تولید مربای سیب با کالری کاهش‌یافته با استفاده از سوکرالوز و مالتودکسترین به جای شکر و بررسی ویژگی‌های کیفی آن

مهسا درویشی[۱]، محمد حجت الاسلامی[۲*]، جواد کرامت[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۱۶)

چکیده

مربا یک محصول غذایی پر کالری به شمار می‌آید و تا کنون تلاش‌های بسیاری در جهت کاهش قند آن و یا جایگزینی آن با قندهای کم‌کالری صورت پذیرفته است ولی عمده این تلاش‌ها به دلیل عدم استقبال مصرف‌کنندگان از ویژگی‌های ارگانولپتیک مرباهای کم‌کالری، با شکست مواجه شده‌اند. از این رو، پژوهش پیش‌رو با هدف ارزیابی تاثیر جایگزینی درصدهای مختلفی از شکر مربای سیب (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪) با مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتودکسترین بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (میزان قند، pH، اسیدیته، بریکس و ویسکوزیته)، پارامترهای رنگ (L*، a*، b*، BI و ΔE)، خصوصیات ارگانولپتیکی (طعم، شیرینی، رنگ، بافت و پذیرش کلی) و میزان کالری این محصولات صورت پذیرفت. یافته‌های این پژوهش حکایت از آن داشتند که با افزایش درصد جایگزینی شکر، کالری مرباهای سیب بین ۲۷ تا ۸۰ درصد انرژی نمونه شاهد کاهش پیدا کردند. نتایج نشان داد که بین pH، اسیدیته و بریکس نمونه‌های مختلف مربای رژیمی و نمونه شاهد (نمونه دارای ۱۰۰درصد شیرین‌کننده شکر) تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت ($p\geq0.05$) ولی به موازات افزایش درصد جایگزینی شکر، میزان قند کل، قند احیا و ویسکوزیته آنها کاهش قابل ملاحظه‌ای را تجربه کردند ($p<0.05$). بر اساس نتایج آزمون رنگ، افزایش جایگزینی ساکاروز با سوکرالوز-مالتودکسترین، منجر به کاهش معنی‌دار اندیس قهوه‌ای - شدن شد ($p<0.05$) که به نوبه خود، افزایش چشمگیر L*، کاهش معنی دار a* و b* و در نتیجه افزایش ΔE را سبب شد. یافته‌های ارزیابی حسی نیز نشان داد که مرباهای سیب دارای نسبت بالاتر جایگزین شکر، از شدت شیرینی کمتر، رنگ و بافت نامطلوب‌تر و پذیرش کلی کمتری برخوردار بودند ولی طعم همگی آنها مورد استقبال مصرف‌کنندگان واقع شد. نمونه مربای سیب دارای ۲۵٪ سوکرالوز-مالتودکسترین از نقطه‌نظر عمده پارامترهای فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی مورد آزمون، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد ($p\geq0.05$) و کالری آن نیز ۲۷٪ کمتر از نمونه شاهد بود.

کلید واژگان: مربای سیب، شکر، سوکرالوز، مالتودکسترین، کالری کاهش‌یافته

*مسئول مکاتبات: mohojjat@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

۱- مقدمه

با افزایش آگاهی‌های عمومی نسبت به نقش تغذیه در سلامتی، تمایل برای مصرف محصولات غذایی کم‌کالری افزایش یافته است [۱]. مربا یکی از فرآورده‌های پرکالری به شمار می‌آید و به دلیل ویژگی‌های حسی مطلوب و پایداری بالا، از محبوبیت بالایی بین افراد جامعه برخوردار می‌باشد [۲]. مربا از جوشاندن میوه‌های خام، فرآوری‌شده و یا نیمه‌فرآوری‌شده به همراه شکر در حضور یا عدم حضور پکتین در pH اسیدی، حاصل می‌شود [۳]. مربا دست‌کم حاوی ٦٥ درصد ماده خشک می‌باشد که بخش عمده‌ای از آن را شیرین‌کننده یا همان شکر به خود اختصاص می‌دهد [۳]. شکر در کنار ایجاد طعم شیرین، بخش عمده‌ای از مسئولیت حفظ پایداری فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مربا را نیز بر عهده دارد. به علاوه، رنگ و ظاهر، بافت و قوام، احساس دهانی و به طورکلی ویژگی‌های ارگانولپتیک مطلوب مربا، عمدتا وابسته به حضور شکر می‌باشد [۲]. بر این اساس، کاهش میزان شکر مربا یا جایگزینی آن با قندهای کم‌کالری، برای تولید محصولات سلامت‌افزا، با چالش‌هایی روبرو خواهد بود. باسو[1] و همکاران در سال ۲۰۱۳ در پژوهشی در ارتباط با تولید مربای کم‌کالری انبه نشان دادند که با افزایش درصد جایگزینی شکر[2] با شیرین‌کننده مصنوعی سوکرالوز، قوام مرباهای حاصله به گونه چشمگیری کاهش پیدا می‌کند و رفتار جریانی آنها از رفتار معمول مرباها که یک رفتار سودوپلاستیک می‌باشد به سمت رفتار سیالات نیوتونی انحراف پیدا می‌کند [۲]. سوکرالوز چیزی حدود ٦٥٠ برابر شیرین‌تر از شکر می‌باشد [۱] بر این اساس، می‌توان با جایگزینی حجم زیادی از شکر مربا با میزان کمی از سوکرالوز، علاوه بر دستیابی به یک شیرینی مطلوب ، میزان کالری محصول را نیز به شدت کاهش داد. اما در سوی دیگر، قوام و ویسکوزیته محصول به گونه‌ای منفی تحت تاثیر قرار می‌گیرد [٤]. این پدیده در ارتباط با جایگزینی شکر محصولات مختلف غذایی با سایر شیرین‌کننده‌های قوی مصنوعی همچون آسپارتام، آسه‌سولفام، استویا و ... نیز مصداق دارد [۱و ۲]. برای غلبه بر این چالش، معمولا از قند الکل‌هایی همچون سوربیتول، زایلیتول، مالتیتول، لاکتیتول، ایزومالت و .. که ترکیباتی حجم‌دهنده با کالری پایین و جذب آرام در بدن هستند برای ایجاد قوام مناسب در محصولات کم‌کالری حاوی شیرین‌کننده‌های مصنوعی استفاده می‌کنند [۱ و ۵]. مالتودکسترین نیز یکی دیگر از ترکیباتی است که به عنوان عامل حجم و قوام دهنده، در فرمولاسیون مواد غذایی کم‌کالری مورد استفاده قرار گرفته است. مالتودکسترین بسپاری از گلوکز و ترکیب حجم‌دهنده غیر شیرینی است که از تجزیه اسیدی یا آنزیمی نشاسته بدست می‌آید [۵]. کارایی مالتودکسترین در تولید محصولات غله‌ای کم‌کالری و به طور خاص، در ترکیب با سوکرالوز، به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است [٦] اما در ارتباط با استفاده از آن در فرآورده مربا پژوهش چندانی صورت نگرفته است. در یکی از این معدود مطالعات، سال‌ها پیش، هایوونن و تورما[3] (۱۹۸۳) از مالتودکسترین به عنوان یک عامل حجم‌دهنده در تولید مربای رژیمی توت‌فرنگی که شکر آن با شیرین‌کننده‌ها مصنوعی و قندالکل‌های مختلف جایگزین شده بود استفاده کردند [۷]. این پژوهشگران عنوان داشتند می‌توان با استفاده از مالتودکسترین در فرمولاسیون این محصولات، به قوام مورد انتظار از یک مربای توت‌فرنگی دست یافت. نگاهی به پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تولید و توسعه مرباهای کم‌کالری نشان می‌دهد که تا کنون مطالعه‌ای در ارتباط با استفاده ترکیبی از سوکرالوز–مالتودکسترین در فرمولاسیون مرباهای کم‌کالری انجام نشده است از این رو، پژوهش پیش‌رو با هدف بررسی امکان جایگزینی شکر مربای سیب با مخلوط شیرین‌کننده‌های رژیمی سوکرالوز–مالتودکسترین در جهت تولید محصولی کم‌کالری با ویژگی‌های مطلوب فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی صورت پذیرفت.

