

بهینه سازی تولید مربای کم کالری و پری بیوتیک هویج

سیما شرعی^۱، مهرانوش تدینی^{۲*}، نرجس آقاجانی^۳

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۶)

چکیده

در سال‌های اخیر به خاطر توجه مصرف کنندگان مواد غذایی به محصولات طبیعی، کم قند، دارای ارزش تغذیه‌ای بالا و فراسومند، متخصصین صنایع غذایی به دنبال طراحی مجدد محصولات غذایی هستند. اثرات سلامتی بخش استویا و ترکیبات پری بیوتیک که به عنوان ترکیبات مفید شناخته شده‌اند در مطالعات انجام شده گزارش شده است. هدف از این مطالعه بهینه سازی تولید مربای کم کالری و پری بیوتیک هویج است. برای این منظور سهم تغیر مستقل شامل استویا در سه سطح (۰/۰۵، ۰/۱۵، ۰/۲۵)٪، شکر در سه سطح (۳۵، ۴۵ و ۵۵)٪، اینولین در سه سطح (۲، ۳ و ۴)٪ و پکتین در یک سطح ثابت ۰/۰۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها در قالب طرح RSM مورد آنالیز قرار گرفت. خصوصیات شیمیایی نمونه شامل pH، اسیدیته، رطوبت، بریکس نهایی مربا، بعد از گذشت ۱ هفته از تاریخ تولید مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی خصوصیات حسی با ده نفر ارزیاب با روش هدونیک پنج نقطه‌ای برای ارزیابی رنگ، مزه، پذیرش کلی، طعم، بافت، مالش پذیری، انجام شد. نمونه بهینه و کنترل تولید شده و خصوصیات شیمیایی، حسی و میکروبی نمونه در مدت زمان یک ماه (روزهای ۰، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نمونه بهینه حاوی ۴۸/۹۵ درصد شکر، ۰/۰۵ درصد استویا و ۲ درصد اینولین است. ارزیابی خصوصیات حسی تفاوت معنی‌داری بین نمونه کنترل و بهینه نشان نداد. شمارش میکروارگانیسم‌ها در نمونه‌های کنترل و بهینه در دوره نگهداری هیچ گونه کپک و مخمر نشان نداد. نمونه بهینه از لحاظ تغذیه‌ای به عنوان فرمول فراسومند مورد توجه است. این نمونه با کاهش بیش از ۵۰ درصد شکر فرمولاسیون و دارا بودن ۲ درصد ترکیب پری بیوتیک می‌تواند اثر مثبتی بر سلامت مصرف کننده دارد.

کلید واژگان: مربا هویج، اینولین، کم قند، پری بیوتیک، استویا.

