

اثر جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای ساکارز بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و حسی مربای سیب

Effect of replacement of Xylitol and High Fructose Corn Syrup instead Sucrose on physicochemical and sensory properties of Apple jam

داود بهروز^۱، محمدرضا اسحاقی^۲، بیژن خورشید پور^{۳*}

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۸

دریافت: ۱۴۰۱/۸/۴

چکیده

امروزه محصولاتی مانند مربا که بر پایه میوه تولید می شوند فراورده هایی هستند که به دلیل حجم کم، ارزش تغذیه ای بالا و ظاهر مناسب در همه جا و برای بیشتر افراد قابل استفاده هستند و آگاهی مصرف کنندگان از ارتباط بین رژیم غذایی و سلامتی باعث کاهش مصرف فراورده های حاوی مقادیر بالای شکر از جمله مربا شده است. لذا در این تحقیق هدف جایگزینی قند الکلی زایلیتول و شربت فروکتوز با ساکارز در تولید مربای سیب بود. خواص فیزیکی شیمیایی (PH، اسیدیته، خاکستر، ساکارز، بریکس و پکتین) خواص میکروبی (کپک و مخمر) در روزهای 15 و 30 نگهداری و ارزیابی حسی (زه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) توسط 5 نفر ارزیاب آموزش دیده به روش هدونیک 5 نقطه ای اندازه گیری گردید. در این تحقیق 7 تیمار به همراه یک تیمار شاهد و در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج فیزیکوشیمیایی نشان داد با افزایش غلظت های زایلیتول و شربت فروکتوز مقدار PH، خاکستر، ساکارز و بریکس نمونه ها کاهش و مقدار اسیدیته افزایش یافت. تغییرات شاخص های PH، اسیدیته و پکتین از نظر آماری معنی دار نبود. نتایج میکروبی، رشد هیچ گونه کپک و مخمر را در هیچ یک از نمونه ها طی 30 روز نگهداری نشان نداد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد با افزایش غلظت های زایلیتول و شربت فروکتوز مقدار شاخص های مزه، رنگ، بافت و پذیرش کلی کاهش و شاخص بو افزایش یافت اما در تمامی شاخص های ارزیابی حسی امتیازات ارزیابان حسی در سطح قابل قبول (بیشتر از 3/20) بود و با توجه به خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی گزارش شده تیمارهای T2 (حاوی 60 درصد زایلیتول + 40 درصد شکر) و T5 (60 درصد شربت فروکتوز + 40 درصد شکر) به دلیل بیشترین شباهت به نمونه شاهد و در برخی موارد برتری نسبت به نمونه شاهد به عنوان تیمارهای برتر معرفی گردید.

کلمات کلیدی: زایلیتول، سیب، شربت فروکتوز، مربا

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا.

^۲ گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا.

^۳ گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا.

نویسنده مسئول مکاتبه کننده: Khorshidpour_b@gmail.com

رژیمهای غذایی پر کالری 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 غیر وابسته به انسولین و غیره میگردد. آگاهی مردم از اینکه تغذیه مناسب میتواند در سالمی افراد مؤثر باشد، موجب شده تا امروزه تولید کنندگان 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. 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. امروزه مصرف مواد غذایی که باعث کمک به بهبود سالمی و کاهش ریسک ناشی از بیماریهای مختلف میگردد در مصرف کنندگان رو به افزایش میباشد. در این میان توجه زیادی به نوع خاصی از کربوهیدراتها به نام کربوهیدراتهای غیرقابل هضم معطوف شده است. این ترکیبات ویژگیهای فیزیکیوشیمیایی و فیزیولوژیکی سودمندی برای سالمی مصرف کنندگان داشته و به این دلیل مصرف این ترکیبات در حال حاضر رو به افزایش است (2007, Mancilha and Mussatto).

دسته بندی های متفاوتی در مورد شیرین کنندهها وجود دارد. به طور کلی شیرین کننده ها را میتوان در دو گروه کلی طبیعی و مصنوعی یا در چهار گروه، شیرین کنندههای طبیعی، شیرین کنندههای مصنوعی، شیرین کنندههای تصفیه شده و الکل های قندی طبقه بندی کرد. همچنین در یک طبقه بندی دیگر، شیرین کننده ها را میتوان در دو گروه کلی، شیرین کننده های کالریک و شیرین کننده های غیرکالریک (شیرین کننده های کاهش دهنده کالری) طبقه بندی کرد که طبقه بندی اخیر در این تحقیق مورد بررسی قرار خواهد گرفت. شیرین کننده های غیرکالریک اساساً در طبیعت وجود نداشته و از طریق سنتز تهیه میشوند و یا آن که وجود دارند اما به عنوان یک ماده شیرین کننده معمول شناخته شده نیستند. در این میان بعضی اصولاً فاقد نقش کالری زایی هستند و یا آن که حداقل به دلیل میزان شیرینی بسیار زیاد، مقادیر بسیار کمی از آنها مورد استفاده قرار میگیرد که از جهت نقش چندانی در افزودن میزان کالری دریافتی بدن ندارند (فاطمی ۱۳۸۱).

شیرین کننده های مصنوعی گروهی از شیرین کننده های غیر کالریک هستند که امروزه از آنها به شکل گسترده در حوزه های مختلف صنایع غذایی استفاده میشود. شیرین کننده های مصنوعی دسته بزرگی از افزودنی های باکیفیت بالا و قدرت شیرینی زایی شدید هستند که کاربرد آنها را در بسیاری از کالاهای غذایی تسهیل کرده و مصرف سایر قندها را کاهش داده است. بسیاری

از آنها پایه سنتتیک، شیمیایی، میکروبی و یا حتی گیاهی دارند و به سبب قدرت انرژی زایی محدودشان در مقایسه با شیرین کننده های متداول مثل قند و شکر، میتوان از آنها در مواد غذایی مخصوص بیماران دیابتی و یا حتی رژیمهای لاغری سود جست. از جمله شیرین کننده های مصنوعی میتوان به ساخارین، آسه سولفام پتاسیم و آسپارتام اشاره کرد (رحیمی ۱۳۹۱).

قندهای الکلی یا پلی اولها جزء قندهای یا الکلهای طبقه بندی نمی شوند بلکه کربوهیدراتهایی هستند که از طریق هیدروژناسیون کربوهیدراتهای طبیعی به دست می آیند در تهیه این ترکیبات گروه آلدئیدی یا کتونی با گروه هیدروکسیل جایگزین می شود این کربوهیدراتها سرطان زایی کمتر نیاز به انسولین کمتر کالریزایی کمتر و پایداری شیمیایی فیزیکی و میکروبیولوژیکی بالاتری دارند این ترکیبات کاملا ایمن بوده و هیچ تهدیدی برای سلامتی به شمار نمی روند پیشرفته ای اخیر باعث افزایش تعداد این قندها و افزایش کاربرد این جایگزین های قند در مواد غذایی رژیمی شده است.

مواد غذایی حاوی قندهای الکلی به علت جایگزین شدن قند توسط قندهای الکلی میتوانند به عنوان مواد غذایی کم هضم و کم کالری معرفی شوند. این ترکیبات به علاوه انرژی کمتر از شکر داشته و دارای مزایای دیگری (کاهش پاسخ گالیسمیک، کاهش اثر خورندگی بر دندان و افزایش اثرات پروبیوتیکی) هستند (Anonymous, 2004). از نظر ساختار شیمیایی قندهای الکلی ممکن است از مونوساکاریدها مشتق شده باشند (مانند سوربیتول، مانیتول، زایلیتول و اریتریتول)، مشتق شده از دی ساکاریدها باشند (مانند ایزومالت، الکتیتول و مالتیتول) و یا از پلی ساکاریدها مشتق شده باشند (مانند مالتیتول سیروپ و) اگرچه قندهای الکلی به شکل گسترده ای در گیاهان وجود دارند، برای مصارف تجاری نیز تولید می گردند. علاوه بر این قندهای الکلی سرعت متابولیسم شدن کمی نیز دارند و باعث پایین نگه داشته شدن گلوکز خون در دیابت نوع ۱ و ۲ می شوند (Lin et al., 2003; Pasha et al., 2002).

زایلیتول باعث بهبود ویژگیهای حسی، ایجاد بافت مرطوبتر و بهبود ویژگیهای ساختاری و ظاهری محصول خواهد شد. زایلیتول مزایای زیادی برای سلامتی دارد که به همراه طعم مناسب، این ترکیب را به عنوان موفقترین جایگزین طبیعی قند در جهان معرفی میکند. زایلیتول باعث افزایش پایداری میکروبیولوژیکی در محصول میشود که علت این اثر به دلیل وزن مولکولی کمتر زایلیتول نسبت به ساکارز و افزایش فشار اسمزی توسط این قند میباشد (Mitchell, 2008) شیرین کنندگی زایلیتول با ساکارز برابر بوده و بنابراین میتواند به نسبت ۱:۱ جایگزین آن شود (Winkelhausen et al., 2007) زایلیتول تنها قند الکلی است که از نظر قدرت شیرین کنندگی با ساکارز برابری میکند انرژی تولید شده توسط این قند ۱۰ کیلو ژول بر گرم میباشد که این میزان ۴۰٪ کمتر از انرژی تولید شده توسط ساکارز است. این ویژگی باعث مناسب شدن زایلیتول برای استفاده در مواد غذایی کم کالری شده است.

دیگر شیرین کننده جایگزین ما شربت فروکتوز میباشد فروکتوز شیرین کننده‌های طبیعی است که به صورت فراوان در میوه ها و عسل موجود میباشد. این شیرین کننده به صورت شربت در صنایع مختلف غذایی و دارویی به عنوان بهترین جایگزین ساکارز کاربرد دارد (Hanover and White, 1993)

واکنش های شیمیایی فروکتوز که اهمیت زیادی در صنایع غذایی دارد شامل تخمیر فروکتوز، واکنش میلارد و ایجاد رنگ قهوه ای مناسب در سطح محصولات نانوائی مانند کیک و کلوچه، اثر سینرژیک فروکتوز در کنار شیرین کننده های دیگر، حالیت فروکتوز در آب که بیش از هر قند دیگری است، کاهش نقطه انجماد که احنمال آسیب دیدن سلول توسط بلورهای یخ در دماهای پایین را کاهش میدهد و همچنین فروکتوز بسیار سریعتر ویسکوزیته (گرانروی) ناشسته را افزایش میدهد و در نهایت ناشسته در حضور فروکتوز به ویسکوزیته بالاتری میرسد (Rocha et al., 2006).

