اثر جایگزینی شکر با شیرین‌کننده های کم‌کالری زایلیتول و سوکرالوز بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی مربای آلبالو

وحیده ترابی تبریزی[1]، لیلا روفه‌گری نژاد[2*]

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع‌غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع‌غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۰)

چکیده

در این پژوهش، اثر استفاده از زایلیتول و شیرین‌کننده سنتزی سوکرالوز در تولید مربای کم‌کالری آلبالو مورد مطالعه قرار گرفت. میزان جایگزینی شکر۲۵ و ۵۰ درصد در نظر گرفته شد و در این محدوده جایگزینی، ٦ تیمار مختلف با استفاده از هر یک از شیرین‌کننده‌ها به‌صورت مستقل و ترکیبی تهیه شد. ارزیابی و مقایسه نمونه‌ها با نمونه کنترل، شامل بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی بود که در اولین روز تولید و پس از ۳۰، ٦۰ و ۹۰ روز نگهداری در قالب طرح آماری فاکتوریل انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که به‌رغم‌مؤثر بودن استفاده از سوکرالوز در کاهش کالری، اما ویژگی‌های بافتی و حسی در مرباهای تهیه‌شده با این شیرین‌کننده افت کرد. استفاده از سوکرالوز به‌تنهایی منجر به کاهش قوام و افزایش معنی‌دار فعالیت آبی نسبت به نمونه کنترل‌شده و شدت بروز این تغییرات نامطلوب با افزایش مقدار جایگزینی (صفر تا ۵۰ درصد) بیشتر شد و استفاده ترکیبی از سوکرالوز و زایلیتول به‌طور محسوس اثرات نامناسب سوکرالوز را کاهش داد. در بین پارامترهای موردبررسیpH تحت تأثیر نوع و مقدار شیرین-کننده استفاده‌شده قرار نداشت. تأثیرمدت‌زمان نگهداری بر روی پارامترهای موردبررسی در نمونه‌های تهیه‌شده با سوکرالوز در مقایسه با مرباهای حاوی زایلیتول بیشتر بوده به‌طوری‌که کاهش قوام در طول مدت نگهداری در این نمونه‌ها مشاهده شد.در مجموع نمونه‌های تولیدشده با میزان جایگزینی ۲۵ درصد مطلوبیت بیشتری نسبت به جایگزینی ۵۰ درصد داشتند و نمونه‌های تهیه‌شده با ۷۵ درصد شکر، ۱۲/۵ درصد سوکرالوز و ۱۲/۵ درصد زایلیتول و نیز ۷۵ درصد شکر، ۲۵ درصد زایلیتول و بدون سوکرالوز مطلوب‌ترین نمونه‌ها از نظر مشابهت با نمونه کنترل انتخاب شدند.

کلید واژگان: زایلیتول، سوکرالوز، مربای کم‌کالری، ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی

*مسئول مکاتبات: l.roufegari@iaut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

۱- مقدمه

مصرف بیش‌ازحد شکر در رژیم غذایی، منجر به افزایش خطرات سلامتی در بین گروه‌های مختلف مصرف‌کننده می‌شود. به‌طوری‌که ارتباط بین مصرف بالای شکر و بیماری‌های قلبی- عروقی، چاقی، دیابت و سایر اختلالات متابولیکی پذیرفته شده و کاهش مقدار مصرف شکر و یا جایگزینیآن با شیرین‌کننده‌های غیر مغذی به منظور دستیابی به رژیم غذایی سالم توسط متخصصان تغذیه توصیه گردیده است[۱].

تولید مربا یکی از روش‌های مهم در نگهداری انواع میوه‌ها و سبزی‌ها است؛ به طوری‌که عامل اصلی نگهداری در این روش غلظت بالای مواد قندی (شکر)، پایین بودن فعالیت آبی (a_w)، حرارت دادن ضمن فرآیند و پایین بودن pH می‌باشد[۲]. مربا به دلیل طعم و مزه مطلوب و ماندگاری طولانی‌مدت، مورد توجه مصرف‌کنندگان می‌باشد، با این حال، مقدار ساکارز بالای مربا منجر به ایجاد مشکلات سلامتی برای مصرف‌کنندگان مستمر آن شده و باعث محدودیت مصرف آنتوسط بیماران مبتلا به دیابت می‌شود [۳]. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی و طبق برآورد فدراسیون بین‌المللی دیابت، در سال ۲۰۰۳ تعداد افراد مبتلا به دیابت حدود ۲۰۰ میلیون نفربوده و تخمین زده می‌شود این تعداد در سال ۲۰۲۵ به بیش از ۳۰۰ میلیون نفر برسد. میزان شیوع دیابت در حال حاضر در ایران یک و نیم میلیون نفر برآورد شده است که تخمین زده می‌شود در سال ۲۰۲۵ به پنج و یک‌دهم میلیون نفر برسد.لذا با توجه به شیوع بالا و در حال پیشرفت بیماری دیابت و عوارض ناتوان‌کننده و تأثیر آن در کیفیت زندگی افراد مبتلا به این بیماری، بررسی عوامل مرتبط با کنترل دیابت و بهبود کیفیت زندگی بیماران امری ضروری می‌باشد [٤].

امروزه افزایش آگاهی در مصرف‌کنندگان، منجر به کاهش میزان مصرف مواد غذایی حاوی مقادیر بالایی از شیرین‌کننده‌ها شده است. مواد غذایی کم‌کالری با کیفیت مطلوب، حاصل اختلاط شیرین‌کننده‌های کربوهیدراتی و یا غیر کربوهیدراتی بدون کالری می‌باشند؛ که از آن جمله می‌توان به زایلیتول و سوکرالوز اشاره نمود[۵].