۱- مقدمه

رژیم‌های غذایی پرکالری به همراه فعالیت فیزیکی کم، منجر به افزایش وزن شده و در نهایت به بروز بیماری‌هایی همچون چاقی، بیماری‌های قلبی و عروقی، فشار خون بالا، دیابت غیر وابسته به انسولین می‌گردد [۱]. طبق آمار ارائه شده، هم‌اکنون در جهان حدود ۴۰۰ میلیون نفر به دیابت مبتلا هستند که پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال ۲۰۳۵ به بیش از ۶۰۰ میلیون نفر افزایش یابد، در ایران نیز بیش از ۱۰ درصد جمعیت بالغ را دیابتی‌ها تشکیل می‌دهند [۲]. در واقع، توجه روز افزون مصرف‌کنندگان و بالارفتن آگاهی مردم، به ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذایی و افزایش درخواست برای تولید مواد غذایی کم‌کالری موجب شده است که صنعت غذا در کنار حفظ یا بهبود طعم محصول، بر طراحی مجدد مواد غذایی سنتی متمرکز شود و به دنبال مصرف غذاهای کم کالری و رژیمی باشد [۳]. امروزه غذاهای فراسودمند مورد استقبال محققان و مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. یکی از انواع غذاهای فراسودمند، غذاهای غنی سازی شده با فیبرهای رژیمی می‌باشند [۴]. از فیبرهای مورد توجه در رژیم‌های سلامتی بخش، اینولین می‌باشد. این ترکیب پری بیوتیک، علاوه بر داشتن اثرات مفید بیفیدوژنیک و پتانسیل کاهش فاکتورهای خطر جهت بیماری‌های قلبی-عروقی و پوکی استخوان فواید دیگری مانند افزایش دسترسی بدن به عناصر معدنی، تحریک سیستم ایمنی، اثر روی متابولیسم لیپید نیز به همراه دارد [۵]. میزان دریافت روزانه فیبرهای رژیمی باید ۴۰ گرم در روز باشد در صورتی که طبق گزارشات آماری در آمریکا میزان مصرف آن ۱ تا ۵ گرم در روز است [۶]. اینولین بر قند سرم تاثیری ندارد و باعث تحریک ترشح انسولین نمی‌شود و تری گلیسرید سرم و کبد و سطح کلسترول خون را کاهش می‌دهد [۴]. در واقع کاربرد اینولین در صنایع غذایی به درجه پلیمریزاسیون (DP) آن بستگی دارد به طوری که اینولین زنجیر کوتاه به عنوان شیرین کننده کم کالری و بلند زنجیر به دلیل قابلیت جذب آب بالا و توانایی در تشکیل ژل به عنوان جایگزین چربی در سیستم‌های غذایی کم چرب استفاده می‌گردد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که می‌توان از اینولین به عنوان یک شیرین کننده کم کالری، جایگزین چربی، عامل حجم دهنده، بهبود دهنده بافت، عامل جذب کننده آب، پایدارکننده کف و امولسیون و نیز پرکننده استفاده کرد. از اینولین برای تولید محصولات نانوائی، قنادی،

شکلات، بستنی، غلات صبحانه، انواع پنیر، نوشیدنی هاو... استفاده می‌شود [۷].

ترکیبات شیرین زیادی از گیاهان گرفته شده است اما تنها تعداد اندکی از آنها تجاری شده‌اند که از این میان میتوان به استویوزید اشاره نمود [۸]. استویا گیاهی کوتاه قد و بوته‌ای، علفی و حساس به سرما می‌باشد که بومی منطقه کوهستانی آمازیبی واقع در مرز برزیل و پاراگوئه، است [۹]. استویوزید از خانواده دی ترپن است که این خانواده دارای ویژگی ضد میکروب، ضد حساسیت، ضد سرطان و ضد تومور می‌باشد، این ترکیب ۳۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است و قادر به کاهش علائم سرماخوردگی و آنفولانزا هستند [۱۰]. خواص بالای آنتی اکسیدانی و میزان بالای فنل و فلاونوئید گزارش شده در گیاه استویا ارزش کاربرد آن را در محصولات فراسودمند بیشتر می‌کند [۱۱]. این ترکیب کالری زا نمی‌باشد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای شیرین کننده‌های مصنوعی مانند آسپارتام، ساخارین و سیکلامات باشد، بدون آن که اثرات سوء ناشی از مصرف این شیرین کننده‌ها را به همراه داشته باشد [۱۲]. امروزه تولید کنندگان مواد غذایی، تمایل زیادی به بهینه کردن محصولاتی با چربی، شکر و نمک کم و فیبر بیشتر نشان می‌دهند که این رژیم‌های غذایی می‌تواند از بروز بسیاری از بیماری‌ها جلوگیری کند [۱۳].

تحقیقات بسیاری در زمینه استفاده از ترکیبات پری بیوتیک در محصولات غذایی انجام گرفته که از جمله می‌توان به ماست پری بیوتیک، انواع دسرهای پری بیوتیک، انواع نوشیدنی‌ها و بستنی و همچنین تولید محصولات آردی مانند ماکارونی اشاره کرد. با توجه به مطالب گفته شده تولید محصولاتی که هم از نقطه نظر سلامتی و از نظر تغذیه‌ای دارای کیفیت مطلوبی باشند، دارای اهمیت بسیار بالایی است و مورد توجه اکثر صنعتگران قرار گرفته است. در این راستا، کورا و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات حسی و فیزیکی شیمیایی مربای رژیمی گوئاوا را مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه‌ای دیگر آپوربا و همکاران (۲۰۱۴)، تاثیر سطوح جایگزینی شکر با استویا را بر روی خصوصیات کیفی کولفی^۱ مورد بررسی قرار دادند. اوزدمیر و همکاران (۲۰۱۵)، تولید بستنی را با استفاده از شیرین کننده استویا مورد مطالعه قرار دادند. [۱۴، ۱۵، ۱۶]. تاکنون مطالعه خاصی در مورد تولید مربای کم کالری و پری بیوتیک