1. Basu
2. sucrose
3. Hyvönen & Törmä

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

سیب زرد واریته لبنانی از بازارهای محلی (شهرکرد، ایران) تهیه شد و تا زمان انجام پژوهش در سردخانه‌ای با دمای صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۶-۹۰ درصد نگهداری شدند. مالتو دکسترین از شرکت پوران پودر (تهران، ایران)، اسید سیتریک از شرکت کیمیا تهران (تهران، ایران)، سوکرالوز از شرکت بنئو[1] (مانهایم[2]، آلمان) و شکر[3] از سوپرمارکت‌های محلی (شهرکرد، ایران) تهیه شدند. سایر مواد شیمیایی شامل سولفات مس، تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم، هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال، استات روی، معرف متیل بلو و فنل‌فتالئین ۱٪ خنثی از شرکت مرک (دارمستادت[4]، آلمان) خریداری شدند.

۲-۲- روش تهیه مربا

تیمارهای مختلف مربای سیب در مقادیر یک کیلوگرمی و بر پایه نسبت مساوی از شیرین‌کننده و میوه، تهیه شدند. برای تهیه مربا، ابتدا، سیب‌ها شستشو، پوست‌گیری و برش داده شدند. مقادیر مورد نیاز از شیرین‌کننده و اسید سیتریک برای تهیه یک کیلوگرم مربای سیب، درآب جوش حل شده و سپس برش‌های مکعبی سیب به شربت تهیه‌شده افزوده شدند. پخت مربا در ظروف تفلون ضدزنگ، تحت فشار اتمسفر و در دمای ۱۰۵درجه سلسیوس تا رسیدن به بریکس نهایی ۷۰ ادامه پیدا کرد. میزان pH در سراسر فرآیند پخت کنترل گردید. نمونه-های مربا در دمای ۸۵ درجه سلسیوس در ظروف شیشه‌ای کدگذاری شده پر شدند و تا زمان ارزیابی کیفی و کمی در دمای ٤ درجه سلسیوس نگهداری شدند. فرمولاسیون تیمارهای مختلف مربای سیب در جدول ۱ ارائه شده است. فرآیند پخت تیمارهای مختلف مربای سیب به یک شکل بود و تنها تفاوت آنها، در نوع و نسبت شیرین‌کننده مورد استفاده بود (جدول ۱). شیرین‌کننده نمونه شاهد، ۱۰۰ درصد شکر بود و برای سایر تیمارها، شکر با نسبت‌های مختلفی از مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز-مالتودکسترین جایگزین شد (جدول ۱). جایگزینی بدین صورت انجام شد که میزان شیرینی سوکرالوز، ٦۰۰ برابر شکر در نظر گرفته شد و به جای مقدار باقی‌مانده، از مالتودکسترین به عنوان عامل پرکننده و قوام‌دهنده استفاده شد (جدول ۱).

۲-۳- آزمون‌ها فیزیکوشیمیایی

میزان قند کل و قند احیا تیمارهای مختلف مربای سیب با استفاده از روش فهلینگ اندازه‌گیری شد [۸]. میزان اسیدیته بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۱٤ اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب اسید سیتریک گزارش شدند [۹]. pH تیمارهای مختلف بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۱٤ و بوسیله یک pH متر مدل pH510 (Eutech Instrument، سنگاپور) اندازه‌گیری شد [۹]. بریکس نمونه‌های مربا در دمای ۲۰ درجه سلسیوس بوسیله یک رفراکتومتر مدل VBR92T (مارک، آمریکا) و بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۱٤ اندازه‌گیری شد [۹]. ویسکوزیته نمونه‌های مربا در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس بوسیله یک رئومتر بروکفیلد (مدل DV-IIUTRa، Brookfield، آمریکا) اندازه‌گیری شد. میزان کالری نمونه‌های مختلف مربای سیب بر اساس محتوای قند کل آنها محاسبه شد. بدین ترتیب که میزان کالری هر نمونه از ضرب میزان قند کل آن در ٤ که میزان انرژی هر گرم کربوهیدرات به کالری می‌باشد محاسبه شد. ویژگی‌های رنگی نمونه‌های مربا با استفاده از یک دستگاه رنگ‌سنج هانترلب مدل Color Flenz (Huntenpals، آمریکا) اندازه‌گیری شد و بر اساس پارامترهای L* (شاخص روشنایی)، پارامتر a* (شاخص زردی-قرمزی) و پارامتر b* (شاخص سبزی-آبی) گزارش شدند. پارامتر ΔE به عنوان شاخص تغییر رنگ هر نمونه نسبت به نمونه شاهد و پارامتر BI به عنوان شاخص قهوه‌ای شدن هر نمونه، از روابط ۱، ۲ و ۳ محاسبه شدند [٦]. تمامی آزمون‌های این پژوهش برای هر تیمار در سه تکرار انجام شد و میانگین سه تکرار گزارش شد.

1. Beneo
2. Mannheim
3. Sucrose
4. Darmstadt

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

Table 1 Formulation of Apple jam treatments produced by sucrose substitution using Sucralose-maltodextrin mixture (Cosidering the initial sucrose content 100).

Treatment	Sugar Content (%)	Sucralose Content (%)	Maltodextrin Content (%)	Acetic Acid (%)
O% Substitution Blank(B)	100	-		0.2
25% Substitution (J1)	75	0.0416	24.958	0.2
50% Substitution (J2)	50	0.0833	49.916	0.2
75% Substitution (J3)	25	0.125	74.875	0.2
100% Substitution (J4)	0	0.166	99.833	0.2

$$E = \sqrt{(L_s^* - L^*)^2 + (a_s^* - a^*)^2 + (b_s^* - b^*)^2}$$

$$BI = \frac{100\,(x - 0.31)}{0.17}$$

$$x = \frac{(a + 1.75 \times L)}{(5.645 \times L + a - 3.012 \times b)}$$

۲-٤ ارزیابی حسی

آزمون ارزیابی حسی به‌وسیله یک گروه ارزیاب ۱۵ نفره نیمه ماهر آموزش دیده و بر اساس یک طرح ارزیابی حسی ۵ نمره‌ای[1] صورت پذیرفت. تیمارهای مختلف مربای سیب از نقطه‌نظر شدت شیرینی، طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. به ویژگی‌های هر تیمار نمره‌ای بین ۱ تا ۵ داده شد و نتایج به‌صورت میانگین نمره اعضای گروه ارزیاب گزارش شد. جزئیات طرح ارزیابی حسی مورد استفاده از این قرار می‌باشد: بسیار ناخوشایند (۱)، ناخوشایند (۲)، متوسط (۳)، خوشایند (٤) و بسیار خوشایند (۵) [٦].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه تأثیر جایگزینی شکر توسط مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر ویژگی های مربای سیب و مقایسه آن با نمونه شاهد در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن چند دامنه ای در سطح احتمال ۵ درصد و بوسیله نرم افزار SPSS (نسخه ۱۹) انجام شد.

