۱۳۹۱

بهینه‌سازی تولید مربای کم کالری "به" با استفاده از شیرین کننده مصنوعی استویا

مجتبی یوسفی اصلی[۱]، سید امیرحسین گلی[۲*] و مهدی کدیور[۳]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۵

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[*]مسئول مکاتبه: E-mail: amirgoli@cc.iut.ac.ir

چکیده

در این مطالعه، کاهش میزان شکر در فرمولاسیون مربای معمولی "به" با استفاده از شیرین کننده استویا بررسی شده است. به منظور بهینه‌سازی فرمول و تولید مربای کم کالری "به" سه فاکتور میزان پکتین، پودر استویا و شکر در سه سطح مختلف با استفاده از طرح دی اپتیمال بوسیله روش آماری سطح پاسخ انتخاب شدند. برای بررسی مدل و انتخاب فرمول بهینه از پاسخ قوام محصول استفاده شد که پکتین و شکر به ترتیب به صورت خطی و درجه دوم بر قوام موثر بودند و بین شکر و پکتین یک اثر متقابل وجود داشت. با توجه به نتایج، اختلاف معنی‌داری بین قوام اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده توسط مدل وجود نداشت و شرایط بهینه برای تولید مربای کم کالری با قوام مناسب، ۰/٤ درصد پکتین، ۰/۲۷ درصد پودر استویا و ۵۰ درصد شکر تعیین شد. نتایج نشان داد که با استفاده از پودر استویا تولید مربای کم کالری "به" امکان‌پذیر است به طوری که می‌توان میزان شکر را به ۵۰٪ میزان معمول آن تقلیل داد بدون آنکه خصوصیات ارگانولپتیکی محصول تغییر یابد.

واژه‌های کلیدی: "به"، روش سطح پاسخ، شیرین کننده استویا، مربای کم کالری

Optimization of low-calorie quince jam production with Stevioside sweetener

M Yousefi asli[1], SAH Goli[2*] and M Kadivar[3]

Received: February 26, 2012 Accepted: June 14, 2012
[1] MSc graduated, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[2] Assistant Professor, Department Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[3] Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[*]Corresponding author: E-mail: amirgoli@cc.iut.ac.ir

Abstract
In this study, reduction of sugar content in quince jam using stevia sweetener was evaluated. In order to optimize the formula and low-calorie quince jam production, three factors of pectin, stevioside and sugar content at three levels were evaluated using response surface methodology (RSM) with design of D-Optimal. To evaluate the model and determine optimum points, the response of consistency was used. The effect of sugar and pectin on consistency was in quadratic and linear manner, respectively and also had an interactive effect on the consistency. According to the results, there was no significant difference between actual and predicted consistency and the optimized condition for jam production was 0.4% pectin, 0.27% stevioside and 50% sugar. The results showed that the production of low-calorie jam using stevioside by reducing the sugar content to 50% without any changes in its sensory properties was possible.

Keywords: Quince, Response surface methodology, Stevioside sweetener, Low-calorie jam

مقدمه

رژیم‌های غذایی پرکالری به همراه عدم فعالیت فیزیکی کافی می‌تواند منجر به افزایش وزن شده که در نهایت باعث بروز بیماری‌هایی همچون چاقی، بیماری‌های قلبی و عروقی ، فشار خون، دیابت غیروابسته به انسولین و غیره می‌گردد (چِیس ۱۹۷۹). آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب می‌تواند در سلامتی افراد موثر باشد، موجب شده تا امروزه تولیدکنندگان مواد غذایی، محصولاتی با چربی، شکر و نمک کم و فیبر بیشتر تولید نمایند که این رژیم‌های غذایی می‌تواند از بروز برخی از بیماری‌ها جلوگیری کند (لوئیس و همکاران ۲۰۰۷). همانطور که گفته شد یکی از این رژیم‌های خاص، تولید غذاهای کم کالری با میزان کمتر شکر است که در این رابطه ترکیبات شیرین کننده متنوعی به عنوان جایگزین شکر مطرح شده‌اند، تا محصولات غذایی و نوشیدنی‌های متنوعی تولید گردد که در آنها میزان شکر دریافتی و کالری تولید شده در بدن انسان کاهش یابد و این محصولات برای افراد چاق و دیابتی مناسب باشد (نوبوروس ۲۰۰۲). امروزه شیرین کننده‌های مصنوعی متنوعی مانند، سیکلامات، ساخارین و آسپارتام با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. علاوه بر این قندهای الکی مانند سوربیتول و مانیتول بعنوان جایگزین شکر، حجم دهنده و بافت دهنده به غذاها اضافه می‌شوند و تا حدودی می‌توانند ویژگی‌های ساکارز را تأمین کنند (نور محمدی و همکاران ۲۰۱۱). آسپارتام متشکل از دو اسید آمینه اسید آسپارتیک و فنیل آلانین می‌باشد و در حرارت بالا به اسیدهای آمینه سازنده خود تجزیه می‌شود که مصرف آن برای بیماران فنیل کتونوریا خطرناک است.