شیرینی فروکتوز ۱/۷ برابر شکر است، همچنین برخلاف ساکارز نیازی به شکسته شدن در بدن ندارد و می تواند مستقیما در روده جذب شود. فروکتوز در تمامی موارد استفاده از شکر می تواند جایگزین آن شود (Sirisansaneeyakul et al., 2006).
مطالعات زیادی جهت جایگزینی شیرین کننده های مغذی و کم کالری با ساکارز انجام شده که نسبتا به نتایج مثبتی رسیده است.

فرح بخش فارسی و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مربای رژیمی تهیه شده از فروکتوز بر شاخص قند خون در بیماران دیابتی نوع ۲ پرداختند. نتایج نشان داد شاخص قند خون این بیماران پس از مصرف مربای رژیمی فروکتوز 4/34 تعیین شد و با توجه به شاخص قند خون پایین این مربا و اثرات مثبت کلینیکی مواد غذایی دارای شاخص قند خون کم، استفاده از این مربا در رژیم غذایی بیماران دیابتی مفید خواهد بود.

عسگری و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیر خرمای و شربت غنی از فروکتوز بر ویژگیهای فیزیکی و حسی مربای هویج پرداختند. نتایج نشان داد با به کارگیری شربت ذرت غنی از فروکتوز در مربا PH، اسیدیته، ... به طور معنی داری تغییر کرده است. همچنین نتایج آماری ارزیابی حسی نشان داد که مربای تولیدی با شربت ذرت غنی از فروکتوز و شیر خرمای از لحاظ بو، طعم، بافت و پذیرش کلی تفاوت معنی داری نسبت به نمونه شاهد نداشته است اما از لحاظ رنگ تفاوت معنی داری مشاهده شده است بنابراین میتوان درصدی از ساکاروز موجود در مربا را با شربت ذرت غنی از فروکتوز و شیر خرمای جایگزین کرد.

(Lee et al., 2008) در یک پژوهش تأثیر قندهای مالتیتول، مانیتول، زایلیتول، سوربیتول، ایزومالتوز، الیگوفروکتوز و پلی دکستروز را به عنوان جایگزین ساکارز مورد بررسی قرار دادند. بهترین نتیجه جایگزینی متعلق به زایلیتول و مالتیتول بود که از لحاظ اکثر ویژگیها مشابه نمونه شاهد (حاوی ساکارز) بود ضمن آنکه بیشترین مقبولیت حسی را نسبت به سایر تیمارها داشت.

مواد و روش ها

در این تحقیق تمامی آماده سازی های مربوط به پخت مربا در کارخانه سیرنگ غذا و توسط دیگهای پخت دوجداره روباز و بصورت پخت غیرمداوم صورت گرفت.

همچنین مواد مصرفی ما که شامل قند زایلیتول از برند XIVIA فنلاند، شربت فروکتوز از شرکت کیمیا تجارت زر و شکر از مارک تجاری نقش جهان تهیه گردید.

همچنین محیط کشت DRBC مورد استفاده جهت آزمایشات میکروبیولوژیک از برند کیولب کانادا و پکتین، اسید سیتریک، اسید کلریدریک ۳۷٪، هیدروکسید سدیم، بافر ۷ و ۴، اتانول و متانولاز برند MERK آلمان تهیه گردید.

تیمارهای تحقیق در جدول زیر مشخص گردیده است:

جدول ۱: تیمارهای پژوهش

Table 1: Research Treatments

تیمارها	درصد شکر	درصد زایلیتول جایگزین شکر	درصد شربت فروکتوز جایگزین شکر (با احتساب بریکس)
شاهد	۱۰۰	۰	۰
T1	۷۰	۳۰	۰
T2	۴۰	۶۰	۰
T3	۰	۱۰۰	۰
T4	۷۰	۰	۳۰
T5	۴۰	۰	۶۰
T6	۰	۰	۱۰۰
T7	۰	۵۰	۵۰

روش ها

روش پخت و آماده سازی مربا

در تهیه و پخت مربا ابتدا سیب های تهیه شده را شسته و به قطعات مکعبی شکل برش داده شد و برای جلوگیری از سیاه شدن قطعات برش خورده آنها را درون ظرف آبی قرار داده پس از انتقال به دیگ پخت مقداری حرارت داده شد سپس به نمونه شاهد شکر و به نمونه های دیگر زایلیتول و شربت فروکتوز به نسبت های مختلف اضافه شد. در مرحله بعد مخلوط تحت فرایند پخت قرار گرفته و در مراحل پایانی پخت جهت رسیدن مربا به یک قوام مناسب به آن پکتین اضافه شد تا بریکس آن به حد مطلوب برسد و سپس به مخلوط حاصل مقدار مناسبی اسید سیتریک اضافه گردید تا PH آن به حد مطلوب برسد، در انتها بعد از کمی سرد شدن مای تهیه شده را در ظرف شیشه ای ریخته و در یخچال بمدت ۲۴ ساعت نگهداری شد و سپس پارامترهای مورد آزمون ارزیابی گردید (قندهاری یزدی و همکاران، ۱۳۹۲)

روش انجام آزمونهای فیزیکی و شیمیایی

جهت اندازه گیری اسیدیته و PH از روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۴ استفاده شد و اسیدیته نمونه ها بر حسب اسید سیتریک مطابق با رابطه زیر محاسبه شد.

$$A = a * 0.0064 * 100/S$$

که در آن:

A: اسیدیته بر حسب اسید سیتریک

a: حجم سود مصرفی بر حسب میلی لیتر

S: حجم نمونه برداشت شده

همچنین اندازه گیری خاکستر طبق استاندارد شماره ۱۹۷۱۸ ملی ایران، ساکارز مطابق با استاندارد شماره ۴۵۲۲ ملی ایران و به روش پلاریمتری بریکس مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۴ و توسط دستگاه رفاکتومتر و همچنین پکتین هم به روش ایجاد رسوب پکتات کلسیم و نسبت آن به وزن نمونه محاسبه گردید.

آزمایشات میکروبی

کپک و مخمر

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۰۸۹۹ جهت شمارش کپک و مخمر ابتدا با استفاده از محیط کشت دی کلران-رز بنگال کلرامفنیکل آگار (DRBC) مقدار معینی از نمونه را در سطح پلیت کشت داده و سپس پلیت ها را به مدت ۵ روز در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد گرمخانه گذاری کرده و پس از مدت مذکور کلنی ها شمارش شدند (بی نام، ۱۳۸۷)

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز شامل مزه، بو، رنگ، بافت، غلظت و پذیرش کلی به روش هدونیک ۵ نقطه ای و توسط گروه ۵ نفری پانلیست انجام شد (بی نام، ۱۳۷۸)

طرح آماری

جهت تجزیه و تحلیل دادهها و بررسی نتایج مقدار قند زایلیتول و شربت فروکتوز خواص فیزیکوشیمیایی و حسی مربای تولید شده از طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل در هفت تیمار به همراه یک تیمار شاهد و در سه تکرار استفاده شد. اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۱۵ درصد استفاده شد همچنین جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل^۱ است.

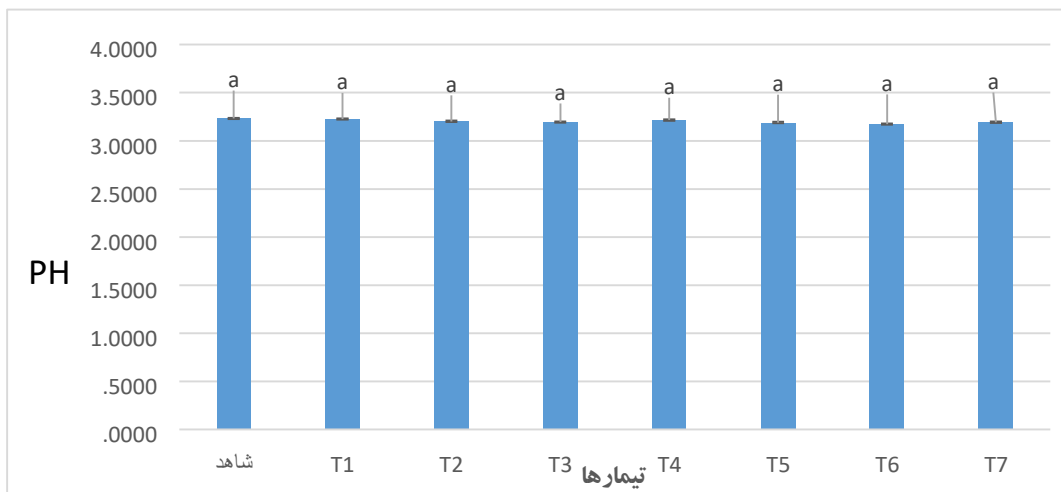
یافته ها

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی

نتایج اثر تیمارهای تحقیق بر تغییرات PH

نتایج تغییرات pH نمونه های مربای سیب حاوی درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز در نمودار (شماره ۱) نشان داده شده است.

مطابق با نتایج با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب مقدار pH نمونه ها نسبت به نمونه شاهد کاهش جزئی یافت اما از نظر آماری معنی دار نبود. همچنین مقایسه میانگین تغییرات pH و بررسی دادهها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین مقدار PH (۳/۱۷۳) متعلق به تیمار T6 بود و بیشترین مقدار PH (۳/۲۳۳) متعلق به نمونه شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشتند.