سوکرالوز تنها شیرین کننده غیر مغذی است که از شکر طی یک فرآیند چند مرحله‌ای تولید می‌شود این ترکیب پودری سفید رنگ، بدون بو و محلول در آب و دارای طعمی مشابه شکر بوده ولی همانند آن در بدن متابولیزه نشده و بدون تغییر از بدن دفع می‌شود و در محصولات خشک، محصولات آبی و اسیدی بسیار پایدار می‌باشد. میزان شیرینی آن ۸۰۰-۶۰۰ برابر ساکارز بوده و میزان کالری تولیدی به ازای هر گرم از آن صفر می‌باشد [٦]. زایلیتول پودر کریستالی سفید، بدون بو و محلول در آب می‌باشد که به‌طور طبیعی در بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها یافت شده و حتی توسط بدن انسان طی متابولیسم معمولی تولید می‌شود. این ماده به‌طور تجاری از گیاهانی نظیر درخت فان و چوب درختان دیگر ساخته می‌شود. این ترکیب از نظر میزان شیرینی مشابه ساکارز بوده و کالری حاصل از هر گرم از آن برابر با ۱ کیلوکالری در هر گرم می‌باشد [٦]. به‌طورکلی این ترکیبات موجب تخریب دندان‌ها نمی‌شوند و باکتری‌های دهان، آن‌ها را به‌عنوان یک منبع غذایی نمی‌شناسند[٦ و ۷].

از شیرین‌کننده‌های سنتزی مختلفی در تولید مربا استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به پژوهش انجام‌گرفته توسط Basu و همکاران (۲۰۱۳) اشاره نمود که اثر جایگزینی سوکرالوز و استویا بر ویژگی‌های رئولوژیکی، کیفی و میکروساختاری مربای انبه کم‌کالری موردبررسیقرارگرفته و نتایج به‌دست آمده نشان داد که تولید مربای انبه با ویژگی‌های مطلوب فقط با جایگزینی ۲۵ درصد استویا یا سوکرالوز عملی است. همچنین در این نمونه‌ها میزان اندیس قوام و مقادیر تنش با افزایش مقادیر جایگزینی استویا یا سوکرالوز، به دلیل کاهش مقدار مواد جامد محلول کل، کاهش‌یافته و شاخص رفتار جریان نیز افزایش یافته بود [۸]. در پژوهشی دیگرOliveira و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی مربای کم‌کالری Umbu-caja با استفاده از شیرین‌کننده زایلیتول به این نتیجه دست یافتند که ویژگی‌های مربای تهیه‌شده از زایلیتول مشابه نمونه حاوی شکر ولی با انرژی پایین‌تر بود [۹]. همچنینBroomes و Badrie (۲۰۱۰) در بررسی اثر غلظت‌های مختلف پکتین کم استر و صمغ گزانتان بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی مربای Sorrel/Roselle کم کالری تولید شده از سوکرالوز به این نتیجه دست یافتند که مربای کم‌کالری حاوی ۱/۵ درصد پکتین، ۸ درصد سوکرالوز، ۲درصد صمغ گزانتان مطلوبیت بالایی داشت [۱۰]. در مطالعه‌ای دیگر Santanuو همکاران

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

(۲۰۱۱) در بررسی خصوصیات رئولوژیکی و بافتی مربای انبه جایگزین شده با سوربیتول به این نتیجه دست یافتند که جایگزینی کامل ساکارز با سوربیتول در مربای انبه امکان‌پذیر می‌باشد؛ با این تفاوت که قدرت ژل با افزایش غلظت سوربیتول کاهش یافته بود [۱۱]. لذا با توجه به مطالعات انجام‌گرفته در زمینه مشکلات حاصل از مصرف بالای ساکارز نظیر کالری بالا، آسیب به دندان‌ها و افزایش تعداد بیماران دیابتی و به دلیل اینکه در پژوهش‌های قبلی اثر استفاده از قندهای الکلی در کنار شیرین‌کننده‌های سنتزی به‌عنوان جایگزین قند در مربا و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و ماندگاری آن کمتر موردبررسیقرارگرفته است؛ هدف از این پژوهش بررسی امکان جایگزین کردن شکر با استفاده از مخلوط سوکرالوز و زایلیتول جهت تولید مربای کم‌کالری آلبالو می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده در تهیه مربا

میوه آلبالو منجمد و هسته‌گیری شده از سردخانه شرکت آسیا شور (تبریز) تهیه شد. شکر با درجه خلوص ۹۹ درصد (شرکت کارون، خوزستان)،پودر سوکرالوز با خلوص ۹۹ درصد (شرکت Vistasweet)، زایلیتول با خلوص ۹۹ درصد (Cargill،هلند)، پکتین با درجه متوکسیل ۲۰ درصد (Silva pectin) تهیه شده و از اسید سیتریک و کلرید کلسیم با خلوص ۹۹ درصد (ایران) استفاده گردید.

۲-۲-روش تولید مربا

پخت مربا در ظروف استیل و تحت‌فشار اتمسفر انجام گرفت. پکتین مورد نیاز با ۱۰۰ گرم شکر مخلوط گردید و در مقداری آب جوشیده حل شد. سپس به‌منظور پخت مربا، میوه آلبالو انجماد زدایی شده همراه مقداری آب و شکر طبق طرح ارائه‌شده در جدول ۱ مخلوط شده و تا حل شدن کامل شکر با تنظیم اسیدیته با اسید سیتریک و اندازه‌گیری مداوم آن ادامه یافت. با تنظیم pH در حدود ۳/۲ تا ۳/۳ محلول پکتین، کلرید کلسیم و جایگزین‌های ساکارز تعیین‌شده طبق جدول ۱ برحسب میزان شیرینی حاصل از هریک (سوکرالوز ۶۰۰ برابر ساکارز و زایلیتول برابر با ساکارز) مورد محاسبه قرارگرفته و به مخلوط مربا اضافه گردیدند. فرآیند پخت مربا تا رسیدن به بریکس معین ادامه یافت. در این نقطه حرارت قطع‌شده و پرکنی مربا در ظروف شیشه‌ای در دمای ۸۵ درجه سلسیوس انجام‌گرفته و در ادامه پاستوریزه گردید. همچنین یک نمونه مربای کنترل بدون جایگزین ساکارز نیز به‌منظور مقایسه بین نمونه‌ها طبق روش مطرح‌شده تولید گردید.هفت تیمار در سه تکرار جمعاً ۲۱ تیمار تهیه و در دمای محیط مورد آزمون‌های فیزیکی- شیمیایی و حسی دربازهزمانی صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزقرار گرفتند.