ساخارین شیرین کننده غیرمغذی است که تا سیصد بار شیرین تر از ساکارز می‌باشد. سیکلامات حدود سی بار شیرین‌تر از ساکارز است و مانند ساخارین شک و تردیدهایی درباره سرطان‌زایی آن مطرح می‌باشد (کاردلو و همکاران ۱۹۹۹). امروزه استفاده از شیرین کننده استویا، که ترکیبی با منشا طبیعی است، در بسیاری از کشورها مورد استقبال جدی قرار گرفته است. این ترکیب کالری‌زا نمی‌باشد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای شیرین کننده‌های مصنوعی مانند آسپارتام، ساخارین و سیکلامات باشد، بدون آنکه اثرات ناشی از سوء مصرف این شیرین کننده‌ها را به همراه داشته باشد (کاردلو و همکاران ۱۹۹۹؛ کلوز و همکاران ۲۰۰۸).

استویا (*Stevia rebaudiana*)، گیاهی علفی و حساس به سرما می‌باشد. چهار نوع گلوکوزید استویول اصلی در استویا شناسایی شده است که عبارتند از: ریبادیوزید A، استویوزید، ریبادیوزید C و دالکوزید A. این مواد نسبت به ساکارز بین ۲۵۰-۴۰ برابر شیرین‌تر می‌باشند. تاکنون ریبادیوزید A بهترین کیفیت (شیرینی) را در میان انوع دیگر دارا می‌باشد (سینگ و رائو ۲۰۰۷). این مواد در ۹-۳ =pH و تا دمای زیاد (۱۰۰درجه سانتی‌گراد) پایدار هستند، تخمیر نمی‌شوند و رنگ آنها در اثر پخت تغییر نمی‌کند به همین دلایل استویا کاربردهای وسیعی در فرآورده‌های خوراکی داشته و می‌تواند بعنوان منبع شیرینی در محصولاتی همچون محصولات قنادی و نانوایی، آبمیوه، مربا، شکلات، بیسکویت و دیگر مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد (چانگ و همکاران ۱۹۸۳).

در شصت و سومین جلسه کمیته‌های مشترک نظارت غذایی و دارویی آمریکا با سازمان بهداشت جهانی، این کمیته اعلام کرد استویا بدون ضرر می‌باشد و به نظر می‌رسد که مصرف روزانه آن به مقدار ۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ضرری نداشته باشد (کمیته‌های مشترک نظارت غذایی و دارویی آمریکا با سازمان بهداشت جهانی ۲۰۰۵).

در سال ۲۰۰۸ رنویک، متوسط مصرف روزانه و آخرین حد دریافت ربینا (سطوح بالایی از ربیادیوزید A) را به ترتیب حدود ۱/۳ و ٤/۳ میلی‌گرم برای مصرف عمومی و برای بچه‌ها حدود ۲/۱ و ٥ میلی‌گرم و برای افراد دیابتی ۳/٤ و ٤/٥ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعیین کرد (رنویک ۲۰۰۸).

مربا یک ماده غذایی نیمه جامد است که معمولا از مخلوط کردن ٤٥٪ وزنی میوه و ٥٥٪ وزنی شکر بدست می‌آید. این مخلوط سپس تا غلظت معمولا ٦٥٪ مواد جامد محلول حرارت دیده تا تغلیظ شود. از آنجایی که میزان شکر در مربا بسیار بالا است و از طرفی عوارض مصرف زیاد شکر موجب شده تا مصرف کننده به دنبال مربای کم کالری باشد. از آنجایی که شکر نقش مهمی در ایجاد قوام دارد و با توجه به کاهش میزان شکر در مربای کم کالری، هیدروکلوئیدها می‌توانند تا حدی کمبود شکر را جبران کرده و باعث افزایش قوام و ویسکوزیته در اینگونه مرباها شوند. یکی از پرکاربردترین هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی پکتین است. پکتین از مشتقات کربوهیدرات‌ها بوده و عمدتا از منابع گیاهی مانند پوست مرکبات و تفاله سیب استخراج می‌شود که به اشکال مختلفی وجود دارد (مجذوبی و همکاران ۲۰۱۱). مطالعات گسترده ای در زمینه تولید مربای کم کالری انجام گرفته است. عبداله و چنگ (۲۰۰۱) با استفاده از روش آماری سطح پاسخ، تولید مربای کم کالری مخلوط میوه‌جات گرمسیری را بهینه‌سازی کردند و از آسسولفام و سوربیتول بعنوان شیرین کننده استفاده کردند. فرمول بهینه نهایی حاوی ۱۰٦ کالری انرژی به ازای ۱۰۰ گرم مربا بود که حدود یک سوم کالری مربای معمولی بود. روش سطح پاسخ تکنیکی کارا و نوین برای توسعه، بهبود و اپتیمم‌سازی فرآیندها است که می‌تواند چندین متغیر را با یکدیگر و در یک زمان بررسی کند و پاسخ آنها را بهینه نماید. این تکنیک در طراحی، توسعه و فرمولاسیون محصولات جدید و

همچنین بهبود کیفیت فرآورده‌های موجود کاربرد دارد (نوابوز ۲۰۱۰).