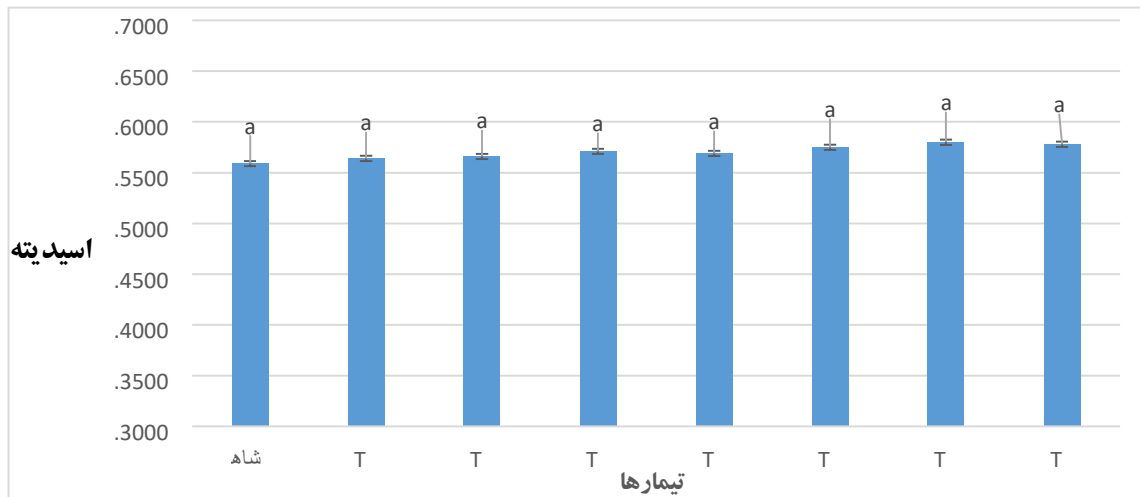
نمودار شماره ۱: میانگین تغییرات PH در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 1: Average pH changes in apple jam samples containing Xylitol and Fructose syrup

نتایج اثر تیمارهای تحقیق بر تغییرات اسیدیته

تغییرات اسیدیته نمونه های مربای سیب حاوی درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز در نمودار ۲ نشان داده شده است.

مطابق با نتایج با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب مقدار اسیدیته نمونه ها نسبت به نمونه شاهد افزایش جزئی یافت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات اسیدیته و بررسی دادهها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین مقدار اسیدیته (۰/۵۵۹) متعلق به نمونه شاهد بود و بیشترین مقدار اسیدیته (۰/۵۸۰) متعلق به تیمار T7 بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشتند.



نمودار

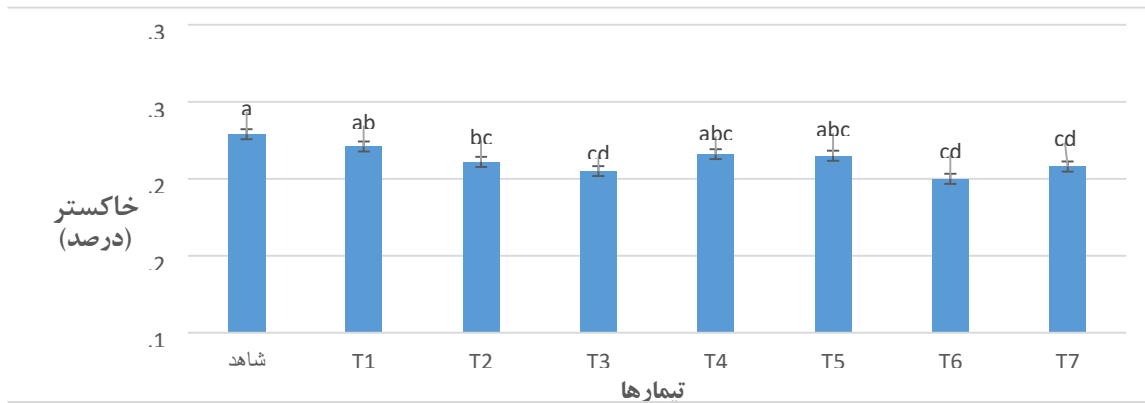
شماره ۲: میانگین تغییرات اسیدیته در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 2: Average Acidity changes in apple jam samples containing Xylitol and Fructose syrup

نتایج اثر تیمارهای تحقیق بر تغییرات خاکستر

مطابق با نتایج ارائه شده نمودار (شماره ۳) مشخص گردید اثر نوع نمونه (درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز) بر شاخص خاکستر نمونه های مربای سیب معنی دار بود.

مطابق با نتایج با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب مقدار خاکستر نمونه ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات خاکستر و بررسی داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین مقدار خاکستر (۰/۲۰۰) متعلق به تیمار T6 بود که با سایر تیمارها به جز تیمارهای T3 و T7 تفاوت معنی داری داشت و بیشترین مقدار خاکستر (۰/۲۲۹) متعلق به نمونه شاهد بود که با سایر تیمارها به جز تیمارهای T1، T4 و T5 اختلاف معنی داری داشت.



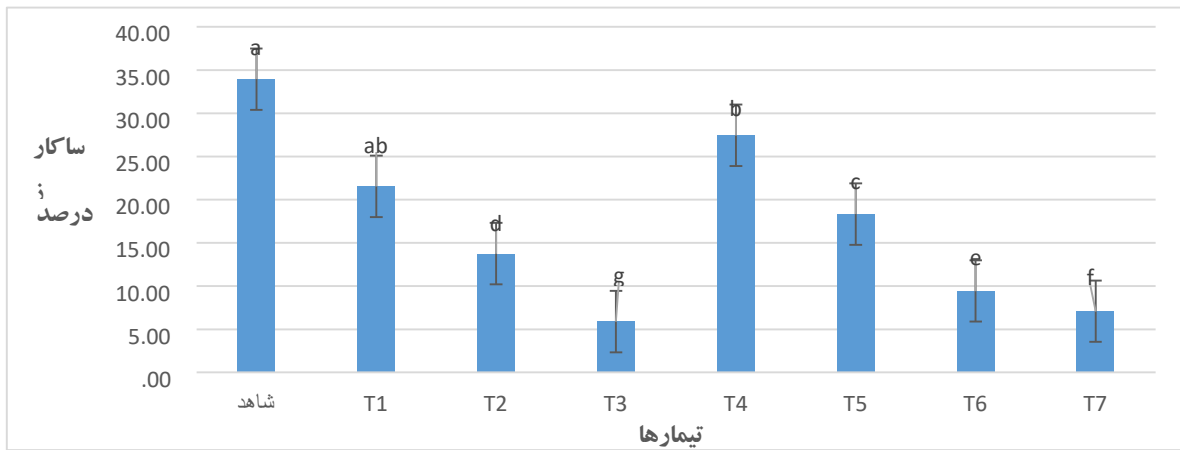
نمودار شماره ۳: میانگین تغییرات خاکستر در نمونه‌های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 3: Average Ash changes in apple jam samples containing Xylitol and Fructose syrup

نتایج اثر تیمارهای تحقیق بر تغییرات ساکارز

مطابق با نتایج ارائه شده در نمودار شماره 4 مشخص گردید اثر نوع نمونه (درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز) بر شاخص ساکارز نمونه‌های مربای سیب معنی دار بود.

مطابق با نتایج با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه‌های مربای سیب مقدار ساکارز نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات ساکارز و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد کمترین مقدار ساکارز (۵/۸۹۳) متعلق به تیمار T3 بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشت و بیشترین مقدار ساکارز (۳۳/۹۵۳) متعلق به نمونه شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت.

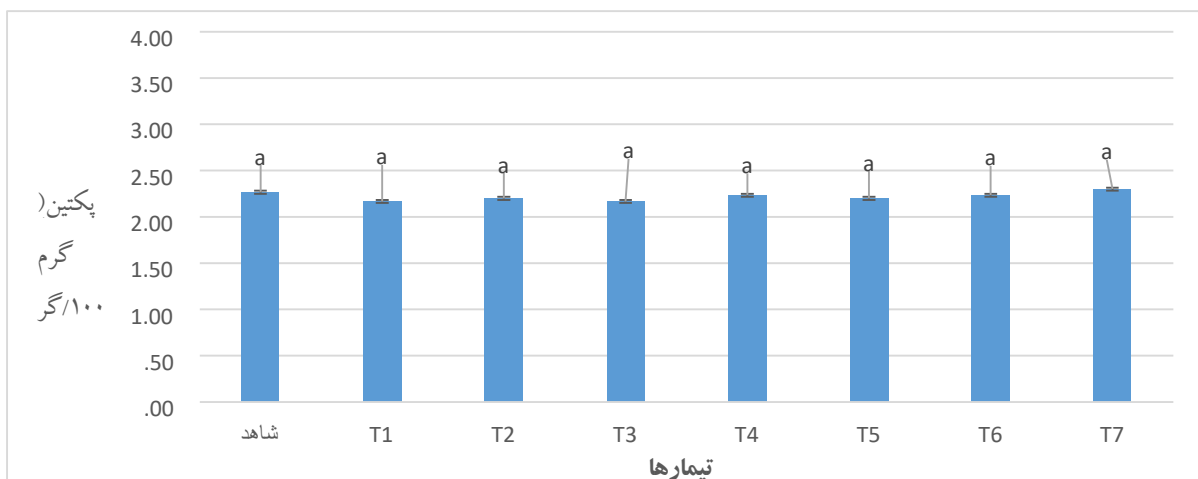


نمودار شماره ۴: میانگین تغییرات ساکارز در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 4: Average changes of Sucrose in apple jam samples containing Xylitol and Fructose syrup

نتایج اثر تیمارهای تحقیق بر تغییرات پکتین

مطابق با نتایج ارایه شده در نمودار (شماره ۵) با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب مقدار پکتین نمونه ها تغییر معنی داری نداشت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات پکتین و بررسی داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین مقدار پکتین (۲/۱۶۶) متعلق به تیمار T1 بود و بیشترین مقدار پکتین (۲/۳۰۰) متعلق به تیمار T7 بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشتند. تغییرات پکتین نمونه های مربای سیب حاوی درصد های مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز در نمودار (شماره ۵) نشان داده شده است.