Table 1 Formulation of jams with replacing sweetners

sample	Sucrose%	Replacement%	Replacement of Sucralose%	Replacement of xylitol %
T_1	100	0	0	0
T_2	75	25	25	0
T_3	75	25	0	25
T_4	75	25	12.5	12.5
T_5	50	50	50	0
T_6	50	50	0	50
T_7	50	50	25	25

۲-۳-روش آزمایش

۲-۳-۱-آزمون‌های شیمیایی

pH نمونه‌های مربا در ۲۰ درجه سلسیوس توسط دستگاه pH متر (Mettler-Toledo AG) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. در اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر (Atago، ژاپن)طبق روش مطرح‌شده در استاندارد AOAC استفاده شد[۱۱]. همچنین برای اندازه‌گیری فعالیت آبی تا پر شدن محفظه دستگاه سنجش فعالیت آبی (Lutron، تایوان) مربا ریخته و فعالیت آبی نمونه‌ها از روی دستگاه قرائت گردید[۱۲].

۲-۳-۲-آزمون‌های فیزیکی

اندازه‌گیری قوام نمونه‌های مربا در دمای محیط انجام گرفت به‌طوری‌که مربا تا پر شدن بخش استوانه‌ای قوام‌سنج آدامز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

(ایران) ریخته شده و در ادامه، با بالا کشیدن بخش استوانه‌ای، میزان میانگین پخش شدن مربا، در طول محورهای دایره‌ای در ۸ نقطه و مدت‌زمان ۱ دقیقه اندازه‌گیری شد [۱۳]. مقدار کالری کاهش‌یافته از طریق اندازه‌گیری مقدار انرژی حاصل از هر ماده جایگزین، بر اساس میزان وزن به کار گرفته‌شده از آن ترکیب تعیین گردید [۱٤].

۲-۳-۳-ارزیابی حسی نمونه‌های مربا

به‌منظور ارزیابی حسی نمونه‌های مربای آلبالو کم‌کالری از ٤۰ نفر از کارمندان شرکت آسیا شور برای انجام ارزیابی حسی استفاده شد. در این پژوهش برای ارزیابی کیفیت نمونه‌های مربا و تعیین میزان پذیرش نمونه‌های تولید شده از آزمون هدنیک پنج نقطه‌ای استفاده شد [۵].

۲-۳-٤- روش تجزیه‌وتحلیل آماری

ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حسی نمونه‌های مختلف مربای کم‌کالری در بازه زمانی ۰، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ روزموردبررسی قرار گرفت. آنالیز واریانس بر اساس مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرم‌افزارمینی تب (۱٦) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت‌زمان نگهداری بر بریکس

از بین متغیرهای مستقل تأثیرگذار بر بریکس، اثر مربوط به میزان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) معنی‌دار بود. این درحالی‌است که اثر مدت‌زمان نگهداری بر روی بریکس نمونه‌های مربای آلبالو کم‌کالری معنی‌دار نبود.جدول ۲نشانگر اثر میزان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی سوکرالوز و زایلیتول در سطوح مختلف و مدت‌زمان نگهداری بر مقادیر بریکس نمونه‌های مربای آلبالو کم‌کالری می‌باشد. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، با افزایش جایگزینی شکر با سوکرالوز مقدار بریکس نمونه‌ها کاهش یافت که این عمل مبتنی بر قدرت شیرین‌کنندگی هر یک از شیرین‌کننده‌های سنتزی (سوکرالوز و زایلیتول) و جایگزینی مقادیر بالایی از ساکارز با مقادیر ناچیزی از سوکرالوز بوده که میزان کاهش در مواد جامد محلول وابسته به مقدار ساکارز کاهش‌یافته می‌باشد. سوکرالوز دارای میزان شیرینی ٦۰۰-۸۰۰ برابر ساکارز است بنابراین مقدار کمی از سوکرالوز به‌منظور احیای شیرینی معادل ساکارز موردنیاز می‌باشد و این مسئله منجر به کاهش میزان مواد جامد وبریکس در نمونه‌های حاوی سوکرالوز بالا می‌شود [۱٦]. همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشانگر آن بود که به علت شیرینی برابر زایلیتول با شکر، لذا زایلیتول با مقادیر برابر با میزان شکر در فرمولاسیون مربا جایگزین می‌گردد که باعث افزایش میزان مواد جامد محلول در نمونه‌های مربای آلبالو حاوی زایلیتول بالا و نمونه‌های حاوی ترکیب زایلیتول و سوکرالوز نسبت به نمونه‌های حاوی سوکرالوز تنها شده بود.نتایج به‌دست‌آمده با نتایج مطالعات سایر محققان نیز تطابق داشت به‌طوری که رگاب (۱۹۸۷) در بررسی جایگزینی شکر با زایلیتول و ساخارین در مربای زردآلو به این نتیجه دست‌یافت که با افزایش ساخارین به‌عنوان جایگزین شکر در مربای زردآلو مقادیر مواد جامد محلول نسبت به نمونه‌های حاوی ترکیب ساخارین و زایلیتول کمتر بوده و اثر مدت‌زمان نگهداری بر روی مواد جامد محلول معنی‌دار نبود[۵]. در پژوهش انجام‌گرفته توسط بروم و بدری (۲۰۱۰) و باسو و همکاران (۲۰۱۵) نیز میزان مواد جامد محلول در مرباهای حاوی سوکرالوز بسیار کمتر از نمونه‌های مربای کنترل بود [۸ و ۱۰].