1. Five-point hedonic scale

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر محتوای قند کل و قند احیا

نتایج اندازه‌گیری میزان قند کل و قند احیا نمونه مربای سیب شاهد و تیمارهای مختلف که شکر آنها با نسبت‌های متفاوتی از مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین جایگزین شده‌اند، در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد. بر اساس این یافته‌ها، به موازات افزایش نسبت جایگزینی شکر مرباهای سیب با شیرین‌کننده‌های سوکرالوز-مالتودکسترین، میزان قند کل و قند احیا، با آهنگ پیوسته و معنی‌داری کاهش می‌یابد ($p < 0.05$) و البته برای تمامی تیمارها، قندهای احیا، سهم عمده‌ای از میزان قند کل را به خود اختصاص می‌دهند. نتایجی مشابه با این یافته‌ها در ارتباط با مربای رژیمی زردآلو [۱۰] و خرما [۱۱] نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد که فرآیند حرارتی به عنوان جز اصلی پروسه تولید مربا، باعث شکسته‌شدن ساکاروز غیراحیا به اجزای تشکیل دهنده آن (گلوکز و فرکتوز) که در دسته قندهای احیاکننده جای می‌گیرند می‌شود. شرایط اسیدی مربا نیز، فرآیند هیدرولیز ساکاروز را تسهیل می‌کند [۱۲] البته باید توجه داشت که تمامی ساکاروز به گلوکز و فرکتوز شکسته نمی‌شود و همواره بخشی از آن به عنوان یک قند غیراحیاکننده، در فرمولاسیون محصول موردنظر باقی خواهد ماند که البته میزان آن نسبت به بخش هیدرولیزشده کمتر است. در پاسخ به علت کاهش میزان قندهای احیا به موازات افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

نسبت جایگزینی ساکاروز مربای سیب با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین، باید عنوان داشت که سرعت شکستن شدن قندها به واحدهای تشکیل‌دهنده آنها، لزوما تحت شرایط مشابه، یکسان نخواهد بود از آنجائیکه مالتودکسترین بر خلاف ساکاروز یا همان شکر (که تنها دو مونومر دارد)، متشکل از چندین واحد مونومری می‌باشد بر این اساس، طی فرآیند تولید مربا، دیرتر به اجزای احیا کننده شکسته می‌شوند از این رو، با افزایش درصد استفاده از مالتودکسترین به جای ساکاروز، میزان قندهای احیا کاهش معنی‌داری نشان دادند چرا که مالتودکسترین به مراتب دیرتر از ساکاروز شکسته می‌شود [۱۳] اصولا فلسفه اطلاق عنوان رژیمی به این قندها نیز از این جهت بوده است بدین معنی که این قندها در بدن فرد دیابتی دیرتر به واحدهای گلوکز شکسته می‌شوند و قند خون فرد مبتلا، یکباره افزایش پیدا نمی‌کند و دستگاه پانکراس ناکارآمد این افراد فرصت خواهد داشت تا به مرور انسولین ترشح کند و قند خون فرد را تعدیل کند بر این اساس، متخصصین تغذیه به افراد دیابتی توصیه می‌کنند از مصرف قندهای ساده‌ای (قندهایی که سریعا به واحدهای تشکیل دهنده تجزیه می‌شوند) مانند ساکاروز بپرهیزند و به جای آن از قندهای پیچیده‌تر (قندایی با سرعت تجزیه آهسته‌تر) استفاده نمایند [۱۳].

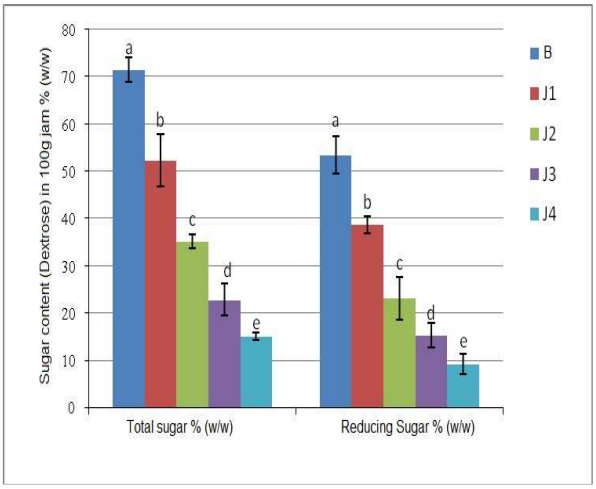

Fig 1 Total and reducing sugar content in different treatments
a, b, c, … shows significant difference between groups ($p<0.05$).

۳-۲- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین بر ویسکوزیته و بریکس

روند تغییرات بریکس و ویسکوزیته مربای سیب به موازات افزایش نسبت جایگزینی شکر آن با مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز–مالتودکسترین در شکل ۲ قابل مشاهده است. این یافته‌ها حکایت از آن دارند که نمونه شاهد و تیمارهای مختلف مربای سیب کم‌کالری، از دیدگاه میزان بریکس تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p<0.05$) ولی ویسکوزیته آنها به موازات افزایش درصد جایگزینی شکر با سوکرالوز–مالتودکسترین، کاهش معنی‌داری را تجربه کرد ($p<0.05$). همانطور که پیش‌تر اشاره شد، به دلیل شیرینی بالای سوکرالوز، با به‌کارگیری میزان بسیار کمی از آن به جای حجم بالایی از شکر، شیرینی مطلوب حاصل خواهد شد بر این اساس محصول با یک افت چشمگیر بریکس و به دنبال آن کاهش قوام مناسب روبرو خواهد شد از این رو، از مالتودکسترین به عنوان یک شیرین‌کننده حجم‌دهنده، در ترکیب با سوکرالوز استفاده شد تا بدینوسیله خلا قوام حاصل از کاهش شکر جبران شود ولی باز هم ویسکوزیته نمونه‌های شیرین‌شده با سوکرالوز–مالتودکسترین نسبت به نمونه دارای شیرین‌کننده شکر به مراتب کمتر بود. البته ویسکوزیته نمونه‌ای که تنها ۲۵٪ از شکر آن با سوکرالوز–مالتودکسترین جایگزین شده بود علی‌رغم یک کاهش جزئی، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد ($p<0.05$). در توجیه این مشاهدات، ذکر این نکته ضروری است که ترکیبات متفاوت لزوما در غلظت‌های یکسان، ویسکوزیته هم‌سانی را ایجاد نخواهند کرد. فرزان‌مهر و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی در ارتباط با ارزیابی تاثیر جایگزین‌های قند بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری نشان دادند که حتی با جایگزینی کامل شکر با نسبتی مساوی از مالتودکسترین، نمی‌توان به ویسکوزیته‌ای دست یافت که شکلاتهای شیری شیرین‌شده با شکر ایجاد می‌کنند [۵]. در این ارتباط، نظری و همکاران (۱۳۹٤) عنوان داشتند که بستنی‌های حاوی سوکرالوز نسبت به انواع شیرین‌شده با شکر با استقبال کمتری از طرف مصرف‌کنندگان مواجه شدند [۱٤]. آنها دلیل این پدیده را به کاهش ویسکوزیته در نمونه‌های بستنی حاوی سوکرالوز و به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