کمیک و همکاران (۲۰۰۱) از شیرین کننده‌های مختلفی مانند ساکارز، شربت عسل و مخلوطی از شربت عسل و ساکارز به نسبت مساوی (۱:۱) برای تولید مربای کم کالری تمشک، توت فرنگی، گیلاس و توت استفاده کردند و مشاهده کردند که در طی ٦ ماه انبارداری، محتوای اسیدی به آرامی، اما محتوای پکتین بطور محسوسی در مربا کاهش می‌یابد. همچنین ارزیابی ارگانولپتیکی نشان داد اگرچه شربت عسل باعث کاهش رنگ مربا می‌شود اما طعم و آروما را بهبود می‌بخشد. کورا و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات حسی و فیزیکوشیمیایی مربای رژیمی گوئاوا را که از سدیم ساخارین و سدیم سیکلامات بعنوان شیرین کننده و جایگزین شکر استفاده کردند، بررسی کردند و مشاهده کردند که تفاوت محسوسی از نظر خصوصیات حسی (طعم، بافت، رنگ و آروما) بین مربای معمولی و مربای رژیمی تولیدی وجود ندارد به طوری که از ٥٠ ارزیاب، ٢٦ ارزیاب مربای معمولی و ٢٤ ارزیاب مربای رژیمی را ترجیح دادند.

یکی از میوه‌های پرمصرف در تولید مربا "به" است. "به" از خانواده گل سرخیان (*Rosaceae*) بوده و به نام علمی *Cydonia oblonga* یا *Cydonia vulgaris* خوانده می‌شود. به علت سفت و گس بودن، مصرف آن بصورت تازه خوری چندان معمول نیست و بیشترین مصرف آن در تهیه شربت، مربا و به لیمو می‌باشد (سیلوا و همکاران ۲۰۰۲).

از آنجایی که تاکنون هیچ گونه مطالعه‌ای بر روی استفاده از شیرین کننده مصنوعی استویا به عنوان جایگزین شکر در محصول مربا انجام نگرفته و از طرفی "به" یک میوه محبوب در کشور ایران می‌باشد که از آن به وفور در تهیه مربا استفاده می‌شود، در این تحقیق سعی می‌شود با استفاده از استویا (شیرین کننده مصنوعی)، میزان شکر در فرمولاسیون مربای "به" کاهش یابد و فرآیند تولید مربای کم کالری به روش سطح پاسخ آماری با بررسی سه فاکتور میزان پکتین، شکر و پودر استویا در سه سطح بهینه‌سازی شود.

مواد و روش‌ها

مواد

میوه "به" از بازار میوه و تره بار اصفهان تهیه شد و برای چندین روز در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پودر استویا تجاری با خلوص۹۵-۸۵ درصد از شرکت اصفهان شکلات، اسید سیتریک و پکتین تجاری از کارخانه مجید تهیه شدند.

تهیه مربا

در ابتدا میوه‌ها پوست‌گیری شده و به قطعات مکعبی شکل خرد شدند. در ادامه با غلظت‌های مختلف شکر، استویا و پکتین بر اساس طرح آماری ۱۸ فرمولاسیون مربا تهیه شد. کلیه مرباهای کم کالری تولیدی دارای پی اچ حدود ۳/۲ بودند و پس از تولید بصورت داغ، در شیشه پر شده و در دو مرحله توسط آب تا دمای محیط خنک شدند.

طراحی آزمایش

به منظور بررسی و بهینه‌سازی فرمول مربای کم کالری "به" سه فاکتور پکتین، پودر استویا و شکر در سه سطح مختلف بر اساس جدول ۱ و با استفاده ازروش آماری سطح پاسخ انتخاب شدند.

جدول ۱ - فاکتورها و سطوح اندازه‌گیری

فاکتورها	سطوح		
کد	۱	۰	-۱
پکتین (٪)	۰/٥	۰/٤	۰/۳
پودر استویا (٪)	۰/٤	۰/۳	۰/۲
شکر(٪)	٦٥	٥۰	۳٥

با استفاده از طراحی فاکتوریل بعد جزئی درقالب طرح دی اپتیمال، ۱۸ تیمار مختلف بر اساس سطوح

متغیرهای مورد بررسی مشخص شد. برای بررسی مدل و انتخاب فرمول بهینه از پاسخ قوام استفاده شد که برای اندازه‌گیری گرانروی ویسکومتر بروکفیلد مدل DV II+ ساخت کشور آمریکا به کار گرفته شد. برای تعیین گرانروی از ۵۰۰ میلی‌لیتر شربت مربا استفاده شد. برای مربای رژیمی از اسپیندل شماره ٤ و برای مربای شاهد از اسپیندل شماره ۱ استفاده شد.