Table 2 Effect of replacement of different sweeteners and storage time on brix (mean±SD) of jams

Sample	Day 1	Day 30	Day 60	Day 90
T_1	59.67±0.58 ^{Ac}	60.33±0.57 ^{Ac}	60.30±0.58 ^{Ac}	59.67±0.58 ^{Ac}
T_2	44.67±0.58 ^{Ad}	45.33±0.58 ^{Ad}	45.00±0.57 ^{Ad}	44.67±0.57 ^{Ad}
T_3	68.33±0.58^{Ab}	68.5±0.52^{Ab}	67.67±0.58^{Ab}	68.33±0.58^{Ab}
T_4	60.003±0.50 ^{Ac}	60.33±0.58 ^{Ac}	59.33±1.16 ^{Ac}	60.00±0.56 ^{Ac}
T_5	76.33±0.58^{Aa}	76.00±1.16^{Aa}	76.00±0.53^{Aa}	76.00±0.57^{Aa}
T_6	77.67±0.58^{Aa}	77.33±0.58^{Aa}	77.00±0.55^{Aa}	77.00±0.57^{Aa}
T_7	78.00±0.01^{Aa}	78.00±0.01^{Aa}	78.00±0.01^{Aa}	78.00±0.01^{Aa}
T_8	78.00±0.55^{Aa}	78.33±0.58^{Aa}	78.67±0.58^{Aa}	78.00±0.57^{Aa}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

۳-۲- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت‌زمان نگهداری بر pH

از بین متغیرهای مستقل تأثیرگذار بر pH، هیچ‌کدام از پارامترهای میزان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی و مدت‌زمان نگهداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبودند. جدول ۳ نشانگر اثر میزان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی سوکرالوز و زایلیتول در سطوح مختلف و مدت‌زمان نگهداری بر مقادیر pH نمونه‌های مربای کم‌کالری آلبالو می‌باشد. مقادیر pH نمونه‌های مربای کم‌کالری آلبالو نزدیک به مقدار بهینه ۳/۲ در نظر گرفته شده است که این مقدار به منظور تشکیل ژل و ایجاد قوام توسط پکتین مطلوب می‌باشد. این در حالی‌است که مقادیر pH بالای ۳/۲باعث ایجاد بافت نرم و مقادیر pH کمتر از ۳/۲ موجب ایجاد مربا با بافت سخت می‌گردد [۹ و ۱۷]. مطابق نتایج به‌دست‌آمده تغییر معنی‌داری در میزان pH نمونه‌های حاوی شیرین کننده‌های سنتزی (سوکرالوز و زایلیتول) با نمونه کنترل وجود ندارد که نتایج به‌دست‌آمده با نتایج حاصل از پژوهش-های سایر محققان مطابقت دارد [۱۰، ۱٤ و ۱٦]. ال قدسی و ال دباس (۲۰۱۲)در ارتباط با جایگزینی ساکارز با سوکرالوز در نکتار پرتقال به این نتیجه دست یافتند که هیچ تغییری در pH و اسیدیته نمونه‌های مختلف با نمونه‌های کنترل مشاهده نشد [۱٦]. همچنین در پژوهش انجام‌گرفته توسط پاولوسی و همکاران (۲۰۰۳) در مارمالاد زردآلو، هلو، سیب و توت‌فرنگی حاوی شیرین‌کننده سنتزی آسپارتام و کاروالهو و همکاران (۲۰۱۳) بر روی کاربرد سوکرالوز در تولید مربای رژیمی نیزاسیدیته نمونه‌ها مشابه نمونه کنترلبود کهمی‌تواند به علت افزودن اسید سیتریک تا رسیدن به pHتعیین‌شده ۳/۲ باشد [۱۸ و ۱۹].

Table 3 Effect of replacement of different sweeteners and storage time on pH(mean±SD) of jams

Sample	Day 1	Day 30	Day 60	Day 90
T_1	3.28 ± 0.01^{Aa}	3.28 ± 0.02^{Aa}	3.28 ± 0.02^{Aa}	3.29 ± 0.03^{Aa}
T_2	3.28 ± 0.01^{Aa}	3.28 ± 0.01^{Aa}	3.29 ± 0.01^{Aa}	3.29 ± 0.01^{Aa}
T_3	3.28 ± 0.02^{Aa}	3.28 ± 0.01^{Aa}	3.29 ± 0.03^{Aa}	3.29 ± 0.01^{Aa}
T_4	3.28 ± 0.03^{Aa}	3.28 ± 0.01^{Aa}	3.28 ± 0.02^{Aa}	3.28 ± 0.05^{Aa}
T_5	3.29 ± 0.03^{Aa}	3.28 ± 0.04^{Aa}	3.1 ± 0.05^{Aa}	3.28 ± 0.02^{Aa}
T_6	3.28 ± 0.01^{Aa}	3.29 ± 0.07^{Aa}	3.29 ± 0.05^{Aa}	3.29 ± 0.01^{Aa}
T_7	3.27 ± 0.08^{Aa}	3.28 ± 0.09^{Aa}	3.28 ± 0.09^{Aa}	3.32 ± 0.10^{Aa}
T_8	3.29 ± 0.01^{Aa}	3.29 ± 0.02^{Aa}	3.29 ± 0.05^{Aa}	3.29 ± 0.03^{Aa}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