دنبال آن رشد کریستال‌های یخ و ایجاد بافت شنی در آنها نسبت دادند که نتیجه آن کاهش پذیرش بافت این محصولات نزد مصرف‌کنندگان بود. باسو و همکاران در پژوهشی در ارتباط با جایگزینی شکر مربای انبه با سوربیتول (۲۰۱۱) [۱۵] و در پژوهش دیگری در مورد جایگزینی آن با سوکرالوز و استویا (۲۰۱۳) [۲] نشان دادند که با افزایش درصد جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های یادشده، اندیس قوام[1] (k) نمونه‌های مربای انبه کاهش می‌یابد آنها عنوان داشتند که رفتار جریانی مرباهای انبه با جایگزینی شکر با سوربیتول، سوکرالوز و یا استویا، از رفتار سودوپلاستیک[2] یا همان رقیق‌شونده با برش[3] که رفتار نرمال این محصولات است انحراف پیدا کرده و به سمت رفتار مایعات تمایل پیدا می‌کند. باسو و همکاران در بخش دیگری از پژوهش خود در ارتباط با بررسی رفتار رئولوژیک مرباهای انبه بیان داشتند که با افزایش درصد جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های رژیمی یادشده، شیب افزایش مدول ویسکوز نسبت به مدول الاستیک، در فرکانس-های افزایشی، تندتر بود که نشان‌دهنده کاهش رفتار ویسکوالاستیک مرباهای رژیمی و نزدیک‌شدن آنها به رفتار سیالات نیوتونی بود.

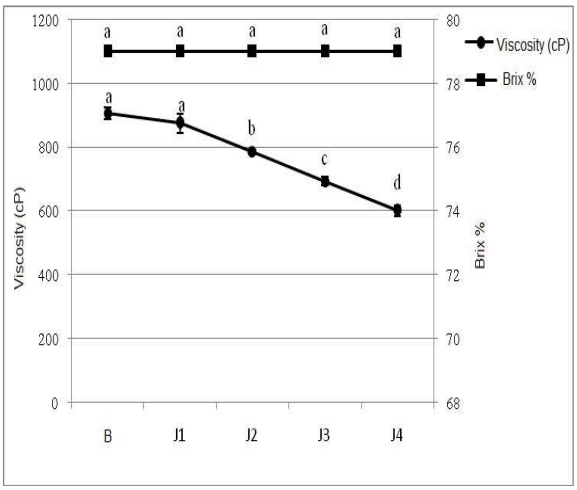

Fig 2 Brix and viscosity of treatments of apple jam a, b, c, … shows significant difference between groups ($p<0.05$).

به منظور درک بهتر تاثیر نوع قند و میزان آن بر ویسکوزیته و رفتار جریانی مرباها، لازم است تاثیر آنها بر شبکه ژلی مرباها مورد موشکافی قرار گیرد. پکتین اضافه شده به فرمولاسیون مربا و یا پکتین موجود در میوه‌های مورد استفاده در مربا، نقش اصلی تشکیل شبکه سه‌بعدی ژل مرباها را در سیستم قند-اسید-پالپ مربا بر عهده دارد [۱۵]. غلظت پکتین، درجه استریفیکاسیون پکتین، غلظت قند، اسیدیته، دمای فرآیند، غلظت پالپ میوه و ... از عوامل موثر بر قدرت شبکه ژلی مرباها می‌باشند [۲]. از این رو، تغییر هر یک از این فاکتورها می‌تواند قدرت شبکه ژلی یادشده و رفتار جریانی مرباها را تحت تاثیر قرار دهد. ساکاروز یا همان شکر به عنوان یکی از اجزای اصلی فرمولاسیون مرباها، با جذب آب و دهیدراسیون، موجبات نزدیک‌شدن مولکول‌های پکتین را به یکدیگر فراهم می‌کند و بدین‌ترتیب نقش مهمی در تشکیل شبکه سه‌بعدی پکتین بازی می‌کند [۱۶]. به علاوه، مولکول‌های ساکاروز به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل آزاد، با ایجاد پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های پکتین، به ویژه در نقاط اتصال آنها به یکدیگر، موجبات استحکام بیشتر شبکه ژلی مربا را فراهم می‌آورند [۱۷]. بر این اساس، با تغییر نوع قند یا غلظت آن، برهم‌کنش‌های اجزای شبکه پکتینی تحت تاثیر قرار خواهند گرفت و به دنبال آن ویسکوزیته و رفتار جریانی مرباها نیز متفاوت خواهد شد. باسو و همکاران در دو پژوهش مشابه (۲۰۱۱ و ۲۰۱۳) با تکیه بر نتایج آزمون طیف‌سنجی تبدیل فوریه فروسرخ[4] عنوان داشتند که با افزایش درصد جایگزینی ساکاروز با سوربیتول، سوکرالوز و یا استویا، قدرت برهمکنش‌های هیدروفوبیک و هیدروژنی که عوامل اصلی شکل‌گیری شبکه پکتینی مرباها می‌باشند به گونه قابل ملاحظه-ای کاهش می‌یابد [۲و ۱۵].

۳-۳- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر اسیدیته و pH

نتایج اندازه‌گیری pH و اسیدیته نمونه مربای سیب شاهد و سایر تیمارهای مربای کم‌کالری در شکل ۳ ارائه شده است. همانطور که در شکل می‌توان دید، جایگزینی شکر مربای سیب با نسبت‌های مختلفی از مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز-مالتودکسترین منجر به تغییر معنی‌داری در pH و اسیدیته آن نشده است ($p<0.05$). کردسوپ و ناکنان[5] (۲۰۱۳) نیز عدم تفاوت pH و اسیدیته را در ارتباط با مرباهای انبه‌ای که در فرمولاسیون آنها به جای شکر از سوربیتول استفاده شده بود مشاهده کردند [۴]. این یافته‌ها در ارتباط با مربای آلبالوی

1. Consistency index
2. Pseudoplastic behavior
3. Shear-thinning behavior

4. Fourier transform infrared spectroscopy
5. Kerdsup & Neknean

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

رژیمی هم گزارش شده است [۱۸]. اهمیت ثبات pH در مربا، با نگاهی به نتایج پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با اثر آن بر بافت این محصولات روشن‌تر خواهد شد. باسو و شیوهیر[1] (۲۰۱۰) نشان دادند که با کاهش pH، بافت مربای انبه سفت‌تر می‌شود و در طرف مقابل، افزایش آن منجر به نرمی این محصول می‌شود [۱۹].