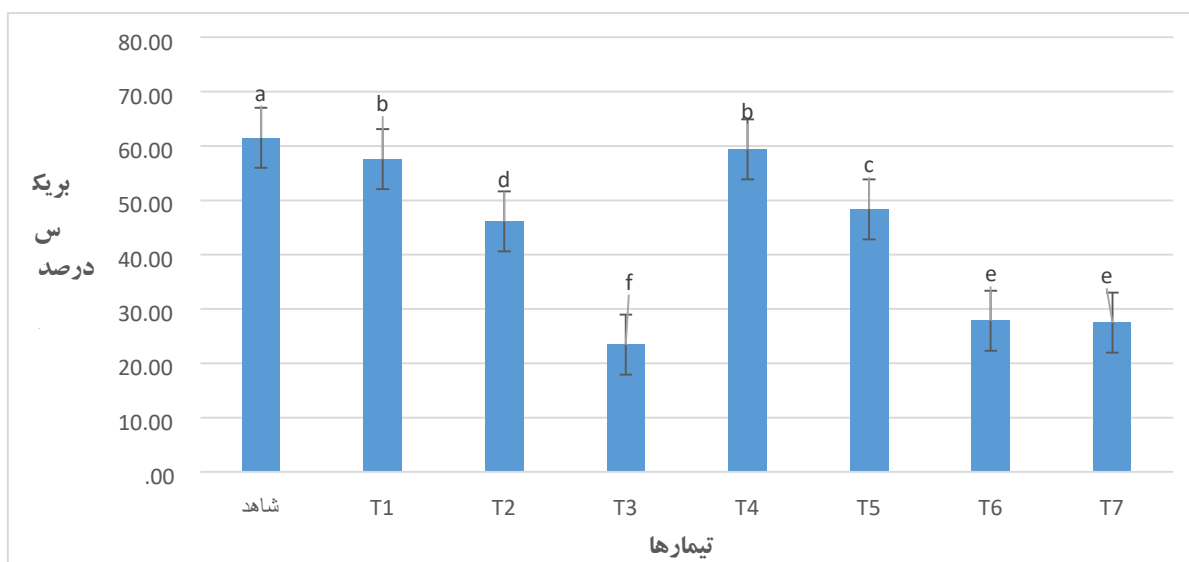


نمودار شماره ۵: میانگین تغییرات پکتین در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 5: Average changes of Pectin in apple jam samples containing Xylitol and Fructose syrup

نتایج اثر تیمارهای تحقیق بر تغییرات بریکس

مطابق با نتایج با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب مقدار بریکس نمونه ها کاهش یافت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات بریکس و بررسی داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین مقدار بریکس (۲۳/۴۳۰) متعلق به تیمار T1 بود و بیشترین مقدار بریکس (۶۱/۵۲۳) متعلق به نمونه شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت.



نمودار شماره ۶: میانگین تغییرات بریکس در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 6: Average changes of Brix in apple jam samples containing Xylitol and Fructose syrup

کپک و مخمر

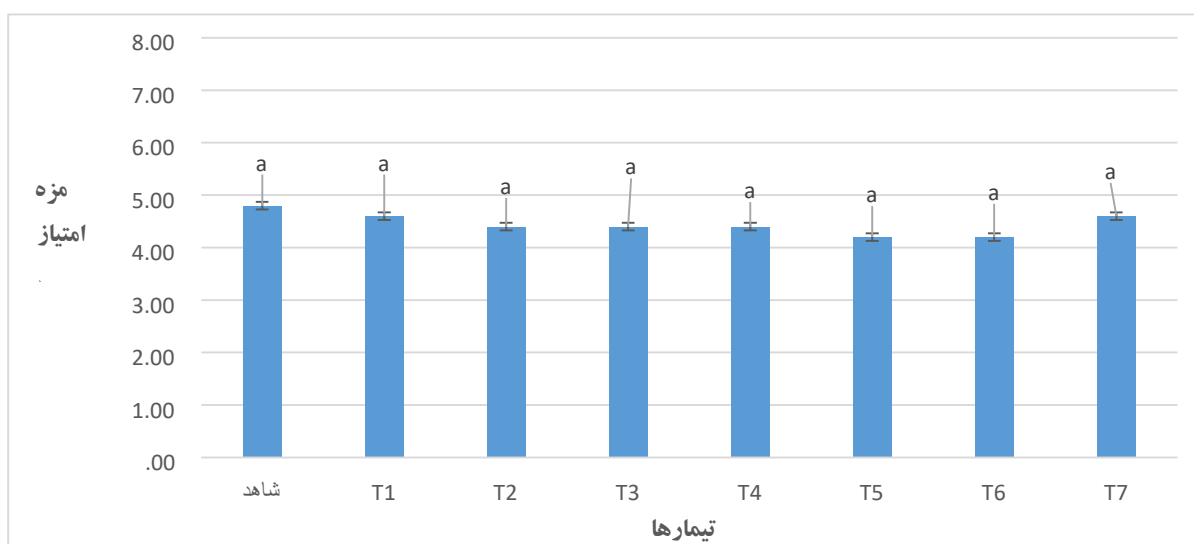
مطابق با نتایج مقدار کپک و مخمر برای تمامی تیمارها در دوره های نگهداری ۱۵ و ۳۱ روز مقدار منفی گزارش شد.

ارزیابی حسی

مزه

تغییرات امتیازات ارزیابی حسی مزه نمونه‌های مربای سیب حاوی درصد‌های مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز در نمودار ۶ نشان داده شده است.

مطابق با نتایج ارایه شده در نمودار (شماره ۶) با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه‌های مربای سیب امتیازات مزه نمونه‌ها تغییر معنی داری نداشت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات ارزیابی حسی مزه و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد کمترین امتیاز مزه (۴/۲۰) متعلق به تیمارهای T5 و T6 بود و بیشترین امتیاز مزه (۴/۸۰) متعلق به نمونه شاهد بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشتند.

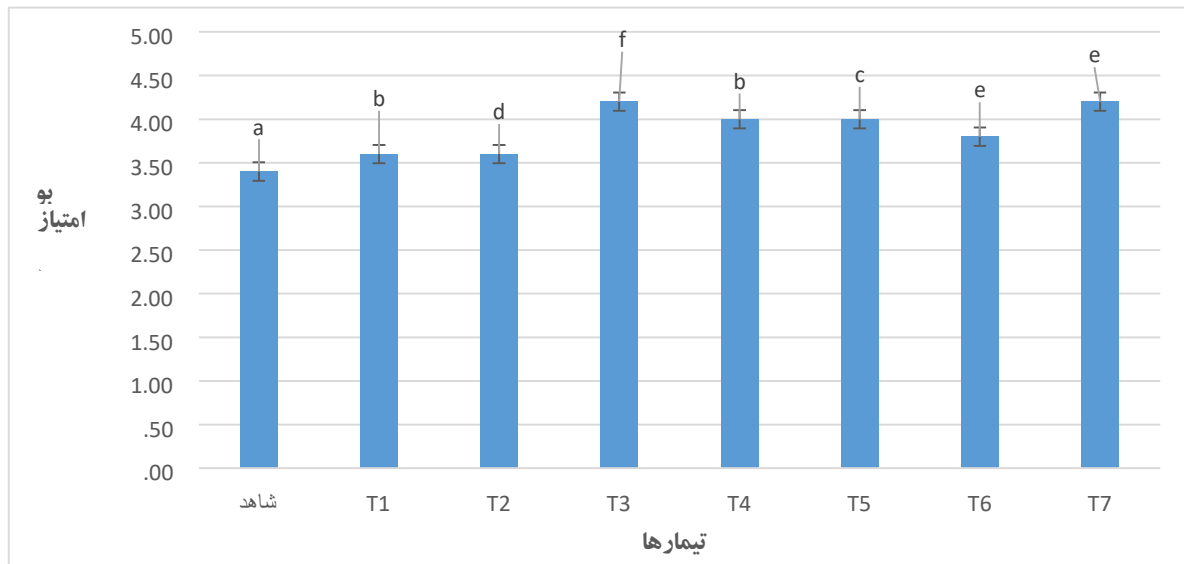


نمودار شماره ۷: میانگین تغییرات ارزیابی حسی مزه در نمونه‌های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 7: Average changes in sensory evaluation of taste in samples of apple jam containing Xylitol and Fructose syrup

بو

مطابق با نتایج تغییرات امتیازات ارزیابی حسی بو نمودار (شماره ۷) با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه‌های مربای سیب امتیازات بو نمونه‌ها تغییر معنی داری نداشت. همچنین مقایسه میانگین تغییرات ارزیابی حسی بو و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد کمترین امتیاز بو (۳/۴۰) متعلق به نمونه شاهد که با تیمارهای T3 و T7 اختلاف معنی داری داشت و بیشترین امتیاز بو (۴/۲۰) متعلق به تیمارهای T3 و T7 بود که با نمونه شاهد اختلاف معنی داری داشتند.