نتایج و بحث

همانطور که گفته شد برای بررسی مدل و انتخاب فرمول بهینه از پاسخ قوام استفاده شد که در جدول ۲ تعداد آزمایشات، قوام واقعی و پیش‌بینی شده در محصولات تولیدی ارائه شده است. نتایج بدست آمده در جدول ۲ نشان می‌دهد که بین قوام واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. مناسب‌ترین مدل برای پاسخ قوام، مدل درجه دوم بود که توسط نرم افزار پیشنهاد شد. بعبارتی دیگر مقادیر بالای R^2 و R^2 تعدیل شده نشان داد که مدل درجه دوم از اعتبار خوبی برخوردار است.

ضرایب برآورد شده از تجزیه واریانس نتایج مربوط به قوام و شاخص P آنها در جدول ۳ نشان داده شده است. اهمیت هر یک از ضرایب با توجه به شاخص P مشخص می شود. عدد P کمتر از ۰/۰۵ نشان داد که در میان فاکتورهای بررسی شده، X_2 (شکر)، X_2^2 (شکر× شکر)، X_3 (پکتین) و X_2X_3 (پکتین × شکر) اثر معنی‌داری داشتند. ضرایب فاکتورها در پاسخ قوام به صورت معادله ذیل نشان داده شده است: معادله [۱]

$$Y = ۱۱٤/۸۲ + ٤۱/٦٤\ X_2 + ۲۱/۹۹\ X_3 + ۱۱/٦۹\ X_2X_3 - ۱۳/۸۱\ X_2^2$$

بررسی اثر پارامترهای بررسی شده و برهمکنش آنها بر قوام

درصد شکر

بر اساس معادله [۱]، مشاهده می‌شود که آنچه بیش از دیگر فاکتورها در قوام موثر بوده میزان شکر است که بر قوام به صورت معادله درجه دوم و همچنین بصورت اثر متقابل با پکتین موثر است (شکل ۱).

بر اساس این منحنی، مشاهده شد که با افزایش مقدار شکر، مقدار قوام با یک شیب صعودی به صورت درجه دوم افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر میزان قوام با افزایش میزان شکر نسبت مستقیم دارد. زمانی که مقدار شکر ۳۵ درصد بوده مقدار قوام محصول تقریباً ۵۵ سانتی‌پویز است و زمانی که درصد شکر افزایش یافته و به ٦۵ درصد رسیده است قوام مربا نیز افزایش یافته و به حدود تقریباً ۱٦۰ سانتی‌پویز می‌رسد. در واقع می‌توان گفت با تقریباً دو برابر شدن مقدار شکر در مربا، قوام محصول حدود ۲/۸ برابر افزایش یافته است.

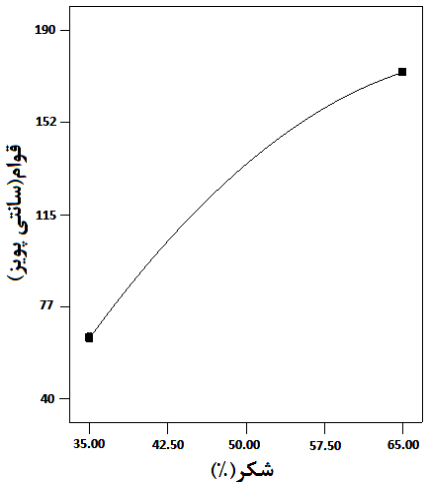
جدول ۲ - تیمارهای انتخابی مطابق طرح دی اپتیمال و مقدار قوام واقعی و پیش‌بینی شده