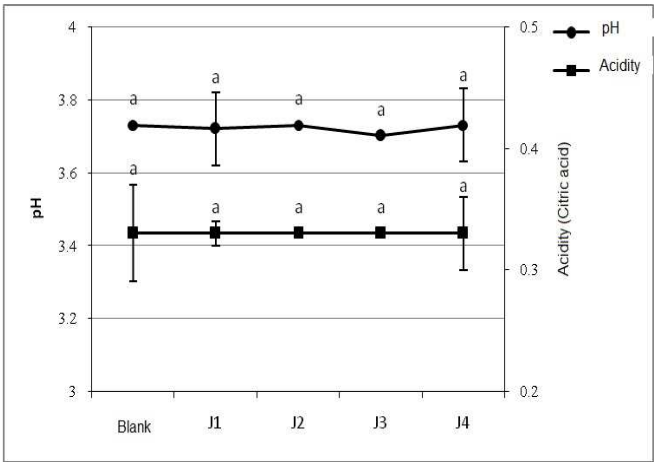

Fig 3 Acidity and pH of produced apple jam treatments
a, b, c, shows significant difference between groups ($p<0.05$)

۳-٤- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر پارامترهای رنگ

روند تغییرات پارامترهای رنگ مربای سیب به موازات افزایش نسبت جایگزینی شکر آن با مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز-مالتودکسترین در شکل ٤ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج بدست آمده، به طور کلی، با افزایش درصد جایگزینی شکر با سوکرالوز-مالتودکسترین، رنگ نمونه‌های مرباهای سیب به گونه معنی‌داری به سمت روشن‌تر شدن پیش رفت ($p<0.05$). در واقع، پارامتر L* به عنوان شاخص روشنایی، افزایش و پارامترهای a* و b* به ترتیب به عنوان شاخص‌های قرمزی-سبزی و زردی-آبی، کاهش نشان دادند ($p<0.05$). البته در این میان، تیمار دارای ۲۵٪ سوکرالوز-مالتودکسترین، استثنا بود بدین معنی که پارامترهای L* و b* آن تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند ($p<0.05$). پارامتر ΔE به عنوان شاخص تغییر رنگ، برآیند تغییرات سه پارامتر یاد شده را به گونه بهتری نشان داد. بنا بر تغییرات این پارامتر، نمونه‌هایی که درصد بیشتری از شکر آنها با سوکرالوز-مالتودکسترین جایگزین شده بود رنگ به مراتب متفاوت‌تری نسبت به نمونه شاهد داشتند ($p < 0.05$). البته آنگونه که از روند تغییرات سه پارامتر مورد بحث، انتظار می‌رفت، کمترین میزان پارامتر تغییر رنگ (ΔE)، از آن نمونه دارای ۲۵٪ سوکرالوز-مالتودکسترین بود. به نظر می‌رسد که باید ریشه این تغییرات را در روند تغییرات اندیس قهوه‌ای شدن (BI) جستجو کرد همانطور که در شکل ٤ می‌توان دید، بیشترین میزان این شاخص در نمونه شاهد (نمونه دارای ۱۰۰٪ شیرین‌کننده شکر) مشاهده شد و با افزایش جایگزینی شکر با سوکرالوز-مالتودکسترین، اندیس قهوه‌ای شدن کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان داد ($p < 0.05$). یزدی و همکاران (۱۳۸۹) در یافته‌هایی مشابه عنوان داشتند که جایگزینی شکر شیرینی سنتی قطاب با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین منجر به کاهش معنی‌دار شاخص قهوه‌ای شدن و به دنبال آن افزایش پارامتر L*، کاهش پارامترهای a* و b* و در نهایت افزایش اندیس تغییر رنگ می‌شود [٦].

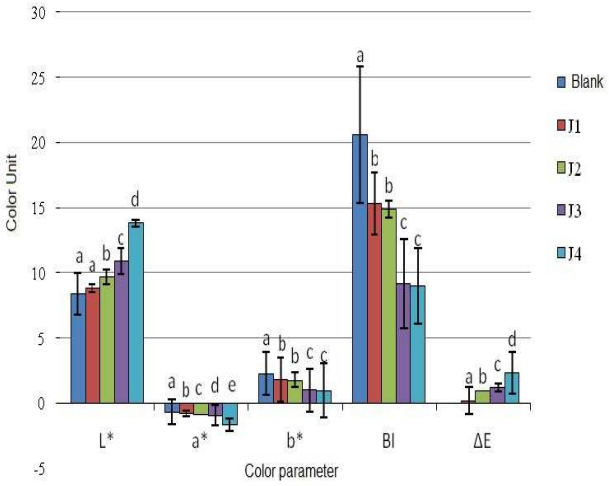

Fig 4 Colorimetric parameters of apple jam treatments
a, b, c,.. shows significant difference between groups ($p<0.05$)

به طور کلی، علت تیره شدن رنگ محصولات مختلف غذایی طی فرآیند پخت و به عبارتی افزایش اندیس قهوه‌ای شدن آن‌ها را به ترکیبات رنگی تولیدشده در اثر واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن غیر آنزیمی[2] شامل واکنش میلارد[3] و واکنش کاراملیزاسیون نسبت می‌دهند [٦]. از آنجائیکه یکی از ملزومات رخداد میلارد، حضور اسیدهای آمینه می‌باشد و با

1. Basu & Shivhare

2. Non-enzymatic browning
3. Millard

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

توجه به اینکه پروتئین‌ها درصد بسیار کمی از اجزای تشکیل-دهنده سیب را به خود اختصاص می‌دهند، به نظر می‌رسد واکنش کاراملیزاسیون علت اصلی قهوه‌ای شدن مربای سیب طی فرآیند پخت می‌باشد. واکنش کاراملیزاسیون، واکنشی است که طی آن قندهای با وزن مولکولی پایین مانند ساکاروز، گلوکز، فرکتوز و .. در حرارت‌های بالای ۸۰ درجه سلسیوس، با شرکت در زنجیره‌ای از واکنش‌های پیچیده که مکانیسم دقیق آنها هنوز هم مشخص نشده است، دچار دهیدراسیون شده و در نهایت به ترکیبات تیره‌رنگی همچون کاراملان، کاراملن و کاراملین تبدیل می‌شوند [۲۰ و ۲۱]. بر این اساس، می‌توان مدعی شد که با افزایش درصد جایگزینی ساکاروز با سوکرالوز–مالتودکسترین در فرمولاسیون مربای سیب مورد پژوهش و به دنبال آن کاهش میزان قندهای یاد شده، وسعت وقوع واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و بویژه واکنش کاراملی‌شدن محدود می‌شود که نتیجه مستقیم آن را می‌توان در کاهش شاخص قهوه‌ای شدن، افزایش پارامتر روشنایی (L*) و کاهش پارامترهای زردی (a*) و قرمزی (b*) مشاهده کرد.. باسو و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی در ارتباط با تولید مربای کم‌کالری انبه نشان دادند که افزایش درصد جایگزینی ساکاروز مورد استفاده در فرمولاسیون مربا با شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و استویا، افزایش معنی‌دار پارامترهای L*، b* و C* را به همراه خواهد داشت ولی پارامتر a* دچار تغییر معنی‌داری نخواهد شد [۲]. این درحالیست که کردسوپ و ناکنان (۲۰۱۳) گزارش از عدم تغییر معنی‌دار پارامترهای یادشده طی جایگزینی ساکاروز مربای انبه با سوربیتول دادند [٤].