۳-۳- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت زمان نگهداری بر فعالیت‌آبی

اثر مربوط به میزان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی بر روی مقادیر فعالیت آبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) معنی‌دار بود؛ این درحالی‌است که اثر مدت‌زمان نگهداری بر روی مقادیر فعالیت آبی نمونه‌های مربای آلبالو کم‌کالری معنی‌دار نیست (جدول ٤). فعالیت آبی نشانگر حداقل میزان آب در دسترس به منظور رشد میکروارگانیسم‌ها و انجام واکنش‌های مخرب می‌باشد [٥]. مطابق نتایج به‌دست‌آمده با افزایش جایگزینی شکر با سوکرالوز میزان فعالیت آبی نمونه‌ها افزایش یافت که می‌تواند به علت کاربرد مقادیر کمتری از سوکرالوز در مقابل مقادیر بالایی از شکر و درنتیجه کاهش در ویژگی‌های عملکردی شکر در مربا باشد؛ به‌طوری‌که ساکارز دارای قابلیت اتصال به مولکول‌های آب و افزایش فشار اسمزی و در نتیجه ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها می‌باشد [۱۰]. مطابق نتایج به‌دست‌آمده نمونه‌های جایگزین شده با زایلیتول بالا دارای میزان فعالیت آبی کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی سوکرالوز بالا بودند که این امر می‌تواند به علت وابستگی فعالیت آبی به مقدار هر یک از ترکیبات محلول افزوده‌شده و وزن مولکولی آن‌ها باشد؛ به-طوری‌که ترکیبات با وزن مولکولی کم دارای اثر مطلوبی در کاهش فعالیت آبی می‌باشند که از میان این ترکیبات می‌توان به قندهای الکلی نظیر سوربیتول، زایلیتول و... اشاره نمود؛ لذا نمونه‌های حاوی زایلیتول بالا به علت اینکه زایلیتول یک قند الکلی بوده و دارای گروه‌های هیدروکسیل با قابلیت اتصال به مولکول‌های آب می‌باشند و چون در مقادیری برابر با مقدار شکر مورد استفاده قرار می‌گیرد منجر به کاهش فعالیت آبی در این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های حاوی سوکرالوز بالا می‌گردند

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[۲۰]؛ همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشانگر این می‌باشد که مقادیر فعالیت آبی تحت تأثیر مدت زمان ماندگاری قرار نگرفته بود که با نتایج حاصل از پژوهش کوریه و همکاران (۲۰۰۵) نیز مطابقت داشت [۱٤].

Table 4 Effect of replacement of different sweeteners and storage time on a_w (mean±SD) of jams

Day 90	Day 60	Day 30	Day 1	Sample
$0.90±0.02^{Ab}$	$0.90±0.03^{Ab}$	$0.90±0.03^{Ab}$	$0.90±0.01^{Ab}$	T_1
$0.96±0.01^{Aa}$	$0.95±0.02^{Aa}$	$0.95±0.01^{Aa}$	$0.95±0.02^{Aa}$	T_2
$0.85±0.05^{Ac}$	$0.85±0.02^{Ac}$	$0.85±0.03^{Ac}$	$0.85±0.03^{Ac}$	T_3
$0.90±0.01^{Ab}$	$0.90±0.04^{Ab}$	$0.90±0.05^{Ab}$	$0.90±0.07^{Ab}$	T_4
$0.80±0.03^{Ad}$	$0.80±0.03^{Ad}$	$0.80±0.03^{Ad}$	$0.80±0.03^{Ad}$	T_5
$0.80±0.02^{Ade}$	$0.80±0.03^{Ade}$	$0.80±0.03^{Ae}$	$0.79±0.05^{Ae}$	T_6
$0.80±0.08^{Ae}$	$0.79±0.05^{Ae}$	$0.79±0.03^{Ae}$	$0.79±0.03^{Ae}$	T_7
$0.76±0.03^{Af}$	$0.76±0.01^{Af}$	$0.75±0.05^{Af}$	$0.75±0.05^{Af}$	T_8

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

۳-٤- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت زمان نگهداری بر قوام

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثرات متقابل مقدار جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی و مدت‌زمان نگهداری با سطح اطمینان۹۵ درصد (P<۰/۰۵) بر قوام نمونه‌ها تأثیرگذار بودند (جدول ۵). به‌منظور بهبود قوام در مرباهای کم‌کالری معمولاً از پکتین کم‌استر استفاده می‌شود که مکانیسم تشکیل ژل در پکتین کم استر نسبت به پکتین با درجه متوکسیل بالا متفاوت است. در این نوع پکتین، شبکه ژلی در نتیجه اتصالات یونی کلسیم بین گروه‌های کربوکسیل زنجیره‌ها ایجاد می‌شود[۲۱]. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، با افزایش جایگزینی شکر با سوکرالوز، قوام نمونه‌ها کاهش یافت که این امر می‌تواند به علت کم بودن بریکس نمونه‌های حاوی سوکرالوز بالا، نسبت به نمونه‌های حاوی زایلیتول بالا باشد.ال قدسی و ال دباس (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که با افزایش جایگزینی سوکرالوز با شکر در نمونه‌های نکتار پرتقال قوام نمونه‌ها کاهش و فعالیت آبی آن‌ها افزایش یافت. همچنین نتایج حاصل، مشابه با نتایج مطالعه باسو و همکاران (۲۰۱۳) در مورد جایگزینی استویا و سوکرالوز در مربای انبه بودبه‌طوری‌که در این پژوهش این نتیجه حاصل شد که تنها تا جایگزینی ۲۵ درصد ساکارز با شیرین‌کننده‌های سنتزی نظیر سوکرالوز و استویا می‌توان به محصولی با قوام مطلوب دست یافت[۸ و ۱٦]. لذا با جایگزینی شکر با زایلیتول اگرچه مولکول شکر در مربا موجود نیست ولی مولکول‌های زایلیتول در تشکیل ژل دخالت می‌نمایند، به‌طوری‌که ۵ گروه هیدروکسیل آزاد موجود در ساختار آن می‌توانند با پیوند هیدروژنی به مولکول‌های پکتین متصل گردیده و موجب تسهیل تشکیل شبکه سه‌بعدی ژلی گردند [۹]. با این حال طبق نتایج به‌دست‌آمده مقادیر قوام نمونه‌های مربای کم‌کالری باگذشت زمان کاهش پیداکرده بود که می‌تواند به علت ظرفیت اتصال با آب ناکافی پکتین کم استر در مرباهایی با میزان مواد جامد محلول کم‌نظیر مربای رژیمی یا کم‌کالری باشد [۱۰]؛ که نتایج به‌دست‌آمده با نتایج پژوهش رگاب (۱۹۸۷) که نشانگر افزایش میزان قوام نمونه‌های مربای کم‌کالری با گذشت زمان بود متناقض بود [۵].