آزمایش	پکتین (٪)	شکر (٪)	استویا (٪)	قوام واقعی (سانتی پوز)	قوام پیش‌بینی شده
۱	۰/۳	٦۵	۰/٤	۱۰۳	۱۰۳/٤٦
۲	۰/۳	۳۵	۰/٤	٤٤	٤۱/۸
۳	۰/۳	۳۵	۰/۲	٤۰	٤۷/۱
٤	۰/٤	۵۰	۰/۳۵	۱۱۹	۱۱۵/٤٤
۵	۰/۳	۳۵	۰/٤	٤۱/۲	٤۱/۸
٦	۰/۵	۳۵	۰/۲	٦۰/۸	٦۰/٦٦
۷	۰/۳	٦۵	۰/٤	۱۰۰/۸	۱۰۳/٤٦
۸	۰/٤	۳۵	۰/۳	٦٤	۵۹/۵٤
۹	۰/۵	۳۵	۰./٤	٦۸	٦۹/۳۳
۱۰	۰/۵	۵۰	۰/٤	۱۲۸	۱۳۷/۳۵
۱۱	۰/٤	٦۵	۰/۳	۱۳۲	۱٤۲/٤۷
۱۲	۰/۳	۵۰	۰/۳	۸۸	۸۹/۳۳
۱۳	۰/۵	٦۵	۰/۲	۱٦۲/٤	۱٦٤/۸٤
۱٤	۰/٤	۵۰	۰/۲	۱۱٤	۱۱۱/۵۵
۱۵	۰/۵	٦۵	۰/٤	۱۸۸/٦	۱۷۷/۷۵
۱٦	۰/۳	٦۵	۰/۲	۱۰۹/٦	۱۰٤/۳
۱۷	۰/۳	۵۰	۰/۳	۹٤	۸۹/۳۳
۱۸	۰/۵	۳۵	۰/۲	٦۲/۸	٦۰/٦٦

جدول ۳- ضرایب برآورد شده و شاخص P در مدل پیشنهادی مربوط به قوام

	ضرایب	شاخص P
X_0	۱۱٤/۸۲	-
X_1	۱/۹۲	۰/٤۰٦۱
X_2	٤۱/٤٦	<۰/۰۰۰۱
X_3	۲۱/۹۹	<۰/۰۰۰۱
X_{12}	۱/۰٦	۰/٦۷۷۱
X_{13}	۳/٤۷	۰/۱۸۱۸
X_{23}	۱۱/٦۹	۰/۰۰۱٤
X_1^2	-۱/۳۵	۰/۸۱٤٦
X_2^2	-۱۳/۸۱	۰/۰۱٦۹
X_3^2	-۳/۵۰	۰/۵۳۱۷

آفوکوا و همکاران (۲۰۰٦) اثر غلظت شکر، پی اچ و پکتین با متوکسیل بالا را بر روی کیفیت مربای آناناس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که افزودن حداقل ۵۰ درصد شکر رنگ و بافت مربا را بهبود می‌بخشد. نتایج نشان داد که مربای بدون شکر خیلی نرم بوده و نمی‌تواند بافت مناسبی داشته باشد. در واقع برای تولید مربایی با کیفیت مناسب، حداقل ۵۰ درصد شکر و ۰/۵ درصد پکتین نیاز می‌باشد و پی اچ مربا باید بین ۳/۵- ۳/۲ تنظیم گردد.



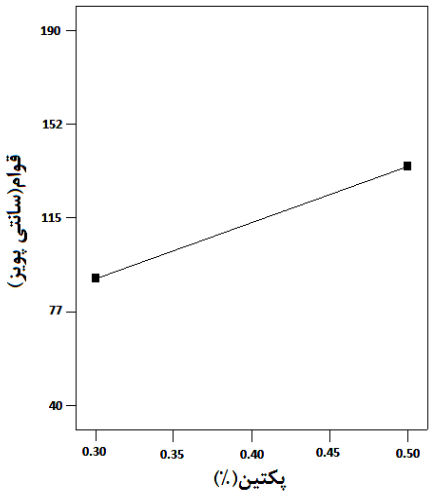
شکل ۱- اثر میزان شکر در قوام مربا

درصد پکتین

اثر غلظت پکتین در قوام محصول در شکل ۲ نشان داده شده است. با افزایش مقدارپکتین، قوام با یک شیب صعودی به صورت درجه اول افزایش یافت. به عبارت دیگر میزان قوام با افزایش میزان پکتین نسبت مستقیم دارد. زمانی که غلظت پکتین ۰/۳ درصد بوده میزان قوام حدود ۹۰ سانتی‌پویز است که با افزایش میزان پکتین به ۰/٤ و ۰/۵ درصد میزان قوام به ترتیب به حدود ۱۱٤ و ۱۲۸ سانتی‌پویز افزایش یافت. در واقع با افزایش ٦٦ درصدی در غلظت پکتین، مقدار قوام ٤۲ درصد افزایش نشان داد (با فرض ثابت بودن درصد شکر به میزان ۵۰ درصد).