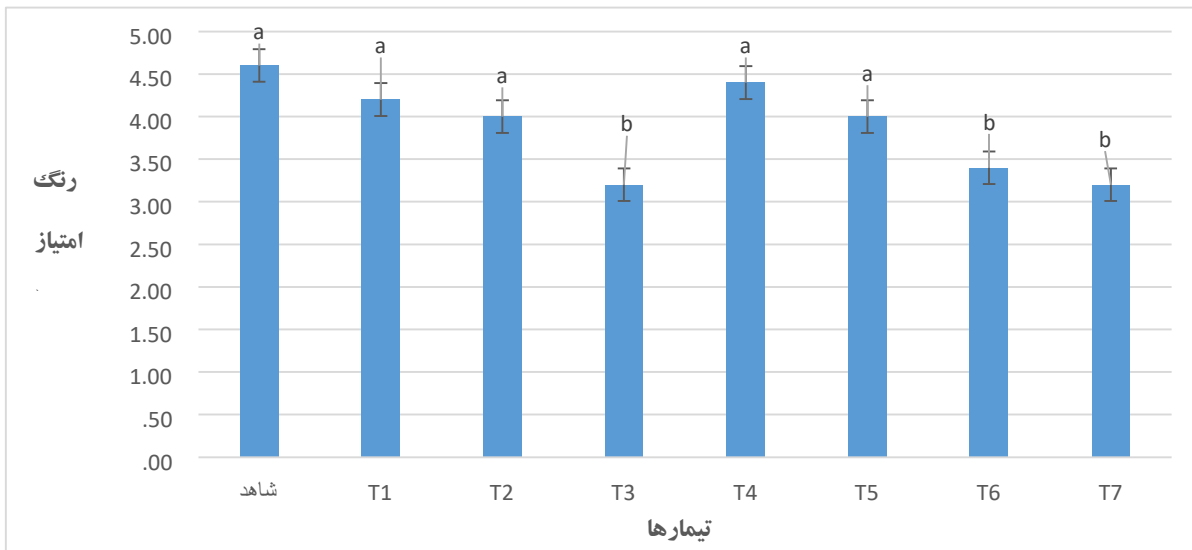
نمودار شماره ۸: میانگین تغییرات ارزیابی حسی بو در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 8: Average changes in sensory evaluation of smell in samples of apple jam containing Xylitol and Fructose syrup

رنگ

تغییرات امتیازات ارزیابی حسی رنگ نمونه های مربای سیب حاوی درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز در نمودار (شماره ۸) نشان داده شده است.

مطابق با نتایج با جایگزینی کامل زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب از امتیازات رنگ نمونه ها کاسته شد. همچنین مقایسه میانگین تغییرات ارزیابی حسی رنگ و بررسی داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین امتیاز رنگ (۳/۲۰) متعلق به تیمارهای T3، T6 و T7 بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشتند و بیشترین امتیاز رنگ (۴/۶۰) متعلق به نمونه شاهد بود که با تیمارهای T3، T6 و T7 اختلاف معنی داری داشت.



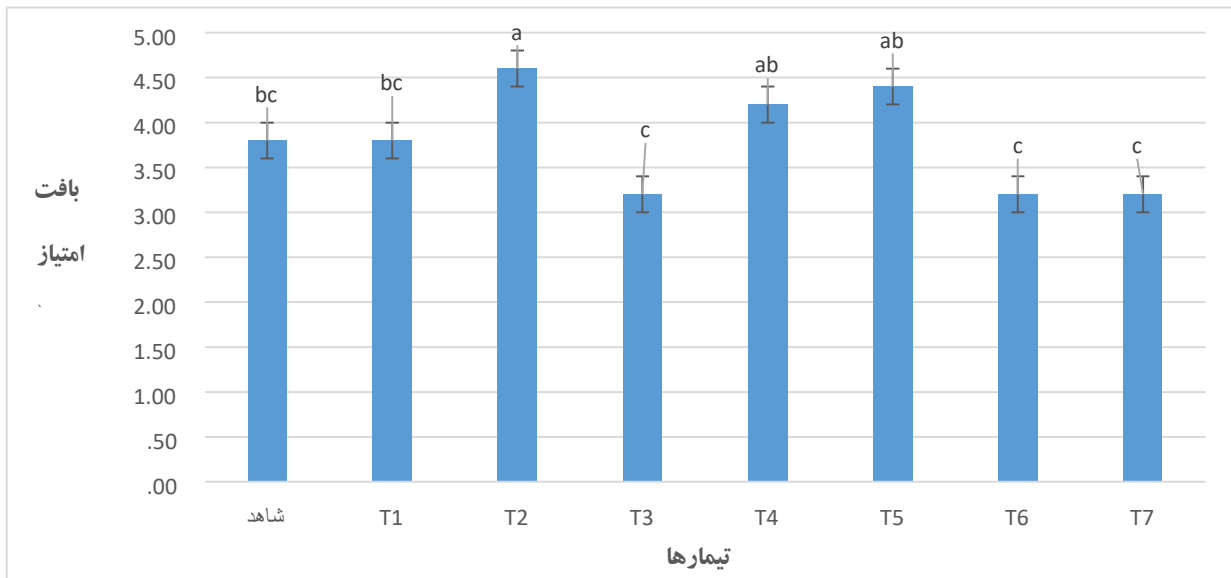
نمودار شماره ۹: میانگین تغییرات ارزیابی حسی رنگ در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 9: Average changes in color sensory evaluation in samples of apple jam containing Xylitol and Fructose syrup

بافت

مطابق با نتایج ارائه شده در نمودار امتیازات ارزیابی حسی بافت (نمودار شماره ۹) مشخص گردید اثر نوع نمونه (درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز) بر امتیاز بافت نمونه های مربای سیب معنی دار بود.

مطابق با نتایج با جایگزینی کامل زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب از امتیازات بافت نمونه ها کاسته شد. همچنین مقایسه میانگین تغییرات ارزیابی حسی بافت و بررسی داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین امتیاز بافت (۳/۲۰) متعلق به تیمارهای T3 ، T6 و T7 بود که با سایر تیمارها به جز نمونه شاهد و تیمار T1 اختلاف معنی داری داشتند و بیشترین امتیاز بافت (۴/۶۰) متعلق به تیمار T2 بود که با سایر تیمارها به جز تیمارهای T4 و T5 اختلاف معنی داری داشت.



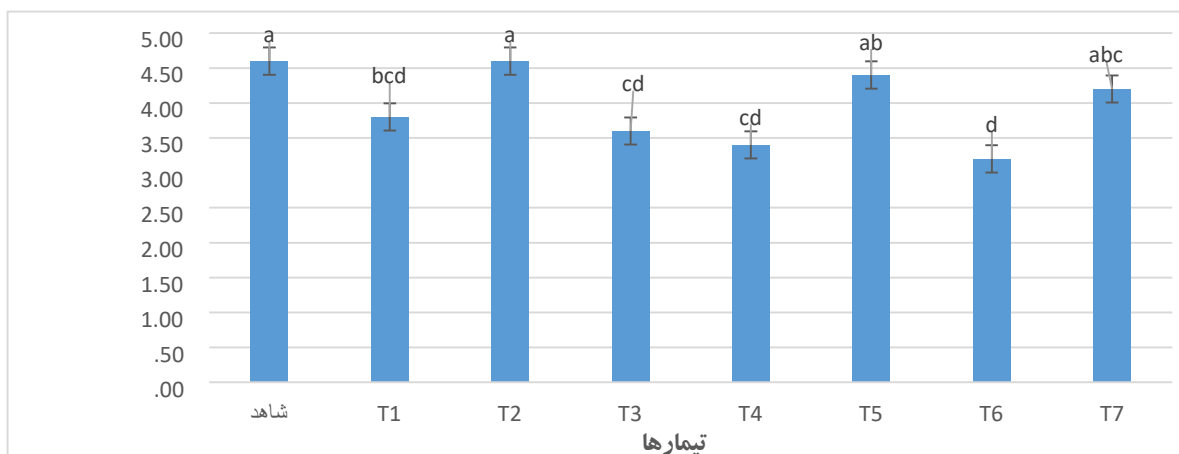
نمودار شماره ۱۰: میانگین تغییرات ارزیابی حسی بافت در نمونه های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 10: Average changes in texture sensory evaluation in samples of apple jam containing Xylitol and Fructose syrup

پذیرش کلی

تغییرات امتیازات ارزیابی حسی پذیرش کلی نمونه های مربای سیب حاوی درصد های مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز در (نمودار شماره ۱۰) نشان داده شده است.

مطابق با نتایج با جایگزینی زایلیتول و شربت فروکتوز به جای شکر در نمونه های مربای سیب به جز در تیمار T2 از امتیازات پذیرش کلی نمونه ها به نسبت کاسته شد. همچنین مقایسه میانگین تغییرات ارزیابی حسی پذیرش کلی و بررسی داده ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین امتیاز پذیرش کلی (۳/۲۰) متعلق تیمار T6 بود و بیشترین امتیاز پذیرش کلی (۴/۶۰) متعلق به نمونه شاهد و تیمار T2 بود که با سایر تیمارها به جز تیمارهای T5 و T7 اختلاف معنی داری داشتند.