Table 5 Effect of replacement of different sweeteners and storage time on consistency (mean±SD) of jams

Day 90	Day 60	Day 30	Day 1	Sample
$6.07±0.31^{Ab}$	$5.93±0.32^{Aab}$	$5.67±0.21^{Ab}$	$5.47±0.21^{Aab}$	T_1
$6.77±0.40^{Aa}$	$6.40±0.40^{Aa}$	$6.23±0.23^{Aa}$	$6.13±0.31^{Aa}$	T_2
$5.67±0.12^{Ab}$	$4.73±0.35^{Bc}$	$4.33±0.40^{Bc}$	$4.07±0.29^{Bc}$	T_3
$5.77±0.32^{Ab}$	$5.37±0.31^{ABbc}$	$5.33±0.12^{ABb}$	$5.07±0.25^{Bb}$	T_4
$3.60±0.17^{Acd}$	$3.50±0.10^{Ad}$	$3.37±0.06^{Ad}$	$3.27±0.32^{Ad}$	T_5
$3.10±0.15^{Ad}$	$3.10±0.10^{Ad}$	$3.07±0.12^{Ad}$	$2.93±0.23^{Ad}$	T_6
$3.90±0.20^{Ac}$	$3.67±0.25^{Ad}$	$3.50±0.17^{Ad}$	$3.57±0.25^{Acd}$	T_7
$3.58±0.01^{Acd}$	$3.57±0.01^{Ad}$	$3.53±0.01^{Bd}$	$3.51±0.02^{Bcd}$	T_8

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

۳-۵- اثـر مقـدار جـایگزینی شـکر و مـدت نگهداری بر پذیرش کلی

در بررسی اثر میزان جایگزینی شکر و مدت‌زمان نگهداری بـر میزان پذیرش کلی نمونه‌های مربای آلبالو کم‌کالری می‌توان بـه این نتیجه دست‌یافت که از بین متغیرهای مستقل تأثیرگذار بـر مقادیر پذیرش‌کلی، اثرات مستقل و متقابـل مربـوط بـه میـزان جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی و زمان نگهداری بر پذیرش کلی نمونه‌های مربای کم‌کالری معنی‌دار بـود (جـدول ٦). مطابق نتایج به‌دست‌آمده بـا افـزایش جـایگزینی شـکر بـا سوکرالوز پذیرش کلی نمونه‌ها کاهش یافت که این امـر مـی-تواند به علت نقش شکردر تقویت شیرینی و طعم (بو و مـزه) مربا باشد [١٦]. در مقابل نمونه‌هـای حـاوی زایلیتـول بـالا از نمرات حسی بهتری نسبت به نمونه‌های حاوی سوکرالوز بالا برخوردار بودند که به دلیل تأثیرات ناچیز قنـدهای الکلـی بـر رنگ و مزه محصول کم‌کالری و تشابه محصول به نمونه کنترل بود [۳ و۲۰]. الویرا و همکاران (۲۰۱۰) در پـژوهش خـود در رابطه با جایگزینی ۵۰ درصدی شکر با زایلیتول در مربای کم-کالری به این نتیجه دست یافتند که نمونه‌های مربای تولیدشده با جایگزینی ۵۰ درصدی ساکارز با زایلیتول از نظر طعم وبافت مشابه نمونه‌هـای بـا سـاکارز بـالا بـوده و از مقبولیـت بـالایی برخـوردار بودنـد [۹]. در طـی نگهدارینمونـه‌هـای حـاوی سوکرالوز بالا، رنگ وبافت نامطلوب‌تر و آب اندازیبیشتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها داشته و از نظر ارزیابـان حـسی امتیـاز پایین‌تری دریافت کردند.این مسئله می‌تواند به علت تغییـرات بافتی در اثر استفاده از پکتین کم‌استر و ظرفیـت ناکـافی آن در اتصال با مولکول‌های آب در مرباجات بـا میـزان مـواد جامـد محلول کم، نظیر مربای رژیمی یا کم‌کالری باشد[۱۰].