Table 1 Experimental design of three variables by RSM for optimization of low calorie and prebiotic jam

Test set	Factor1: Stevia%	Factor2: Sugar %	Factor 3: Inulin%
1	0.25	55	4
2	0.25	35	4
3	0.15	55	3
4	0.15	45	2
5	0.05	35	4
6	0.15	35	3
7	0.25	45	3
8	0.05	45	3
9	0.25	35	2
10	0.15	45	3
11	0.15	45	4
12	0.15	45	3
13	0.05	35	2
14	0.25	55	2
15	0.15	45	3
16	0.05	55	4
17	0.15	45	3
18	0.05	45	3
19	0.05	55	2
20	0.15	45	3

۲-۳- بررسی خصوصیات کمی و کیفی مربای**تولید شده**

- آزمایش pH، ماده جامد محلول و ماده جامد کل و

رطوبت

پارامترهای pH، ماده جامد محلول و ماده جامد کل و رطوبت به ترتیب با استفاده از pH متر مدل متروم و اسیدیمتر بر مبنای اسید سیتریک اسید براساس استاندارد مربا و مارمالاد صورت پذیرفت [۱۷]، با استفاده از رفراکتومتر و اندازه گیری رطوبت براساس روش ارائه شده توسط نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد.

انجام نشده است. هدف از این پژوهش بهینه‌سازی فرمولاسیون مربای کم کالری و پری‌بیوتیک هویج و همچنین بررسی تاثیر همزمان استویا و اینولین بر خصوصیات شیمیایی و حسی در این محصول می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها**۲-۱- مواد**

پودر استویا تجاری با خلوص ۸۵ تا ۹۵٪ از شرکت کارگیل آلمان، اینولین از شرکت بنو اورافتی آلمان، پکتین تجاری از شرکت مجیدوسیتریک اسید با خلوص ۹۹٪ از شرکت سی دل بروجرد خریداری شد. کلیه محلول‌ها، ترکیبات شیمیایی و محیط کشت‌های مورد نیاز از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

۲-۲- روش تهیهی مربا

هویج تهیه شده از بازارهای محلی، پس از شستشوی دقیق و پوست‌گیری با استفاده از گرندر (رنده) به اندازه‌های یکسان و شکل یکنواخت در آمد. فرمولاسیون نمونه‌ها براساس سه فاکتور پودر استویا، شکر، اینولین مطابق جدول ۱ و پکتین در یک سطح ثابت ۰/۵٪ با استفاده از روش آماری سطح پاسخ (RSM) در ۲۰ ران تهیه شد، فرایند پخت مرباها تا حل شدن کامل مواد جامد افزوده شده با تنظیم اسیدیته با اسیدسیتریک (حداکثر ۰/۳۵ درصد) و اندازه‌گیری مداوم آن با pH متر، تا pH ۳/۲ و رسیدن درجه ی بریکس به ۵۳ ادامه یافت. در پایان جهت طعم و عطر مطلوب و مناسب مربا دانه‌های هل که از قبل آسیاب شده بودند به میزان ۰/۴ درصد به مربا اضافه گردید. لازم به ذکر است که تهیه نمونه بهینه و شاهد مطابق همان دستورالعمل اولیه انجام گرفت و نمونه‌ها هر کدام در سه تکرار تهیه و مورد آزمایش قرار گرفتند.

برای تهیهی مربا، در این پژوهش، استویا در سه سطح ۰/۰۵، ۰/۱۵ و ۰/۲۵٪ جایگزینی، شکر در سه سطح ۳۵، ۴۵ و ۵۵٪ و اینولین نیز در سه سطح ۲، ۳ و ۴٪ وارد نرم افزار آماری شده و تیمارهای پیشنهاد شده برای فرمولاسیون بر مبنای این مقادیر برآورد شد (جدول ۱).