۳-٦- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین بر میزان کالری

نتایج تغییرات میزان کالری مربای سیب به موازات جایگزینی شکر آن با نسبت‌های مختلفی از مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز–مالتودکسترین در شکل ۵ قابل مشاهده می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده، به دنبال کاهش میزان قند مربای سیب به موازات افزایش جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین، میزان کالری فرآورده نهایی نیز افت چشمگیری نشان داد ($p<0.05$). به گونه‌ای که کالری نمونه‌ای از مربای سیب که تمامی ساکاروز آن با شیرین‌کننده‌های یادشده جایگزین شده بود به یک‌پنجم کالری نمونه مربای شاهد تقلیل پیدا کرد. رجب[1] (۱۹۸۷) نیز به دستاوردهای مشابهی در این زمینه دست یافت [۱۰]. او بیان داشت که کالری نمونه مربای زردآلویی که در فرمولاسیون آن تنها از شیرین‌کننده‌های رژیمی ساخارین و زایلیتول استفاده شده بود کمتر از ۱۵ درصد کالری نمونه شاهد (نمونه شیرین‌شده با شکر) بود. به طور کلی، عنوان "کم‌کالری" به فرآورده‌ای اطلاق می‌شود که میزان انرژی دریافتی از مصرف آن نسبت به نمونه مرجع[2]، به میزان ۲۵ درصد و یا بیشتر تقلیل یابد [۳]. در پژوهش پیش‌رو، این مهم، تنها با جایگزینی ۲۵ درصد از شکر با شیرین‌کننده‌های سوکرالوز–مالتودکسترین حاصل شد میزان کالری این نمونه حدود ۲۷ درصد کمتر از نمونه شاهد بود. نگاهی به یافته‌های سایر پژوهش‌های مشابه، اهمیت این دست‌آورد را بهتر نشان می‌دهد. یزدی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی سنتی قطاب دریافتند که کاهش کالری حاصل از جایگزینی ۲۵ درصد از شکر با شیرین‌کننده‌های یادشده، تنها چیزی حدود ۱/۳۹ درصد می‌باشد [٦]. برملت و همکاران[3] (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی در ارتباط با تولید کلوچه-های کم‌کالری گزارش کردند که در سطح ۳٦٪ جایگزینی ساکاروز با سوکرالوز–مالتودکسترین، میزان کالری به اندازه ۵ تا ۸/۵ درصد کاهش می‌یابد [۲۲]. در پژوهش مشابه دیگری، اسونسون و همکاران[4] (۲۰۰۹)، دقیقا همین میزان کاهش کالری را برای کلوچه‌های تولید شده از آرد یولاف که ۳۵ درصد از شکر آنها با سوکرالوز–مالتودکسترین جایگزین شده بود، گزارش کردند [۲۳]. البته باید توجه داشت که میزان مصرف شکر یا همان ساکاروز در این دست محصولات نسبت به فرآورده‌های مربایی بسیار کمتر می‌باشد و بر این اساس کاهش ناچیز کالری با جایگزینی ساکاروز آنها با شیرین‌کننده‌های رژیمی، قابل انتظار است.

1. Ragab
2. Reference food
3. Bramlett et al.
4. Swanson et al.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

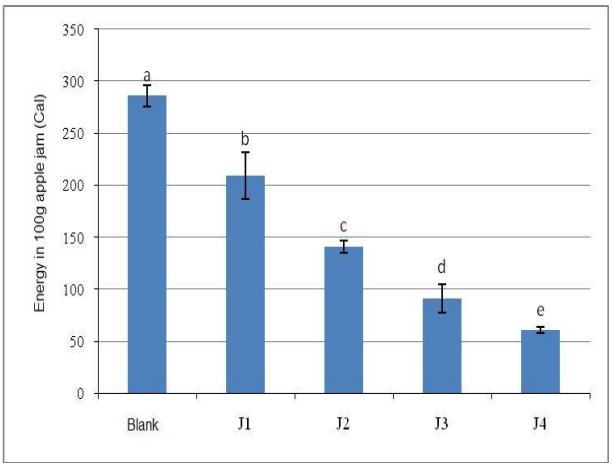

Fig 5 Caloric value of apple jam treatmets
a, b, c,.. shows significant difference between groups ($p<0.05$)

۳-۷- بررسی تاثیر جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر ویژگی‌های ارگانولپتیک

یافته‌های حاصل از ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیک نمونه شاهد و تیمارهای مختلف مربای سیب کم‌کالری در شکل ٦ ارائه شده است. همانطور که در این شکل می‌توان دید، از نظر پانل ارزیاب، نمونه‌های دارای نسبت‌های بیشتری از شیرین-کننده‌های سوکرالوز-مالتودکسترین، به گونه قابل ملاحظه‌ای دارای شدت شیرینی کمتری بودند ($p<0.05$) البته از این نظر، بین نمونه شاهد و نمونه‌ای که تنها ۲۵ درصد از شکر آن با سوکرالوز-مالتودکسترین جایگزین شده بود تفاوت معنی-داری آماری مشاهده نشد نبود ($p<0.05$). بر پایه نتایج ارزیابی حسی، با وجود کاهش شدت شیرینی نمونه‌های مربای رژیمی به موازات افزایش درصد جایگزینی شکر با سوکرالوز-مالتودکسترین، طعم آنها همچنان مورد پسند مصرف‌کنندگان واقع شد و از دیدگاه آنها، بین مطلوبیت طعم نمونه‌های مختلف مربای سیب رژیمی و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳). رجب[1] (۱۹۸۷) در پژوهشی در ارتباط با جایگزینی شکر مربای زردآلو با ساخارین و زایلیتول [۱۰] و در پژوهش دیگری، کردسوپ و ناکنان (۲۰۱۳) طی جایگزینی شکر مربای انبه با سوربیتول [٤]، گزارش کردند که مصرف‌کنندگان به یک اندازه طعم نمونه‌های مربای رژیمی و شاهد را می‌پسندند. در چندین پژوهش نیز نشان داده شده است که به نظر مصرف‌کنندگان، شدت شیرینی محصولات غذایی که شیرین‌کننده معمول آنها یعنی همان ساکاروز با شیرین‌کننده‌های رژیمی جایگزین شده است متحمل یک کاهش خواهد شد [۵، ٦ و ۱۸].