Table 6 Effect of replacement of different sweeteners and storage time on total acceptability (Mean±SD) of Jams

Day 90	Day 60	Day 30	Day 1	Sample
3.07 ± 0.64^{Be}	3.07 ± 0.69^{Bd}	3.07 ± 0.58^{Bd}	3.50 ± 0.63^{Ac}	T_1
2.03 ± 0.81^{Bf}	3.33 ± 0.55^{Ad}	3.33 ± 0.66^{Ad}	3.33 ± 0.84^{Ac}	T_2
4.70 ± 0.60^{Aab}	4.80 ± 0.48^{Aab}	4.97 ± 0.18^{Aa}	4.97 ± 0.18^{Aa}	T_3
3.77 ± 0.77^{Ad}	3.80 ± 0.61^{Ac}	3.97 ± 0.72^{Ac}	4.10 ± 0.61^{Ab}	T_4
4.20 ± 0.61^{Acd}	4.40 ± 0.49^{Ab}	4.37 ± 0.61^{Abc}	4.37 ± 0.56^{Ab}	T_5
4.50 ± 0.51^{Abc}	4.50 ± 0.51^{Ab}	4.57 ± 0.57^{Aab}	4.50 ± 0.57^{Ab}	T_6
5.00 ± 0.02^{Aa}	4.97 ± 0.18^{Aa}	4.97 ± 0.18^{Aa}	5.00 ± 0.57^{Aa}	T_7
4.33 ± 0.48^{ABbc}	4.63 ± 0.49^{Aab}	4.23 ± 0.68^{Bbc}	4.47 ± 0.51^{ABb}	T_8

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ($p<0.05$). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate sugar replacement effect.

۳-٦- اثر مقدار جایگزینی شکر و مدت نگهداری بر کالری کاهش‌یافته

در بررسی مقدار کالری کاهش‌یافته (جدول ۷) می‌توان به این نتیجه دست‌یافت که از بین متغیرهای مستقل تأثیرگذار بر مقادیر کالری کاهش‌یافته، اثر مستقل مربوط به مقدار جایگزینی شکر با شیرین‌کننده‌های سنتزی معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵). مطابق نتایج به دست‌آمده با افزایش جایگزینی شکر با سوکرالوز مقدار کاهش کالری نمونه‌های مربای آلبالو کم‌کالری افزایش یافت که این عمل مبتنی بر میزان کالری حاصل از هرکدام از شیرین‌کننده‌های سنتزی (سوکرالوز و زایلیتول) بود به طوری‌که به ازای هر گرم سوکرالوز صفر کیلوکالری و به ازای هر گرم زایلیتول یک کیلو کالری و به ازای هر گرم ساکارز در حدود چهار کیلو کالری انرژی آزاد می‌شود که مقدار کالری پایین حاصل از شیرین‌کننده‌های سنتزی نسبت به شکر و مقادیر کم شیرین‌کننده‌های سنتزی مورد استفاده منجر به کاهش کالری در مرباهای جایگزین شده با سوکرالوز و زایلیتول می‌گردد [۵، ۹ و ۲۲]. نمونه‌های حاوی ۵۰ درصد ساکارز و ۵۰ درصد سوکرالوز و نمونه حاوی ۵۰ درصد ساکارز، ۲۵ درصد زایلیتول و ۲۵ درصد سوکرالوز دارای بیشترین مقدار کالری کاهش یافته به ترتیب۴۹/۷۷ و۴۵/۰٦ درصد نسبت به نمونه کنترل بودند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

Table 7 Effect of replacement of different sweeteners and storage time on calorie reduction (Mean±SD) of Jams

Calorie Reductin	Sample
45.06±2.28	T_1
49.77±0.59	T_2
21.84±0.09	T_3
24.73±0.64	T_4
37.60±0.27	T_5
18.73±0.27	T_6
-	T_7
-	T_8

٤-نتیجه‌گیری

نتایج به دست‌آمده نشان داد که به‌رغم مؤثر بودن استفاده از سوکرالوز در کاهش کالری، ویژگی‌های بافتی و حسی در مرباهای تهیه‌شده با این شیرین‌کننده افت کرد. استفاده از سوکرالوز به‌تنهایی منجر به کاهش قوام و افزایش معنی‌دار فعالیت آبی نسبت به نمونه کنترل شد و شدت بروز این تغییرات نامطلوب با افزایش مقدار جایگزینی (صفر تا ۵۰ درصد) بیشتر شد و استفاده ترکیبی از سوکرالوز و زایلیتول به‌طور محسوس اثرات نامناسب سوکرالوز را کاهش داد. در بین پارامترهای مورد بررسی pH تحت تأثیر نوع و میزان شیرین‌کننده استفاده‌شده قرار نداشت. تأثیرمدت‌زمان نگهداری بر روی پارامترهای موردبررسی در نمونه‌های تهیه‌شده با سوکرالوز در مقایسه با مرباهای حاوی زایلیتول بیشتر بود به‌طوری‌که کاهش قوام در طول مدت نگهداری در این نمونه‌ها مشاهده شد. در مجموع نمونه‌های تولید شده با میزان جایگزینی ۲۵ درصد مطلوبیت بیشتری نسبت به جایگزینی ۵۰ درصد داشتند و نمونه‌های تهیه‌شده با ۷۵ درصد شکر، ۱۲/۵ درصد سوکرالوز و ۱۲/۵ درصد زایلیتول و نیز ۷۵ درصد شکر، ۲۵ درصد زایلیتول و بدون سوکرالوز مطلوب‌ترین نمونه‌ها از نظر مشابهت با نمونه کنترل انتخاب شدند.

۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از زحمات تیم تحقیق و توسعه و کنترل کیفیت شرکت آسیا شور (طراوت) کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

٦- منابع

[1] Butt, M. S., Pasha, I., Tufail, F., &Anjum, F.M. (2002). Use of low absorptive sweeteners in cakes.International Journal Agriculture and Biology. 4(2): 249-251.

[2] Featherstone, S. A. (2015). Complete Course in Canning and Related Processes. Woodhead Publishing. Pp: 534.