- ارزیابی خواص حسی

برای اندازه گیری خواص حسی که شامل رنگ، طعم، بافت، عطر، مالش پذیری روی نان و مقبولیت کل می باشد از روش هدونیک ۹ نقطه ای مطابق روش کلیک و همکاران در سال ۲۰۰۶ استفاده شد [۱۸].

- آزمایش کپک و مخمر

برای آزمون کپک و مخمر در طی نگهداری با استفاده از روشی که در استاندارد آزمون های میکروبی مربا تدوین گردید بود صورت گرفت [۱۹].

۲-۴- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

بعد از انجام آزمایشات و بدست آوردن نتایج حاصل از آنها، نمونه های بهینه مطلوب در نرم افزار RSM بدست آمد که از میان آنها تیمازی که بیشترین مقبولیت را داشت انتخاب گردید و با یک نمونه شاهد (کنترل) که در شرایط یکسانی تهیه شده بود (دما و روز یکسان پخت) از لحاظ خصوصیات شیمیایی، حسی و میکروبی مورد مقایسه قرار گرفت. آزمایشات انجام گرفته شامل اندازه گیری pH، اسیدیته، رطوبت و بریکس و انجام آزمون شناسایی کپک و مخمر در طی مدت ۱ ماه از زمان تولید بود. آزمایشات در روزهای ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۰، ۱۴، ۲۱، ۲۸ صورت پذیرفت و تفاوت بین نمونه های شاهد و بهینه در این مدت زمان مشخص شد.

۲-۵- بهینه سازی و مدل سازی

برای تعیین مدل مناسب از نرم افزار RSM استفاده شد و مدلی که بالاترین همبستگی را بین مقادیر واقعی و پیش بینی شده نشان داد به عنوان مدل آماری انتخاب شد. برای ارزیابی وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین نمونه های آزمون از نرم افزار SPSS استفاده و مقایسه ی میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- انتخاب نمونه بهینه مربای هویج

در این مطالعه گستره های قابل قبول تعریف شده برای نرم افزار به گونه ای بود که مقادیر pH بین ۲/۷ تا ۴/۱، میزان اسیدیته در گستره ی ۰/۱ تا ۰/۵، بریکس بین ۴۳ تا ۵۳ و خواص حسی بیشترین امتیاز را داشته باشد. آزمون های خواص شیمیایی شامل pH، اسیدیته، رطوبت، مواد جامد نامحلول و بریکس نهایی و همچنین خواص حسی مربای هویج شامل رنگ، طعم، بافت، عطر، مالش پذیری روی نان و مقبولیت کل برای هر کدام از تیمارها بررسی شد. در نهایت نمونه ی مربای هویج با ۰/۰۵٪ استویا، ۲٪ اینولین و ۴۸/۹۵٪ شکر به عنوان نمونه ی بهینه با امتیاز پذیرش ۰/۷۵۴ توسط نرم افزار پیشنهاد شد. تیمارهای پیشنهاد شده و نتایج پیش بینی آن در جدول ۲ آورده شده است.

Table 2 Runs chosen by software (Design Expert)

Row	Stevia	Sugar	Inulin	pH	Acidity	Bx	Color	Taste	Texture	Spread ability	Total acceptar	Desirability
1	0.05	48.95	2	3.77	0.82	48.44	4.77	4.42	4.58	4.65	4.63	0.754
2	0.05	48.87	2	3.77	0.82	48.39	4.76	4.77	4.57	4.65	4.63	0.753
3	0.05	48.39	2	3.77	0.81	48.13	4.76	4.41	4.57	4.64	4.61	0.753
4	0.05	48.89	2	3.77	0.82	48.41	4.74	4.42	4.57	4.64	4.35	0.753
5	0.12	49.86	2	3.70	0.98	49.05	4.41	4.34	4.52	4.51	4.35	0.708

مقایسه ی میانگین pH، اسیدیته، بریکس و رطوبت نمونه ها بر مبنای فاکتور زمان بررسی و نتایج حاصل از مقایسه ی میانگین در شکل زیر نشان داده شده است.