لواچ و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر نوع قند (ساکارز و فروکتوز)، تیمار حرارتی و مقدار متفاوت پکتین را بر روی کیفیت مربای نارنگی کلمنتاین ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار پکتین قدرت ژل افزایش می‌یابد و مرباهایی که با ساکارز تهیه شده بودند نسبت به فروکتوز از استحکام بیشتری برخوردار بودند. گاجار و بادری (۲۰۰۲) تأثیر پکتین با متوکسیل بالا و پائین و کاراجینان را بر روی قدرت ژل و بافت مربای کم کالری کریستوفن بررسی کردند. آسپارتام، مخلوطی از آسپارتام و ساخارین و سوکرالوز در مربا بعنوان شیرین کننده استفاده شد و نتایج نشان داد که پکتین هیچ اثری بر روی خصوصیت بافتی محصول در سطح ۵ درصد ندارد اما روی قدت ژل و تشکیل ژل در سطح ۵ درصد اثر محسوسی دارد و تیماری با ۲ درصد پکتین با متوکسیل بالا و ۱/۹ درصد سوکرالوز برای تشکیل یک ژل خوب، مناسب می‌باشد. همچنین در محصولاتی با مواد جامد محلول پایین مانند مرباهای کم کالری یا بدون کالری پکتین با متوکسیل پائین کارایی کافی برای پیوند با آب را ندارد و در این مورد کاراجینان بهتر می‌باشد و در بعضی مواقع ترکیب پکتین با متوکسیل پایین و کاراجینان مناسب است و در مرباهایی که از مالتودکسترین بعنوان بافت دهنده استفاده شد از لحاظ

بافتی نسبت به سایر مرباها بهتر بود. در واقع زمانی که از عوامل حجم دهنده مانند مالتودکسترین و الکل‌های قندی استفاده می‌شود علاوه بر ایجاد احساس دهانی، مواد جامد محلول نیز افزایش می‌یابد (دِیس ۱۹۹۳).



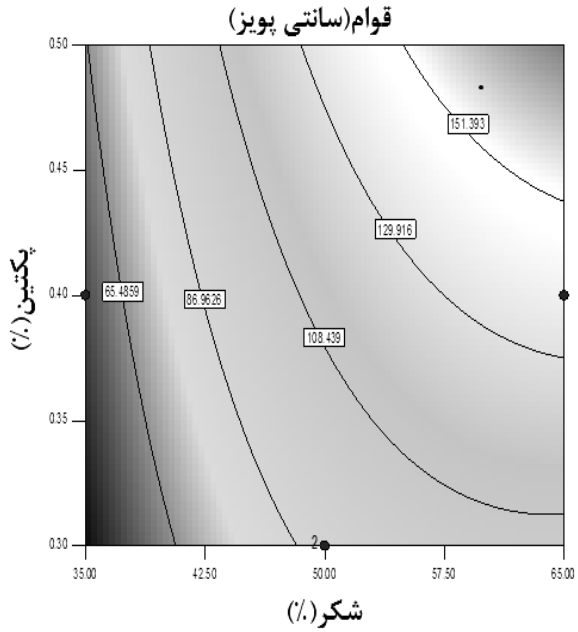
شکل ۲- تأثیر درصد پکتین بر قوام

بر اساس مدل مربوط به قوام و معادله [۱]، شکر با پکتین اثر متقابل دارد. هنگامی که اثر متقابل دو متغیر بر روی پاسخ مدل بررسی می‌شود، نمودارهای کانتور دو بعدی و سطح پاسخ سه بعدی رسم می گردد. برای رسم این منحنی‌ها یک متغیر ثابت فرض شده و چگونگی تغییر همزمان دو متغیر دیگر تعیین می‌شود. به همین دلیل نمودار کانتور دو بعدی و سطح پاسخ سه بعدی قوام در مقابل درصد شکر و پکتین رسم شده است (شکل۳). در این نمودارها مشاهده می‌شود که با افزایش میزان شکر افزایش قابل توجهی در میزان قوام صورت می‌گیرد. در مورد پکتین نیز چنین اثری مشاهده می‌شود اما این اثر نسبت به شکر خیلی کمتر است. در واقع زمانی که غلظت شکر حداکثر می‌باشد (٦٥٪) مقدار قوام در کمترین و بیشترین غلظت پکتین به ترتیب ۱۰۹ و ۱۷٦ سانتی‌پویز می‌باشد که حاکی از اثربخش بودن پکتین در قوام است. در واقع می‌توان گفت حداکثر قوام محصول در حداکثر میزان شکر و پکتین به دست آمده و هر دو فاکتور اثر تشدیدکنندگی بر روی قوام مربا داشته اند.