نمودار شماره ۱۱: میانگین تغییرات ارزیابی حسی پذیرش کلی در نمونه‌های مربای سیب حاوی زایلیتول و شربت فروکتوز

Fig. 11: The average changes in sensory evaluation of overall acceptance in samples of apple jam containing Xylitol and Fructose syrup

بحث

ساکارز بعنوان رایج‌ترین شیرین‌کننده طبیعی ویژگی‌های مفید زیادی دارد، اما به دلیل ارتباط با برخی مشکلات سلامتی نظیر بیماری‌های قلبی، فشار خون، چاقی و دیابت مضر است، از سوی دیگر به دلیل مسایل اقتصادی و تکنولوژیکی پژوهش‌های روز افزونی جهت جایگزینی شکر با سایر شیرین‌کننده‌ها از جمله قندهای الکلی، قندهای مصنوعی و شیرین‌کننده‌های دیگری مثل شربت فروکتوز و شیره خرما و انگور در دست انجام است (Foulkes, 1977). تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان داده است جایگزینی قندهای به جای شکر در نمونه‌ها نمیتواند تأثیر معنی‌داری بر مقدار pH و اسیدیته نمونه‌ها داشته باشد و تغییرات جزئی آنها میتواند به دلیل متغیر بودن ویژگی‌های آبدوستی قندها باشد (Basu and Shivhare, 2010). مطابق با استاندارد شماره ۲۱۴ سازمان ملی استاندارد ایران مقدار pH نمونه‌ها باید در محدوده ۲/۷ تا ۴/۱ و مقدار اسیدیته در محدوده ۰/۱ تا ۱/۵ گرم در صد گرم اسیدغالب باشد (اسید سیتریک) که نتایج این تحقیق در محدوده تعریف شده قرار داشت. با افزایش شیرین‌کننده‌های جایگزین شکر مقدار PH نمونه‌ها کاهش یافت که طبق نتایج بدست آمده در نمودار تحلیل شماره ۱ این کاهش جزئی بود که تأثیر شربت فروکتوز در کاهش PH نمونه‌ها بیشتر از قند زایلیتول بود که دلیل آن قدرت احیاکنندگی فروکتوز می‌باشد که با افزایش H در محصول باعث افزایش اسیدیته آن می‌شود. به همین دلیل پایین‌ترین PH و همچنین بالاترین میزان اسیدیته در نمونه‌ها مربوط به تیمار T6 بود که حاوی ۱۰۰٪ شربت فروکتوز بود. در تایید نتایج این تحقیق ملکی پارسا (۱۳۹۶) طی تحقیقی تولید مربای رژیمی زنجبیل با استفاده از صمغ بامیه و استویوزید را بررسی و نشان دادند با افزایش مقدار شکر مقدار pH

نمونه‌ها کاهش یافت و دلیل این پدیده را مصرف قند‌ها توسط باکتری‌ها به عنوان مواد مغذی و تولید اسید که منجر به کاهش pH می‌شود دانستند. خزائی و توکلی پور (۱۳۸۷) تولید مربای رژیمی با استفاده از جایگزینی آسه سولفام کت و اسپارتام را گزارش کردند. جایگزینی این شیرین‌کننده‌های کم‌کالری با شکر تغییری در میزان pH به صورت معنی‌دار نداشت. Kamal et al., (2015) در تحقیقی خواص عملکردی مربای زردآلو تهیه شده با سوکرالوز و استویا را بررسی و نشان دادند مقدار pH نمونه‌ها کاهش جزئی داشت. همچنین نتایج آزمایشات Homayouni-Rad et al., (2014) در جایگزینی ساکارز با شیر خرم‌دره در مربای آلبالو با نتایج تحقیقات ما مطابقت داشت.

مطابق با نتایج اثر نوع نمونه (درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز) تأثیر معنی‌داری بر خاکستر نمونه‌ها نداشت و مقایسه میانگین خاکستر نشان داد جایگزینی ساکارز با قندهای زایلیتول و شربت فروکتوز در فرمولاسیون مربای سیب باعث کاهش جزئی مقدار خاکستر در نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شد که از نظر آماری معنی‌دار نبود و علت این امر می‌تواند جایگزینی قندهای فوق به همان مقدار ساکارز در فرمولاسیون مربای سیب باشد. همچنین بیشتر میزان خاکستر مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان هم تیمار T6 می‌باشد هیچ شکری در آن وجود نداشت. در تایید نتایج این تحقیق ملکی پارسا (۱۳۹۶) طی تحقیقی تولید مربای رژیمی زنجبیل با استفاده از صمغ بامیه و استویوزید را بررسی و نشان دادند تغییر معنی‌داری در خاکستر مشاهده نگردید. بابا قصابها و عبدالملکی (۱۳۹۹) طی تحقیقی تولید ژله کم‌کالری عناب با استفاده از سوکرالوز و مالتیتول را بررسی کردند نتایج نشان داد قندهای جایگزین ساکارز (سوکرالوز و مالتیتول) تأثیر معنی‌داری در خاکستر نمونه‌ها نداشت. قندهای یزدی و همکاران در سال (۱۳۹۲) به بررسی جایگزینی با مخلوط سوکرالز مالتودکسترین در شیرینی سنتی قطاب دریافتند که افزایش جایگزینی ساکارز با قندهای پلی‌الی‌تائیری روی میزان خاکستر نداشت. همچنین Bakele et al., (2020) طی تحقیقی نشان دادند مقدار خاکستر در نمونه‌های مربا بین ۰/۲۹ تا ۰/۵۵ درصد متغییر بود که نشان دهنده غنی بودن مربا از مواد معدنی است (Lin et al., 2008) طی تحقیقی نشان دادند جایگزینی بخشی از ساکارز با اریتریتول در تولید محصولات کم‌کالری و سالم‌تر موثر است و تفاوتی در میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر آنها مشاهده نگردید.

نتایج آزمون ساکارز که به روش پلاریمتری صورت گرفت کاهش معنی‌دار مقدار ساکارز را در نمونه‌های ما نشان داد که دلایلی از جمله جایگزینی آن با شیرین‌کننده‌های دیگر و همچنین فرآیند حرارتی بعنوان جز اصلی پروسه تولید مربا که باعث هیدرولیز حرارتی ساکارز و شکسته شدن ساکارز غیر احیاء به اجزاء تشکیل دهنده آن (گلوکز و فروکتوز) که در دسته قندهای احیاکننده جای می‌گیرند می‌شود و شرایط اسیدی مربا نیز، فرایند هیدرولیز ساکارز را تسهیل می‌کند. همچنین تحقیقات نشان داده است که تمامی ساکارز به گلوکز و فروکتوز شکسته نمی‌شود و همواره بخشی از آن به عنوان یک قند غیر احیا کننده،

در فرمولاسیون محصول مورد نظر باقی خواهد ماند که البته میزان آن نسبت به بخش هیدرولیز شده کمتر است (Pearson, 1976). تحقیقات نشان داده است مقدار بریکس با مقدار قند در نمونه های مربا رابطه مستقیم دارد. به عبارت دیگر محصولات غذایی با محتوی ساکارز بیشتر مقدار بریکس بیشتری دارند (Lin et al., 2008; Manisha et al., 2012) که در تحقیق حاضر با کاهش ساکارز مقدار بریکس کاهش یافت. شربت فروکتوز دارای شیرینی و حالیت بیشتری نسبت به ساکارز بوده و در مقایسه با ساکارز باعث کاهش دو برابری نقطه انجماد در محصولات می شود و به دلیل شیرین کنندگی بال، در مواد غذایی کمتر استفاده می شود و در نتیجه کالری کمتری خواهد داشت (خرمی و همکاران، ۱۳۹۲).

شیرین کنندگی زایلیتول با ساکارز برابر بوده و می تواند به نسبت ۱:۱ جایگزین آن شود بنابراین از مهمترین مزایای زایلیتول قدرت شیرین کنندگی برابر آن با ساکارز است که نیاز به شیرین کننده های سنتزی را به حداقل می رساند (Mitchell, 2006) در تأیید نتایج این تحقیق، محققان گزارش کردند دلیل کاهش قند کل در فرمولاسیون محصولات غذایی میتواند به جایگزینی ساکارز با سایر شیرین کننده ها مربوط باشد به عنوان نمونه: چیتگر و منصوری پور (۱۳۹۷) در تحقیقی امکان جایگزینی استویا و مالتیتول به جای شکر در سس کچاپ را بررسی کردند نتایج نشان داد با افزایش نسبت جایگزینی شکر میزان بریکس و قند کل در نمونه ها به طور معنیداری کاهش یافت - همایونی راد و همکاران (۱۳۹۰) طی تحقیقی تولید مربای رژیمی آلبالو با استفاده از شیره خرما را بررسی و نشان دادند با افزایش قند استویا، میزان ساکارز کاهش یافت. (Raiesi et al., 2014) در زمینه جایگزینی شکر با استویا در نوشیدنی پرتقال نشان دادند افزودن استویا باعث کاهش قند محصول شده و میتواند جایگزین مناسبی جهت کاهش شکر باشد.

مطابق با نتایج اثر نوع نمونه (درصدهای مختلف زایلیتول و شربت فروکتوز) تأثیر معنی داری بر پکتین نمونه ها نداشت و مقایسه میانگین پکتین نشان داد اختلاف معنی داری بین نمونه های حاوی قند زایلیتول و شربت فروکتوز وجود نداشت اما مقدار پکتین از مقدار اولیه در تولید مربا بیشتر بود که نشان دهنده وجود پکتین در میوه سیب بود. پکتین اضافه شده به فرمولاسیون مربا و یا پکتین موجود در میوه های مورد استفاده از جمله سیب، نقش اصلی تشکیل شبکه سه بعدی ژل مرباها را در سیستم قند-اسید-پالپ مربا بر عهده دارد. غلظت پکتین، درجه استریفیکاسیون پکتین، غلظت قند، اسیدیته، دمای فرایند، غلظت پالپ میوه و ... از عوامل موثر بر قدرت شبکه ژلی مرباها هستند. از این رو تغییر هر یک از فاکتور ها می تواند رفتار جریان مرباها را تحت تاثیر قرار دهد. از جمله ساکارز یا همان شکر به عنوان یکی از اجزای اصلی فرمولاسیون مرباها، که با جذب آب و دهیدراتاسیون، موجبات نزدیک شدن مولکول های پکتین را به یکدیگر فراهم می کند و بدین ترتیب نقش مهمی در تشکیل شبکه سه بعدی پکتین بازی می کند (Yazdi et al., 2010) به علاوه مولکول های ساکارز به دلیل دارا بودن گروه های هیدروکسیل آزاد، با ایجاد

پیوندهای هیدروژنی با مولکول های پکتین، به ویژه در نقاط اتصال آنها به یکدیگر، موجبات استحکام بیشتر شبکه ژلی مربا را فراهم می آورند (Hyvönen and Törmä., 1983) نیکبخت و همکاران (۱۳۹۷) در استخراج پکتین از تفاله سیب گزارش کردند پکتین را میتوان از تفاله سیب به منظور استفاده در برخی محصولات غذایی به عنوان ماده ایجاد کننده ژل، قوام دهنده، بافت دهنده، امولسیون کننده و تثبیت کننده استخراج کرد و تقریباً در هر صد گرم پوست و تفاله سیب ۱۲ درصد پکتین وجود دارد که این مقدار بستگی به شرایط استخراج دارد. (Louch *et al.*, 2009) تاثیر نوع قند ساکارز و فروکتوز، تیمار حرارتی و مقدار متفاوت پکتین را بر روی کیفیت مربای نارنگی ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار پکتین قدرت ژل افزایش می یابد و مرباهایی که با ساکارز تهیه شدند نسبت به فروکتوز از استحکام بیشتری برخوردار بودند .