۳-۲- مقایسه نتایج نمونه ی شاهد و نمونه ی

بهینه بر اساس فاکتور مستقل زمان

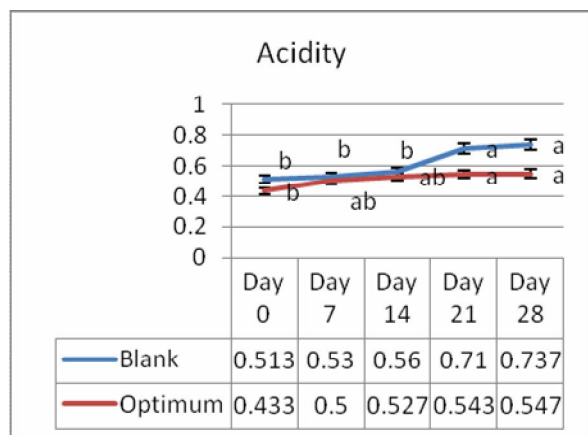


Figure B

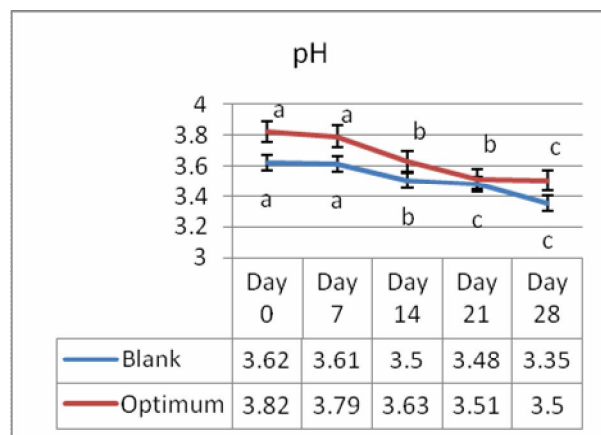


Figure A

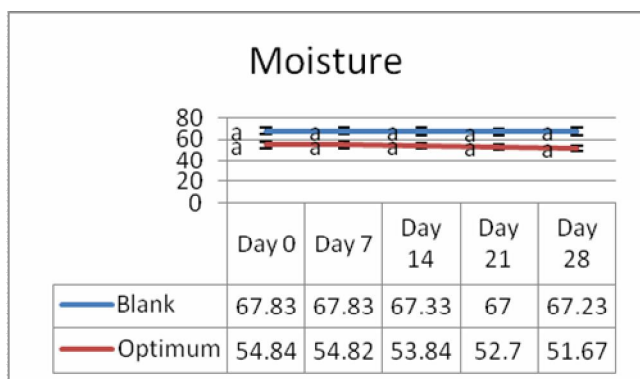


Figure D

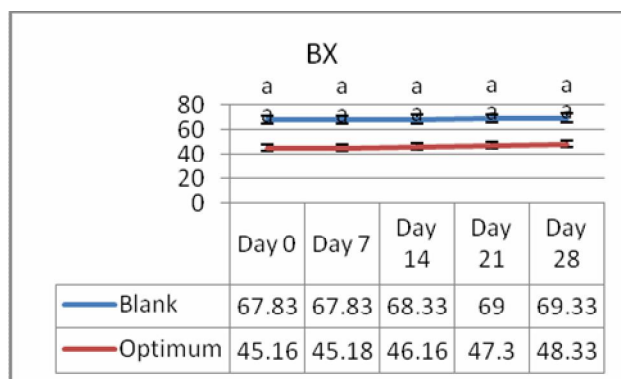


Figure C

Fig1 Changes in chemical properties for control sample and optimized sample based on an independent factor (Time)

A: pH; B: Acidity; C: Brix; D: Moisture

Abc means followed by different letter in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

۳-۲-۲- ارزیابی میزان اسیدیته

اختلاف میزان اسیدیته مشاهده شده در طول زمان، معنادار است، به گونه‌ای که با افزایش مدت زمان نگهداری مربا، میزان اسیدیته نمونه‌ها افزایش معنادار داشته است ($p \geq 0.05$). با توجه به کاهش مقادیر pH در طول زمان، هماهنگی مناسبی بین کاهش pH و افزایش اسیدیته مشخص شده است. میزان اسیدیته در طول مدت زمان نگهداری با وجود افزایش اسیدیته در گستره‌ی استاندارد قرار گرفت. هیدرولیز ساکار با توجه به وجود شرایط اسیدی ملایم [۲۲] و همچنین تخمیر میکروبی ساکارز از دلایل افزایش اسیدیته بوده است [۲۱]. نتایج کمیکوهمکاران (۲۰۰۱)، سافدر و همکاران (۲۰۱۲) و مونجو و همکاران (۲۰۱۳) مشابه با نتایج این پژوهش بود.