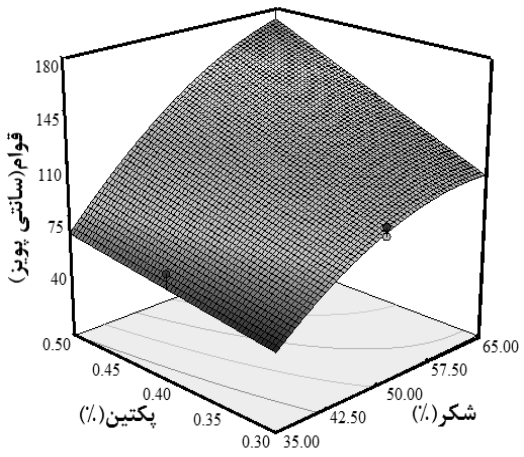
کانسی و همکاران (۲۰۰۸) ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیائی چهار واریته مختلف مانگو را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ویسکوزیته به تنهایی به ماده خشک شربت بستگی ندارد. ویسکوزیته مرباهایی که بدون پکتین درست شده بودند، متفاوت بود و مقادیر آن بین ۳/٤ تا ٥/٥ پاسکال ثانیه گزارش شد. بر اساس اطلاعات موجود فاکتورهای فیزیکوشیمیائی که سفتی مربا را تعیین می‌کنند عبارتند از ماده خشک، پکتین، شکر، فیبر، نشاسته، مالتودکسترین و پی اچ.

برومس و بادری (۲۰۱۰) تاثیر پکتین با متوکسیل پایین را بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مربای کم کالری ترشک درختی با استفاده از شیرین کننده سوکرالوز بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار پکتین بافت مربای مورد نظر سفت‌تر شده و فعالیت آبی کاهش می‌یابد و فرمولاسیونی با ۱/٥ درصد پکتین با متوکسیل پایین نسبت به بقیه فرمولاسیون‌ها از لحاظ بافتی بهتر بود.

الف)



ب)



شکل ۳- (الف) نمودار کانتور دو بعدی و (ب) سطح پاسخ سه بعدی قوام در مقابل درصد پکتین و شکر

بهینه‌سازی

پس از آن که مدل تعیین شد، بهینه‌سازی برای دست‌یابی به سطوحی از متغییرهای مستقل که در نتیجه بکارگیری آنها بهترین فرمولاسیون از لحاظ قوام بدست آید، انجام شد. نرم افزار بر اساس مدل توصیفی و همچنین سطوح تعیین شده، نقاطی را تعیین می‌کند که در این شرایط بهترین قوام محصول حاصل می‌شود. مدل توصیفی تأیید شده و قابل استفاده برای دیگر شرایط مورد نظر می‌باشد.

در جدول ٤ نقاط بهینه تعیین شده توسط نرم افزار برای رسیدن به قوام مورد نظر و همچنین مقادیر واقعی و پیش بینی شده آن را مشاهده می‌کنید.

جدول ۴- سطوح بهینه متغیرها و مقادیر واقعی و پیش بینی شده قوام

مورد	نقطه بهینه ۱	نقطه بهینه ۲
استویا (٪)	۰/۲۷	۰/۲۷
شکر (٪)	٤۸	٤۸
پکتین (٪)	۰/٤۱	۰/٤
قوام واقعی	۱٤۱	۱۱۷
قوام پیش بینی شده	۱۳۵/۷۲	۱۱٤/۲۳

علاوه بر نقطه بهینه، نرم افزار چندین نقطه دیگر را نیز پیشنهاد کرد که با توجه به شرایط، دو نقطه انتخاب شد و بر اساس سطوح گزارش شده در شرایط بهینه، مربا تهیه و قوام آن اندازه گیری شد. این نتایج نیز در جدول ٤ قابل مشاهده است.

با توجه به اینکه هدف این مطالعه کاهش میزان شکر در مربا به حداقل مقدار ممکن بدون داشتن اثر معنی-داری بر قوام محصول بود، نقطه بهینه ۲ به عنوان سطوح بهینه نهایی انتخاب شد. نتایج نشان داد که استفاده از ۰/٤ درصد پکتین و ۰/۲۷ درصد استویا می‌تواند باعث کاهش ۵۲ درصد در میزان شکر در مربا شده و محصول نهایی حاوی ٤۸٪ شکر در مقایسه با مربای معمولی باشد. بنابراین محصول تولیدی را می‌توان مربای کم کالری نامید.

ارزیابی حسی

مربای کم کالری تولیدی در نقطه بهینه، از لحاظ خواص ارگانولپتیکی نیز بررسی شد. به منظور تعیین علاقه مصرف کننده در مورد مربا از لحاظ رنگ، بافت و طعم از آزمون لذت بخشی با استفاده از مقیاس ۹ درجه‌ای استفاده شد. به این ترتیب که نمونه در اختیار ۲۵ ارزیاب قرار داده شد. ورقه ارزیابی شامل نه درجه است که ارزیاب در مورد نمونه مورد نظر که مربا می‌باشد یکی از درجات را براساس مقیاس‌هایی که از دوست داشتن خیلی زیاد (۹) تا دوست نداشتن خیلی زیاد (۱) متغیر است، علامت می‌گذارد. در این آزمون، شدت ویژگی مورد نظر به وسیله مقیاس‌های عددی تعیین شد (جدول ۵).