مطابق با نتایج اثر نوع نمونه تأثیر معنی داری بر بریکس نمونه ها داشت و مقایسه میانگین بریکس نشان داد جایگزینی ساکارز با قندهای زایلیتول و شربت فروکتوز در فرمولاسیون مربای سیب باعث کاهش قابل توجه بریکس شد و به نظر می رسد با کاهش یافتن میزان شکر مقدار ماده خشک در مربا کاهش یافت که منجر به و کاهش بریکس در نمونه ها می شود. کاهش بریکس در تیمار های با مقادیر کمتر شکر مقدار کمتری داشت که امری طبیعی است. واثقی و همکاران (۱۳۹۹) خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مربای فراسودمند "به" با استفاده از پکتین، صمغ دانه به و قند اینورت آنزیمی را بررسی کردند و نتایج نشان داد مقدار بریکس و ویسکوزیته نمونه ها کاهش یافت همچنین همایونی راد و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از شیر ی خرما به تولید مربای رژیمی و شاهد پرداختند و فاکتورهای بریکس و مواد جامد نامحلول هر دو مربای رژیمی و شاهد را بررسی کردند و نتایج حاصله نشان داد بریکس نهایی برای مربای شاهد ۷۰ و برای مربای رژیمی ۵۳ بود و به همین دلیل کالری مربای رژیمی هم کاهش یافت. (Nourmohammadi *et al.*, 2021) بهینه سازی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و رئولوژیکی مربای گیالس حاوی استویوزید را بررسی و نشان دادند غلظت ساکارز در فرمولاسیون مربا اصلی ترین نقش را در افزایش مواد جامد محلول بریکس و محتوی قند کل دارد و با کاهش ساکارز مقدار مواد جامد محلول کاهش یافت. (Hyvönen and Torma., 1983) جایگزینی ساکارز با قندهای الکلی و مصنوعی را در مربای توت فرنگی بررسی کردند. نتایج نشان داد جایگزینی ساکارز با قند هایی نظیر زایلیتول، شربت فروکتوز، سوربیتول و مالتودکسترین باعث کاهش بریکس در نمونه ها شد.

نتایج میکروبی اندازه گیری تعداد کپک و مخمر طی ۲۱ روز نگهداری نشان داد در هیچ یک از نمونه های حاوی قندهای زایلیتول و شربت فروکتوز و نمونه کنترل کپک و مخمر مشاهده نشد. تحقیقاتی که بر تاثیر ساکارز و زایلیتول بر عمر ماندگاری محصولات غذایی انجام شده نشان داده است نمونه هایی که حاوی ساکارز بوده اند آلوده به کپک و مخمر بوده اند و نمونه هایی که حاوی زایلیتول بوده اند حتی در دوره های نگهداری بیشتر عاری از کپک و مخمر بوده اند. دلیل این امر وزن مولکولی کمتر زایلیتول

نسبت به شکر و افزایش فشار اسمزی توسط این قند بیان شده و باعث تبدیل زایلیتول به یک شیرین کننده موثر برای افزایش پایداری میکروبیولوژی شده است. (Mitchell, 2006) در تائید نتایج این تحقیق تدینی و همکاران (1397) بهینه سازی تولید مربای کم کالری و پری بیوتیک هویج را بررسی کردند. نتایج شمارش میکروارگانیسم ها نشان داد در نمونه کنترل و نمونه بهینه طی دوره نگهداری هیچ گونه کپک و مخمری یافت نشد. شرعی و همکاران (1397) بهینه سازی تولید مربای کم کالری و پریبیوتیک هویج را بررسی و گزارش کردند شمارش میکروارگانیسم ها در نمونههای کنترل و بهینه در دوره نگهداری هیچ گونه کپک و مخمر نشان نداد. همچنین Brandao et al., (2018) خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی مربای رژیمی میوه ای طی دوره نگهداری را بررسی کردند. نتایج نشان داد طی ۱۱۵ روز نگهداری هیچ گونه مخمر و قارچ رشته ای در نمونه ها مشاهده نشد. (Mesquita et al., 2012) طی تحقیقی تولید مربای گواوا بدون شکر را طی ۱۸۱ روز نگهداری بررسی کردند. نتایج نشان داد جمعیت میکروبی نمونه های مربای بدون قند پری بیوتیک طی دوره نگهداری در محدوده مجاز قرار داشت.

ارزیابی حسی یک قاعده علمی به کار برده شده جهت اندازه گیری، آنالیز و تفسیر واکنشهای مصرف کننده به خصوصیات مواد غذایی است که از طریق احساس بینایی، بویایی، چشایی و لامسه در برخی موارد با حس شنوایی دریافت میشود. (Stone and sidel, 1993) حضور شکر در محصولات غذایی نظیر مربا، علاوه بر ایجاد طعم شیرین در ویژگیهای بافت، حجم و کیفیت ظاهری نیز تأثیر به سزایی دارد و نقش آن محدود به ایجاد طعم شیرین نیست.

مطابق با نتایج ارائه شده اثر غلظت های زایلیتول و شربت فروکتوز بر شاخص های ارزیابی حسی مزه و بو معنی دار نبود اما بر شاخص های رنگ، بافت، غلظت و پذیرش کلی معنی دار بود. و مقایسه میانگین داده ها نشان داد:

- با افزایش غلظتهای زایلیتول و شربت فروکتوز امتیاز مزه نمونه ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و در تیمارهایی که مقدار شکر کمتر بود امتیازات ارزیابی حسی مزه کمتر بود اما ارزیابان حسی به تمامی تیمارها امتیازات بالاتر از (4/2۰) دادند که نشان دهنده مطلوبیت تیمارها می باشد و دلیل عدم معنی داری اثر زایلیتول و شربت فروکتوز می تواند نزدیکی امتیازات ارزیابان حسی به یکدیگر باشد .

- با افزایش غلظتهای زایلیتول و شربت فروکتوز امتیاز بو نمونه ها نسبت به نمونه شاهد افزایش جزئی یافت که از نظر آماری معنی دار نبود اما همه تیمارها امتیازات بیشتر از (3/۶۰) را داشته که نشان از مطلوبیت تیمارها در نظر ارزیابان حسی بود .

- با افزایش غلظت‌های زایلیتول و شربت فروکتوز امتیاز رنگ نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و دلیل این امر می‌تواند کاهش ساکارز و مقدار بریکس در نمونه‌ها باشد که می‌تواند منجر به تولید مربا با رنگ روشن‌تر نسبت به نمونه شاهد باشد. همچنین مطابق با نتایج با جایگزینی کامل و حذف ساکارز از نمونه‌ها، امتیاز ارزیابی حسی رنگ کاهش بیشتری داشت.
- با افزایش غلظت‌های زایلیتول و شربت فروکتوز امتیاز بافت نمونه‌ها در تیمارهای بدون شکر کاهش بیشتری داشت. مطابق با نظر ارزیابان حسی، تیمارهای حاوی ۶۰ درصد زایلیتول و یا ۶۰ درصد شربت فروکتوز بافت بهتری نسبت به تیمار شاهد داشتند که می‌تواند به بافتی نرم‌تر و در حد مطلوبیت نسبت به نمونه شاهد و بافتی سفت‌تر نسبت به نمونه‌های بدون شکر اشاره کرد.
- با افزایش غلظت‌های زایلیتول و شربت فروکتوز امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و در تیمارهای بدون شکر کاهش بیشتری مشاهده شد اما تمامی تیمارها امتیاز بالاتر از (3/۲۰) داشتند که نشان از مطلوبیت تیمارها در نظر ارزیابان حسی بود.
- طبق نتایج به دست آمده قند زایلیتول و شربت فروکتوز قادر به تامین ویژگی‌های عملکردی ساکارز بوده و در صورت حذف کامل ساکارز و جایگزین کردن این قندها با ساکارز تغییر محسوسی در ویژگی‌های مربای سیب ایجاد نخواهد شد. شربت فروکتوز به دلیل شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن، جاذب الرطوبه بودن، ممانعت از کریستالیزاسیون، ایجاد فشار اسمزی زیاد، افزایش طعم و ... کاربرد زیادی در صنایع غذایی دارد و زایلیتول بیشترین شباهت را به ساکارز دارد و می‌تواند بیشترین مقبولیت را در ویژگی‌های حسی به همراه داشته باشد.
- واثقی و همکاران (۱۳۹۹) خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مربای فراسودمند "به" با استفاده از پکتین، صمغ دانه به و قند اینورت آنزیمی را بررسی کردند و نتایج ارزیابی حسی نشان داد با افزایش درصد قند اینورت امتیاز طعم و رنگ نمونه‌ها افزایش یافت. شرعی و همکاران (۱۳۹۷) بهینه‌سازی تولید مربای کم‌کالری و پری بیوتیک هویج را بررسی و گزارش کردند در ارزیابی خصوصیات حسی تفاوت معنی‌داری بین نمونه کنترل و بهینه وجود نداد. Lee et al., (2008) در یک پژوهش تاثیر قندهای مالتیتول، مانیتول، زایلیتول، سوربیتول، ایزومالتوز، الیگوفروکتوز و پلی‌دکستروز را به عنوان جایگزین ساکارز مورد بررسی قرار دادند. بهترین نتیجه جایگزینی متعلق به زایلیتول و مالتیتول بود که از لحاظ اکثر ویژگی‌ها مشابه نمونه شاهد (حاوی ساکارز) بود ضمن آنکه بیشترین مقبولیت حسی را نسبت به سایر تیمارها داشت. Ronda et al., (2005) طی تحقیقی زایلیتول را مناسب

ترین قند جایگزین ساکارز معرفی کردند زیرا ویژگی های حسی ایجاد شده در محصول حاوی زایلیتول شباهت زیادی با ویژگی های محصول تولید شده با ساکارز داشت.