۳-۲-۳- ارزیابی مواد جامد کل

با افزایش مدت زمان نگهداری میزان مواد جامد کل افزایش داشته است که معنادار نبوده است ($p > 0.05$). با گذشت زمان،

۳-۲-۱- ارزیابی میزان pH

شکل نشان داد که بیشترین میانگین pH را نمونه‌ها در زمان صفر آزمون داشته‌اند و با سایر زمان‌ها به استثناء زمان ۷ دارای اختلاف معنادار است ($p \geq 0.05$)، با افزایش مدت زمان نگهداری از pH نمونه‌ها کاسته می‌شود. pH مربا بین ۳/۵ تا ۴/۵ است که با افزایش مدت زمان نگهداری این مقدار کاهش یافته است. عواملی مانند هیدرولیز ساکارز و یا تخمیر ساکارز از دلایل کاهش pH می‌باشد [۲۰]. وجود اسیدیته ملایم حاصل از سیتریک اسید، شرایط مناسب برای هیدرولیز ساکارز را فراهم می‌کند که در نهایت منجر به کاهش pH می‌شود [۲۱]. وجود میزان رطوبت مناسب برای فعالیت فلور طبیعی موجود در مربا، موجب هیدرولیز میکروبی ساکارز و در ادامه کاهش pH می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط مونجو و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد.

(۱۳۸۳) و مونجو و همکاران (۲۰۱۳) میزان pH کاهش یافته است [۲۱،۲۰]. میزان مواد جامد کل (Bx) نمونه‌ی شاهد نسبت به نمونه‌ی بهینه مقدار بیشتری را نشان داد.

افزایش بریکس با افزایش مقدار ساکارز به این علت است که افزودن قند باعث افزایش درصد ماده جامد محلولی گردد، مهمترین فاکتور در افزایش میزان بریکس نوشیدنی‌ها ساکارز موجود در آن می‌باشد که با کاهش میزان این قند و افزایش استویا کاهش بریکس در این مطالعه مشاهده شد. اثر منفی قند استویا بر روی میزان بریکس به وسیله محققین دیگر نیز گزارش شده است. مونجو و همکاران (۲۰۱۳)، کمیک و همکاران (۲۰۰۱)، رئیسی و همکاران (۲۰۱۴)، همایونی راد و همکاران (۲۰۱۲) و علیزاده و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که با کاهش میزان ساکارز و افزایش قند استویا، میزان بریکس کاهش یافت [۲۰، ۲۶-۲۸]. میزان رطوبت نمونه‌های شاهد و بهینه با کسر مقدار بریکس از ۱۰۰ حاصل شد. همانگونه که از شکل ۲ استنباط میشود، میزان رطوبت نمونه بهینه نسبت به شاهد بیشتر بوده است. وجود قند ساکارز بیشتر در فرمول نهایی نمونه شاهد از عوامل جذب رطوبت نمونه و در نتیجه کاهش میزان رطوبت بوده است. شکر به عنوان یک ترکیب جاذب الرطوبه قوی شناخته شده است. ترکیبات جاذب الرطوبه فشار اسمزی ایجاد شده در محیط را افزایش می‌دهند و به این طریق نقش مؤثری در کاهش aw دارند [۲۹].

این امر در تحقیقات متعددی که از اینولین به عنوان ماده اولیه استفاده شد گزارش گردیده است. در مطالعه فرزانه مهر و عباسی آمده است که جایگزینی ساکارز با اینولین باعث افزایش میزان رطوبت شده و با نمونه شاهد (حاوی شکر) اختلاف معناداری داشته است [۲۵].