بر اساس نتایج ارزیابی حسی (شکل ٦)، بین مطلوبیت رنگ نمونه مربای سیب شاهد و نمونه‌هایی که ۲۵ و ۵۰ درصد از شکر آن‌ها با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین جایگزین شده بود تفاوت معنی‌داری آماری مشاهده نشد ($p<0.05$). این در حالی بود که افزایش درصد جایگزینی شکر به بیش از مقادیر یاد شده، کاهش شدید استقبال مصرف‌کنندگان از مطلوبیت رنگ نمونه‌های مربای سیب را به همراه داشت ($p<0.05$). . با توجه به نتایج ارزیابی دستگاهی رنگ که بر اساس آن رنگ نمونه‌های مربای رژیمی به مراتب روشن‌تر از نمونه شاهد بود، کاهش استقبال مصرف‌کنندگان نیز از این ویژگی ارگانولپتیک مرباهای سیب، کاملا قابل پیش‌بینی بود. در واقع، مصرف‌کنندگان، تفاوت رنگ نمونه‌های مربای رژیمی با نمونه شاهد را بعنوان یک نقص تلقی کرده و از این رو، آنها را کمتر پسندیدند. عمده پژوهش‌های موجود در ارتباط با مرباهای کم‌قند، کاهش مقبولیت رنگ مرباهای رژیمی [۱۰] یا دست‌کم عدم تفاوت معنی‌دار رنگ آنها با نمونه شاهد (نمونه‌ای که در آن تنها از شیرین‌کننده شکر استفاده شده) [٤ و ١٤] را گزارش کرده‌اند ولی گزارش‌هایی نیز مبنی بر بهبود رنگ نمونه‌های مربا با جایگزینی شکر آنها با شیرین‌کننده‌های رژیمی مشاهده شده است. هیونن و تورما[2] (۱۹۸۳) عنوان داشتند که ویژگی‌های ارگانولپتیک و از جمله رنگ مرباهای توت‌فرنگی شیرین‌شده با زایلیتول و سوربیتول بهتر از نمونه-های حاوی شکر می‌باشد [۷]. باکر[3] (۱۹۹۷) نیز در نتایجی مشابه نشان داد که نمونه‌های مربای زردآلو، گواوا و توت-فرنگی شیرین‌شده با ترکیبی از شیرین‌کننده‌های زایلیتول، سوربیتول و آسپارتام، بیشتر مورد پسند مصرف‌کنندگان واقع شدند [۲٤].

1. Ragab

2. Hyvonen & Torma
3. Bakr

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

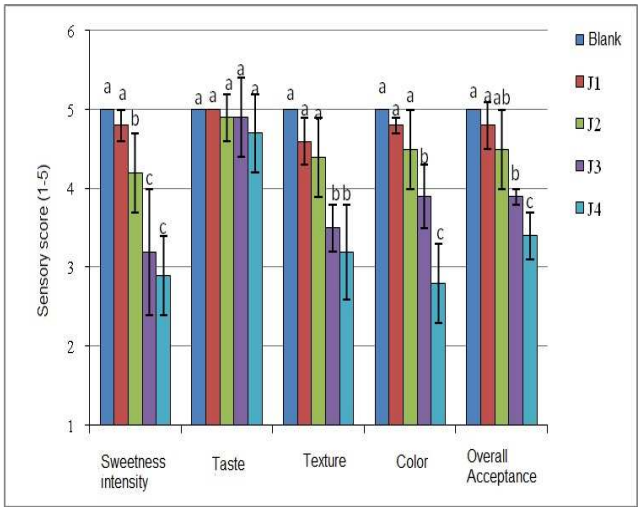

Fig 6 Organoleptic properties of apple jam treatments
a, b, c. Shows significant difference between groups ($p<0.05$).

نتایج ارزیابی بافت تیمارهای مختلف مربای سیب در شکل ٦ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج ارائه شده در این شکل، روند تغییرات مطلوبیت بافت مربای سیب به موازات افزایش نسبت جایگزینی شکر آن با سوکرالوز–مالتودکسترین، تقریبا مشابه با روند تغییرات مطلوبیت رنگ آها بود. تغییرات مطلوبیت بافت نمونه‌هایی که میزان شکر آنها تا ۲۵ و ۵۰ درصد با شیرین‌کننده سوکرالوز–مالتودکسترین جایگزین شده بود جزئی بوده و از لحاظ آماری، معنی‌دار نبود ($p<0.05$) ولی جایگزینی ۷۵ درصد و بیش از آن، کاهش قابل ملاحظه نبود ($p<0.05$). مطلوبیت بافت مرباهای سیب را به دنبال داشت. در ارتباط با تحلیل نظر مصرف‌کنندگان در ارتباط با کاهش مطلوبیت بافت نمونه‌های مرباهای سیب دارای شکر کمتر و سوکرالوز–مالتودکسترین بیشتر، به نظر می‌رسد باید علت را در کاهش قوام و ویسکوزیته مرباهای رژیمی جستجو کرد. همانطور که پیشتر عنوان شد، افزایش جایگزینی شکر، منجر به کاهش قابل ملاحظه ویسکوزیته مربای سیب می‌شود (شکل ۲). کردسوپ و ناکنثان (۲۰۱۳) نیز کاهش سفتی و مطلوبیت بافت مرباهای انبه‌ای که در فرمولاسیون آنها به جای شکر از سوربیتول استفاده شده بود را گزارش کردند [٤]. البته نرم‌تر شدن بافت، در تمام مواد غذایی به عنوان یک نقص تلقی نمی‌شود. یزدی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که اگرچه جایگزینی شکر شیرینی سنتی قطاب با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین باعث نرمی این محصولات می‌شود ولی مقبولیت آنها نزد مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد. در واقع، نرم‌تر شدن بافت در محصولی همچون قطاب، یک مزیت محسوب می‌شود [٦].

با توجه به نتایج ارزیابی حسی (شکل ٦)، جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین تا سطح ۵۰ درصد، منجر به تغییر چشمگیری در میزان پذیرش کلی مربای سیب نزد مصرف‌کننده نمی‌شود نبود ($p<0.05$) ولی نمونه‌هایی که ۷۵ درصد یا تمامی شکر آنها با سوکرالوز–مالتودکسترین جایگزین شده بود به گونه چشمگیری با کاهش استقبال مصرف‌کنندگان روبرو شدند. بر این اساس، می‌توان ادعا کرد که جایگزینی شکر توسط مخلوط سوکرالوز–مالتودکسترین به میزان ۵۰٪، انتخاب مناسبی جهت تولید مرباهای کم‌کالری سیب می‌باشد. نظری و همکاران (۱۳۹٤) عنوان داشتند که جایگزینی ٤۰٪ از شکر بستنی با سوکرالوز، منجر به تغییر قابل ملاحظه‌ای در پذیرش کلی این محصولات نزد مصرف‌کنندگان نمی‌شود ولی افزایش درصد جایگزینی بیش از این مقدار، کاهش استقبال مصرف‌کنندگان را به همراه خواهد داشت [١٤]. این در حالیست که حسینی و جمالیان (۱۳۸۵) [۲۵] و کردسوپ و ناکنثان (۱۳۹۳) [٤] به ترتیب گزارش از بهبود پذیرش کلی مربای آلبالو و انبه رژیمی نسبت به نمونه شاهد دادند.

٤- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که جایگزینی شکر با نسبت‌های مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز–مالتودکسترین، علی رغم عدم تاثیر معنی‌دار بر pH، اسیدیته و بریکس، منجر به کاهش چشمگیر میزان قند کل، قند احیا، ویسکوزیته و کالری مربای سیب و تغییر پارامترها رنگ آن در جهتی نامطلوب می‌شود. در بین نمونه‌های مورد آزمون، نمونه‌ی با ۲۵ درصد جایگزینی شکر، در عمده پارامترهای مورد آزمون، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد با این حال، از نظر مصرف‌کنندگان، نمونه‌ای که نیمی از شکر آن با سوکرالوز–مالتودکسترین جایگزین شده بود نیز، از مطلوبیت ارگانولپتیگ مورد انتظار از یک مربای سیب برخوردار بود.