[3] Kerdsup, p., &Naknean, p. (2012). Effect of sorbitol substitution on physical, chemical and sensory properties of low-sugar mango jam.Science and Engineering Symposium 4th International Science.Engineering and Energy Conference.12-18.

[4] Nabarlatz, D., Ebringerova, D., &Montane, D. (2007). Autohydrolysis ofagricultural by-products for the production of xylo-oligosaccharides.Carbohydrate Polymer. 69: 20–28.

[5] Ragab, M. (1987). Characteristics of Apricot Jam Sweetened with Saccharin and Xylitol. Food chemistry. 6: 55-64 .

[6] Nabros, L.O. (2001). Alternative sweeteners: An overview. CRC Press.Pp: 578.

[7] Nobors, L. (2002). Sweet choice: sugar replacements for foods and beverages. Food Technology. 56(7): 28-35.

[8] 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.

[9] Oliveira, M.E., Carvalho, L. E., Souza, E. L., Oliveira, A., Santos, W., &Ritzinger, L.(2013). Production of Dietetic Jam of Umbu-Caja (Spondias sp.): Physical, Physicochemical and Sensorial Evaluations. Food and Nutrition Sciences. 4: 461-468.

[10] Broomes, J., &Badrie, N. (2010). Effects of Low-Methoxyl Pectin on Physicochemical and Sensory properties of Reduced- Calorie Sorrel/ Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) jams.The Open Food Science Journal. 4: 48-55.

[11] Santanu, B., Shivhare, U. S., & Singh, T.V. (2011). Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. Journal of Food Engineering. 105: 503–512.

[12] Codex, A.C. (2009). Codex Standard for jams, jellies and Marmalades. 296.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

[13] Hanna, A. K., Fadi, M. A., & Thomas, J. H. (2005). Physical, Chemical and sensory properties of sugar-free jelly. Journal of Food Quality. 28: 179–190.

[14] Khouryeh, H.A., Aramouni, F. M., & Herald, T. J.(2005). Phsical, Chemical and Sensory Properties of Sugar-Free Jelly. Journal of Food Quality. 28(2): 179-190.

[15] Yam, K.L., &Papadakis, S.E. (2004).A simple digital imaging method for easuring and analyzing color of food surfaces.Journal of Food Engineering. 61: 137-142.

[16] Al-Dabbas, M., & Al-Qudsi, J. M. (2012). Effect of partial replacement of sucrose with the artificial sweetener sucralose on the physico-chemical, sensory, microbial characteristics, and final cost saving of orange nectar.International Food Research Journal. 19(2): 679-683.

[17] Rafeek, M., Abolila, H. B., Hassan, A. E., &Hamd, A., (2015). Chemical, Nutritional and Organoleptical Characteristics of Orange-Based FormulatedLow-Calorie Jams.Food and Nutrition Sciences. 6: 1229-1244.

[18] Pavlović, S. R., Aleksandra, N., &Vujičić, L. (2003). Low Calorie Marmalades. Food and Nutrition Sciences. 34: 23-30.

[19] Carvalho, A. C.G., Oliveria, R. C. G., Navacchi, M. F. P., Costa, C. E. M., Mantovani, D. M., Dacome, A. S., &Seixa, F. A. V.(2013). Evaluation of the potential use of rebaudioside-A sweetener for diet jam.Food science and technology. 33(3): 555-560.

[20] Hyvonen, L., & Torma, R. (1983). Examination of sugars, sugar alcohols and artificial sweeteners as substitude for sucrose in strawberry jam.Journal of Food Science. 84(1): 186-192.

[21] Kopjar, M., Piližota ,V., Tiban, N. N., Šubariæ, D., Babiæ, J., Aèkar, Đ., &Sajdl, M. (2009). Strawberry jams: influence of different pectins on colour and textural properties. Czech Journal of Food Sciences. 27: 20–28.

[22] Yuyama, L. K., Pantoja, O. L., Maeda, R. N. J., Aguia, P. L., & Silva, S. B. (2008). Development and Acceptability of a Low Calorie Cubiu (SolanumsessiliflorumDunal) Jam. Ciên- cia e Tecnologia de Alimentos. 28(4): 929-934.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]

Investigating the Effect of Sugar Replacement with Xylitol and Sucralose as Low-caloric Sweeteners on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Sour Cherry Jam

Torabi Tabrizi, V. [1], Roufegarinejad, L. [2*]

1. M.Sc Student, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

(Received: 2018/02/04 Accepted:2018/04/09)

In the current research, the effect of sucralose and xylitol on the production of low calorie sour cherry jam was studied. Sugar replacement levels were 25% and 50%, and in this range, six different treatments were prepared using either sweetenerindependently or in combination. Evaluation and comparison of samples with control one including physicochemical and sensory properties that were produced on the first day and a factorial design werer performed after 30, 60 and 90 of storage time. The results showed that in spite of the effective use of sucralose in reducing calories, the consistency and sensory properties dropped in the jam prepared with these sweeteners. Compared to the control sample, the use of sucralose lead to reduce consistency and a significant increase in water activity ($P < 0.05$) and the incidence of these undesirable changes increased with increasing replacement levels and the use of a combination of sucralose and xylitol reduced the effects of unsuccessful sucralose significantly. Among the parameters studied, pH was not affected by the type and amount of sweeteners. The effect of storage time on the parameters in samples prepared with sucralose was more than that of xylitol containing jams so that reduction of consistency changes were observed in these samples during storage time. Finally, samples produced with a replacement level of 25% were more favorable than the replacement of 50% and samples prepared with 75% sugar, 12.5% sucralose and 12.5% xylitol and 75% sugar, 25% xylitol and without sucralose were the most suitable samples in terms of similarity with the control sample.

Key words: Low calorie jam, Physicochemical properties, Sucralose, Xylitol

* Corresponding Author E-Mail Address: l.roufegari@iaut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-27]