References

منابع:

- خرمی، م.، رضایی، ش.، عبادی، س. ۱۳۹۲. انواع شیرین کننده های طبیعی و مصنوعی و خواص و کاربردهای آنها در صنایع غذایی، بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه تبریز.
- رحیمی، س. ۱۳۹۱. انواع شیرین کننده های مصنوعی، ماهنامه سنبله، سال بیست و پنجم، شماره 218، صص ۱-۱۹.
- شرعی، س.، تدینی، م.، آقاجانی، ن. ۱۳۹۷. بهینه سازی تولید مربای کم کالری و پری بیوتیک هویج، مجله علوم صنایع غذایی ایران، سال پانزدهم، شماره 6، صفحات ۱۹۱-۲۰۱.
- فرح بخش فارسی، پ.، رزاقی آذر، م.، مهرنیا، الف.، حساس، م.، ر.، ولایی، ن.، کیمیاگر، م. 1387. تأثیر مربای رژیمی تهیه شده از فروکتوز بر شاخص قند خون در بیماران دیابتی نوع 2، مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، شماره ۹۹، صفحات ۷۰-67.
- قندهاری یزدی الف، حجت الاسلامی م، کرامت ج، جهادی م. ۱۳۹۲. بررسی اثر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز -مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی سنتی قطاب، فصلنامه علوم و فناوریهای نوین غذایی، شماره 2، صص 49-58.
- نیک بخت، م.، حسن بیگی بیدگلی، س.، ر.، چگینی، غ.، ستاری، ب. ۱۳۹۷. بهینه سازی استخراج پکتین از تفاله میوه سیب با استفاده از مایکروویو، اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران، باوی
- همایونی راد، ع.، بذرافشار، م.، فرزانه، و.، خوشگذاران آبرس، ص. ۱۳۹۰. تولید مربای رژیمی آلبالو با استفاده از شیره ی خرما و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره 43، دوره 11.
- واثقی، ف.، جوکی، م.، ربانی، م. ۱۳۹۹. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی مربای کم کالری فراسودمند به با استفاده از پکتین، صمغ دانه به و قند اینورت آنزیمی، مجله علوم صنایع غذایی ایران، سال هفدهم، شماره 1، صفحات 171-185.
- فاطمی، ح. 1387. شیمی مواد غذایی، نشر شرکت سهامی انتشار، تهران

- پارسایی، س. الف. ۱۳۸۹. تولید مربای آلبالوی کم کالری با استفاده از پکتین کم استر و آلژینات، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- بی نام، ۱۳۷۴. ویژگیها و روشهای آزمون پکتین مورد استفاده در صنایع غذایی، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۳۶۴۲.
- بی نام، ۱۳۸۳. مواد افزودنی، پودر (گرد) فروکتوز خوراکی-ویژگیها و روشهای آزمون، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۸۰۲۱.
- بی نام، ۱۳۸۵. مربا، مارمالاد و ژله مربا- ویژگیها و روشهای آزمون میکروبیولوژی، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۸۸۹۸.
- بی نام، ۱۳۸۷. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای شمارش کپکها و مخمرها- قسمت اول - روش شمارش کلنی در فرآوردههای با فعالیت آبی (^{AW}) بیشتر از ۰/۹۵، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۱۰۸۹۹-۱.
- بی نام، ۱۳۸۹. اسید سیتریک خوراکی- ویژگیها و روشهای آزمون، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۳۳۸۱.
- بی نام، ۱۳۹۳. مربا، مارمالاد و ژله مربا- ویژگیها و روشهای آزمون، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۲۱۴.
- بی نام، ۱۳۹۴. شکر سفید- ویژگیها و روشهای آزمون، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۶۱.
- بی نام، ۱۳۹۲a. اندازه گیری درصد ساکاروز در شکر سفید به روش پلاریمتری برانشویک، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۴۵۲۲.
- بی نام، ۱۳۹۲a. میوهها، سبزیها و فرآوردههای آن- تجزیه ماده آلی پیش از آزمون به روش خاکستر شدن- روش آزمون، سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد شماره ۱۱۷۱۸.
- **Anonymous. 2004.** Nutrition principles and recommendations in diabetes. *Diabetes Care*. 27, P. 36-44.
- **Anonymous. 2004.** Position of the American dietetic association: Use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *Journal of the American Dietetic Association*. Nr.104, Vol.2, pp: 255-275.
- **Anonymous. 2004.** Position of the American dietetic association: Use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *Journal of the American Dietetic Association*. Nr.104, Vol.2, pp: 255-275.
- **Basu, S. & Shivhare, U.S. 2010.** Rheological, textural, micro-structural and sensory properties of mango jam. *Journal of Food Engineering*, 100: 357-365.

- **Brandão, T. M., Carmo, E. L. do, Elias, H. E. S., Carvalho, E. E. N. de, Borges, S. V., & Martins, G. A. S. (2018).** Physicochemical and Microbiological Quality of Dietetic Functional Mixed Cerrado Fruit Jam during Storage. *The Scientific World Journal*, 2018, 1–6.
- **Hanover L.M., White J.S. (1993).** Manufacturing, composition, and application of fructose. *Journal of Clinical Nutrition*, 58, 724-732.
- **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.
- **Hyvonen, L., and Torma, R. (1983).** Examination of sugars, sugar alcohols and artificial sweeteners as substitutes for sucrose in strawberry jam. Keeping quality tests. *J. Food Sci.* 84(1): 186-192.
- **Mitchell, H. 2006.** *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*, Blackwell Publishing Ltd. Pp 150- 320.
- **Mitchell, H. 2006.** *sweeteners and sugar alternatives in food technology*. Blackwell Publishing.
- **Mussatto, S. I. and Mancilha, I. M. 2007.** Non-digestible oligosaccharides: a review, *Carbohydrate polymer. Science Direct Journal.* 68(3): 587-597.
- **Pasha, I. 2002.** Effect of dietetic sweeteners on the quality of cookies. *International Journal of Agriculture and Biology*, Nr.4, pp: 245-248, .2002
- **Pearson, D. 1976.** *The chemical analysis of foods*. London, New York: Churchill Livingstone. pp. 142–151.
- **Rocha R., Catana B.S., Ferreira J.M., Cabral P., Fernandes R.J. (2006).** Design and characterization of an enzyme system for inulin hydrolysis. *Food Chemistry*, 95, 77-82.
- **Sirisansaneeyakul S., Worawuthiyanan N., Vanichsriratana W., Srinophakun P., Chisti Y. (2006).** Production of fructose from inulin using mixed inulinases from *Aspergillus Niger* and *Candida guilliermondii*. *World Journal Microbiology and Biotechnology*, 23, 543-552.
- Stone, H., and Sidel, J. L. 1993. *Sensory evaluation practices*. (2nd ed.), Academic Press, Inc. New York, NY.
- **Winkelhausen, E., Jovanovic-Malinovska, R., Velickova, E. and Kuzmanova, S. 2007.** *Sensory and Microbiological Quality of a Baked Product Containing Xylitol as an Alternative Sweetener. International Journal of Food Properties*, 10(3): 639-649.
- **Yazdi, A. G., Hojjatoleslami, M., Keramat, J. & Jahadi, M. 2010.** Effect of sucrose substitution by sucralosemaltodextrin mixture on rheological properties and calorie of Iranian traditional cookie, Ghattab. *Journal of Innovative Food Science and Technology*, 1 (2): 49-.85

Effect of replacement of Xylitol and High Fructose Corn Syrup instead Sucrose on physicochemical and sensory properties of Apple jam

Davood Behrooz⁴, Mohammad Reza Eshaghi⁵, Bijan Khorshidpour^{*6}

Received: 2022/10/26

Accepted: 2023/01/28

ABSTRACT

Today, products such as fruit-based jams are products that can be used everywhere and for most people due to their small size, high nutritional value, and good appearance, and reduce consumer awareness of the relationship between diet and health Consumption of products containing high amounts of sugar, including jams. Therefore, in this study, the aim was to replace xylitol alcoholic sugar and fructose syrup with sucrose in the production of apple jam. Physicochemical properties (pH, acidity, ash, sucrose, brix and pectin), microbial properties (mold and yeast) on days 15 and 30 Sensory storage and evaluation (taste, odor, color, texture and overall acceptance) by 5 trained evaluators It was measured by 5-point hedonic method. In this study, 7 treatments along with a control treatment were evaluated in three replications. To analyze the results, SPSS 21 software and Duncan multi-domain test at 95% level were used and to draw graphs, 2013 Excel software was used. Physicochemical results showed that with increasing concentrations of xylitol and fructose syrup, the pH, ash, sucrose and brix of the samples decreased and the amount of acidity increased. Changes in pH, acidity and pectin indices were not statistically significant. Microbial results did not show the growth of any mold or yeast in any of the samples during 30 days of storage. The results of sensory evaluation showed that with increasing concentrations of xylitol and fructose syrup, the amount of taste, color, texture and general acceptance indices decreased and the odor index increased, but in all sensory evaluation indices, sensory evaluators scored at an acceptable level (more than 3.20) And according to the reported physicochemical, microbial and sensory properties of T₂ treatments (containing 60% xylitol + 40% sugar) and T₅ (60% fructose syrup + 40% sugar) due to the most similarity to the control sample and in some cases Superiority over the control sample was introduced as superior treatments.

Keywords: Xylitol, Apple, Fructose syrup, Jam.

⁴ M.S Student, Department of Food science and technology, Varamin- Pishva Branch, Islamic Azad University

⁵ Assistant Professor, Department of Food science and technology, Varamin- Pishva Branch, Islamic Azad University

⁶ 3phD of food technology, Department of Food science and technology, Varamin- Pishva Branch, Islamic Azad University

***Corresponding Author: Khorshidpour b@gmail.com**