۵- منابع

[1] Jali, E., Keramat, J., Hojjatoleslamy, M. & Jahadi, M. 2013. Effect of sucrose substitution by sucralose and isomalt on physicochemical properties of Biscuit.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

Journal of Innovative Food Science and Technology, 1 (1): 49-64. [In Persian].
[2] Basu, S., Shivhare, U.S. & Singh, T. V. 2013. Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. Journal of Food Engineering, 114: 465–476.
[3] Abdullah, A. & Cheng, T. C. 2001. Optimization of reduced calorie tropical mixed fruits jam. Food Quality and Preference, 12: 63-68.
[4] Kerdsup, P. & Naknean, P. 2013. Effect of sorbitol substitution on physical, chemical and sensory properties of low-sugar mango jam. Proceeding - Science and Engineering, 12–18.
[5] Farzan Mehr, H., Abbasi, S. & Sahari, M. A. (2008). Investigation the effect of sugar substitutes on some physicochemical, rheological and sensory characteristics of Milk chocolate. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 3 (3): 65-82. [In Persian].
[6] Yazdi, A. G., Hojjatoleslamy, M., Keramat, J. & Jahadi, M. 2010. Effect of sucrose substitution by sucralose-maltodextrin mixture on rheological properties and calorie of Iranian traditional cookie, Ghottab. Journal of Innovative Food Science and Technology, 1 (2): 49-58. [In Persian].
[7] Hyvönen, L. and Törmä, R. 1983. Examination of Sugars, Sugar Alcohols, and Artificial Sweeteners as Substitutes for Sucrose in Strawberry Jam. Product Development. Journal of Food Science, 48 (1): 183-185.
[8] AOAC Official methods of analysis. 17th ed; 2002.
[9] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1991. Jam, marmalade and jelly. Specification and measuring methods. [In Persian].
[10] Ragab, M. 1987. Characteristics of apricot jam sweetened with saccharin and xylitol. Food Chemistry, 23: 55-64.
[11] Besbes, S., Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C. & Attia, H. 2009. Adding value to hard date (Phoenix dactyliferaL.): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. Food Chemistry, 112: 406-41.
[12] Pearson, D. 1976. The chemical analysis of foods. London, New York: Churchill Livingstone. pp. 142–151.
[13] Gross, L. S., Li, L., Ford, E. S., & Liu, s. 2004. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: an ecologic assessment. American Journal of Clinican Nutrition, 79: 774 –779.
[14] Haghnazari, S., ,Bolandi, M. & Nazari, B. 2015. Formulation and preparation of ice cream replacing sugar with sucralose and its organoleptic characteristics. Journal of Food Science and Technology, 49 (12): 145-153. [In Persian].
[15] Basu, S., Shivhare, U.S., Singh, T. V. & Beniwal, V. S. 2011. Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. Journal of Food Engineering, 105: 503–512.
[16] Suutarinen, M. 2002. Effects of pre-freezing treatments on the structure of strawberries and jams, Ph.D. thesis, VTT, Helsinki University of Technology, Finland.
[17] Nishinari, K., Watase, M., Williams, P.A. & Phillips, G.O. 1990. k-Carrageenan gels: effect of sucrose, glucose, urea, and guanidine hydrochloride on the rheological and thermal properties. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 38 (5): 1188–1193.
[18] Homayouni-Rad, A., .Bazrafshan, M ., Vahid, F. & Khoshgozaran Abras, S. 2014. Effect of sucrose substitution by date sugar on the physicochemical and sensory properties of sour cherry jam. Journal of Food Science and Technology, 49 (12): 145-153. [In Persian].
[19] Basu, S. & Shivhare, U.S. 2010. Rheological, textural, micro-structural and sensory properties of mango jam. Journal of Food Engineering, 100: 357–365.
[20] Fadel, H. H. M. & Farouk, A. 2002. Caramelization of maltose solution in presence of alanine. Amino Acids, 22: 199-213.
[21] Keramat, J. 2008. Fundamentals of Food Chemistry. Isfahan university of Technology Publications, 189-390. [In Persian].
[22] Bramlett, A., Harrison, J., Mckemie, R. & Swanson, R. 2012. Functionality ofsucralose/maltodextrin:isomalt blends in reduced-in-sugar chocolate chip cookies: Quality characteristics and consumer acceptability. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 112: 58-63.
[23] Swanson, R. B., Mckemite, R., Savage, E. & Zhuang, H. 2009. Functionality of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

Sucralose/Maltodextrin:Isomalt Blends in Oatmeal Cookies. Journal of American Diet Association, 109: A70.

[24] Bakr AA. 1997. Application potential for some sugar substitutes in some low energy and diabetic foods. Molecular Nutrition and Food Research, 41(3): 170-5.

[25] Hosseini, A. & Jalalian, J. 2006. Development of low-calorie cherry jam using glycyrrhizin, sorbitol and fructose sweeteners and evaluating its effect on individuals with noninsulin-dependent diabetes mellitus. Journal of Sciences and Technology
of Agriculture and Natural Resources, 10 (3): 211-221. [In Persian].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]

Production of reduced-calorie apple jam by sugar substitution with sucralose- maltodextrin sweetener and investigating its quality attributes

Darvishi1, M. [1], Hojjatoleslamy, M. [2*], Keramat, J. [3]

1. M. Sc. Graduated student, Islamic Azad University, Shahrekord branch
2. Assist. Prof Islamic Azad University, Shahrekord branch
3. Assoc. Prof.Isfahan University of Technology

(Received: 2015/11/20 Accepted:2016/08/06)

Fruit jams are high-calorie food products and thus, many attempts have been made for manufacturing low-calorie jams by replacement of sucrose with alternative sweeteners. However, low-sugar fruit do not enjoy wide popularity, owing to their poor textural and organoleptic properties. The present study was thus aimed to investigate the effect of substitution of sucrose by different extents of sucralose-maltodextrin (0, 25, 50, 75 & 100%) on the physicochemical characteristics (sugar content, pH, acidity, brix & viscosity), Hunter lab color parameters (L*, a*, b* BI & ΔE), organoleptic properties (Flavor, sweetness intensity, color, texture & total acceptability) and calorie of apple jam. The results indicated that increasing sucrose replacement was accompanied by significant reduction in calorie of apple jam ($p<0.05$) ranged between 27-80%. Physicochemical analysis revealed that while pH, acidity and brix of apple jam were not significantly changed with increasing sucrose replacement ($p\geq0.05$), total sugar and reducing sugar contents as well as viscosity experienced a remarkable reduction ($p<0.05$). L* value increased drastically with sucrose replacement ($p<0.05$) whereas, a*, b* and BI decreased significantly ($p<0.05$). Sensory evaluation showed that sweetness intensity, color, texture and total acceptability of apple jam were adversely affected by increasing sucrose replacement but the flavor of all jam samples with different extent of sucrose replacement were appreciated by consumers. The apple jam with 25% sucrose replacement did not significantly differ from control sample in terms of physicochemical characteristics, Hunter lab color parameters and organoleptic properties ($p\geq0.05$) and had 73% as much calorie as the control sample.

Keywords: Apple jam, Sucrose, Sucralose, Maltodextrin, Reduced-calorie

* Corresponding Author E-Mail Address: mohojjat@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-23]