جدول ۵ - نتایج میانگین امتیازها برای مربای کم کالری از لحاظ طعم، بافت و رنگ

فاکتور مورد بررسی	میانگین امتیاز
طعم	۷/۹۲
بافت	۸/۲٤
رنگ	۸/۱۲

با توجه به میانگین امتیازهای بدست آمده (دوست داشتن زیاد) در مورد ویژگی‌های مورد بررسی (جدول ۵)، مشاهده می‌شود که تمامی امتیازات بیش از ۸ است که این عدد بیانگر این مطلب است که نمونه تولید شده در تمامی ویژگی‌ها امتیاز حداقل دوست داشتن زیاد را به دست آورده است.

نتیجه‌گیری

نتایج بطور کلی نشان داد که با استفاده از پودر استویا تولید مربای کم کالری "به" امکان پذیر است، به طوری که می‌توان میزان شکر را به ۵۰٪ میزان معمول آن تقلیل داد بدون آنکه خصوصیات ارگانولپتیکی محصول تغییر یابد.

منابع مورد استفاده

مجذوبی م، لایق ب، فرحناکی ع، ۱۳۹۰. تأثیر پکین و پکتین با اتصالات عرضی بر ویژگیهای خمیر و نان قالبی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ۲۱: ۲۰۷-۱۹۵.

نورمحمدی ا، پیغمبردوست س ه، اولادغفاری ع، آزادمرد دمیرچی ص، حصاری ج، ۱۳۹۰. تأثیر جایگزینی ساکارز توسط قندهای الکلی و آسپارتام بر خواص کیک اسفنجی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ۲۱: ۱۶۵-۱۵۵.

Abdullah A and Cheng TC, 2001. Optimization of reduced calorie tropical mixed fruits jam. Food Quality and Preference 12: 63-68.

Afoakwa E, Anrtey E, Ashong J and Annor G, 2006. Effect of sugar, pectin and acid balance on the quality characteristics of pineapple jam. The 13th World Congress of Food Science and Technology. Nantes, France 118- 120.

Broomes J and Badrie N, 2010. Effect of low-methoxyl pectin on physicochemical and sensory properties of reduced-calorie sorrel/roselle jams. The Open Food Science Journal 4: 48-55.

Cardello HMAB, Dasilva MAPA and Damasio MH, 1999. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. Plant Foods for Human Nutrition 54: 119-130.

Chang SS and Cook JM, 1983. Stability studies of stevioside and rebaudioside A in carbonated beverages. Journal of Agricultural and Food Chemistry 31: 409-412.

Chase HP, 1979. Diabetes and diet. Food Technology 33: 60-64.

Clos JF, Dubots GE and Prakash I, 2008. Photostability of rebaudioside A and stevioside in bevereges. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56: 8507-8513.

Correa R, Sora G, Haminiuk C, Ambrosio-ugri M, Bergmasco R and Vieira AMS, 2011. Physico-chemical and sensorial evaluation of guava jam made without added sugar. Chemical Engineering Transactions 24: 505-10.

Deis R, 1993. Low-calorie and bulkening agents. Food Technology 47: 94-6.

Gajar AM and Badrie N, 2002. Processing and quality evaluation of low-calorie christophene jam. Journal of Food Science 67: 341-346.

JECFA, 2005. Steviol glycosides. In: 63rd Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization (WHO), Geneva Switzerland, WHO Technical Report Series 928. 34–39.

Kansci G, Koubala BB and Mbome IL, 2008. Biochemichal and physicochemical properties of four mango varieties and some quality characteristics of their jams. Journal of Food Processing and Preservation 32: 644-655.

kmiecik W, Lsiewska Z and Jaworska G, 2001. Effect of aronia berry honey syrup used for sweetening jams on their quality. Food Nahrung 45: 273- 279.

Levaj B, Dragovic-Uzelac V, Dancevic T, Liber S, Repajic M and Bursac Kovacevic D, 2009. Quality of Clementine jam influenced by puree pretreatment, sugar type and pectin addition. Agriculturae-Conspectus Scientificuse 74: 227 231.

Louis JL, Balestrieri ML and Napoli C, 2007. Nutrition, physical activity and cardiovascular disease. Cardiovascular Research 73: 326-340.

Nobors L, 2002. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. Food Technology 56: 28-35.

Nwabueze TU, 2010. Basic steps in adapting response surface methodology as mathematical modelling for bioprocess optimization in the food systems. International Journal of Food Science and Technology 45:1768–1776.

Renwick AG, 2008. The use of a sweetener substitution method to predict dietary exposures for the intense sweetener rebaudioside A. Food and Chemical Toxicilogy46: 61–69.

Silva BM, Aanderad PB, Mendens GC, Seabra RM and Ferreira MA, 2002. Study of the organic acids composition of quince (Cydonia oblonga Miller) fruit and jam. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 2313-2317.

Singh SD and Rao GP, 2007. Stevia : the herbal sugar of 21st century. Sugar Technology 7: 17-24.