همچنین تحقیقات نشان داده‌اند که افزودن اینولین و الیگوفروکتوز به نان و کیک آن‌ها را مرطوب نگه داشته و تازگی آن‌ها را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند [۳۰]. استفاده از اینولین و الیگوفروکتوز در تهیه پنیر Petit-Suisse باعث افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها گردید [۳۱]. این روند مشابه در تحقیقی که توسط شوریده و همکاران (۱۳۹۰) صورت گرفته، مشهود است. در این تحقیق که به بررسی تاثیر جایگزینی اینولین و D- تاگاتور به جای ساکارز در شکلات شیری پرداخته مشاهده شده که با افزایش میزان اینولین در نمونه‌ها درصد رطوبت محصول افزایش معناداری یافته است [۳۲].

جذب آب در نمونه‌های مربا افزایش و در نتیجه میزان رطوبت کل کاهش می‌یابد و با توجه به نسبت عکس بین میزان مواد جامد کل و میزان رطوبت، مقدار بریکس افزایش یافته است. مطالعات انجام شده توسط قندهارزیدی و همکاران (۱۳۹۲)، که امکان تولید شیرینی سنتی قطاب توسط جایگزینی کامل استویوزید و صمغ کتیرا را مورد بررسی قرار دادند نشان داد که اختلاف مقدار بریکس نمونه‌ها معنادار نبوده است و منطبق با نتایج این بخش از تحقیق است [۲۳]. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳)، جایگزینی ساکار با قند استویا در شربت زعفران را بررسی و نتایج آن‌ها نشان داد که اختلاف معناداری بین نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری مشاهده نشده است [۲۴]. مانجو و همکاران (۲۰۱۳) نیز به طور مشابه نشان دادند که افزایش بریکس در طول مدت زمان نگهداری، معنادار نبوده است [۲۰].

۲-۴- ارزیابی رطوبت

میزان رطوبت نمونه‌ها در روزهای مختلف آزمون اختلاف معناداری را نشان نداد. با افزایش مدت زمان نگهداری میزان رطوبت کاهش یافته است که این کاهش ممکن است به دلیل جذب مقداری از رطوبت توسط ترکیبات مربا مانند قند و اینولین و پکتین باشد. نتایج بریکس، نیز نشان داده بود که با افزایش مدت زمان نگهداری میزان بریکس افزایش یافته که با کاهش میزان رطوبت دارای ارتباط مناسبی است. از دلایل اصلی حفظ رطوبت در طی مدت زمان نگهداری نمونه‌ها وجود ترکیب اینولین در فرمولاسیون مربا می‌باشد. اینولین به علت داشتن گروه‌های هیدروفیل و طبیعت جاذبه الرطوبه ای که دارد باعث حفظ میزان رطوبت در طی زمان می‌شود [۲۵].

۳-۳- مقایسه نتایج نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی

بهینه بر اساس فاکتور مستقل نوع قند

۳-۳-۱- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه

شاهد و بهینه

توجه به شکل ۲ میزان pH نمونه‌ی بهینه بالاتر از نمونه‌ی شاهد بوده است، نمونه‌ی شاهد که حاوی شیرین کننده ساکارز در فرمولاسیون بوده است نسبت به نمونه‌ی بهینه با شیرین کننده قند و استویا، اسیدیته بالاتری را نشان داده است که با توجه به نتایج ارائه شده در مورد pH، این نتایج دور از انتظار نیست. قند ساکارز توانایی بالاتری نسبت به استویا برای تخمیر و هیدرولیز دارد و پس از انجام هیدرولیز مطابق با نظر فاطمی

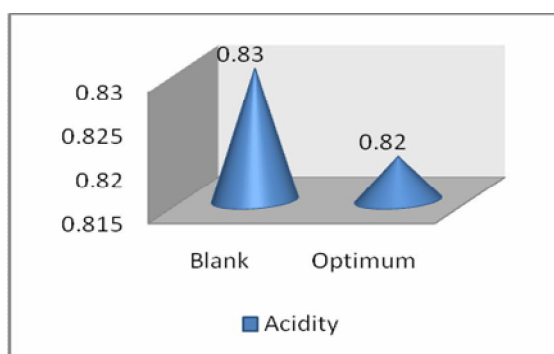


Figure B

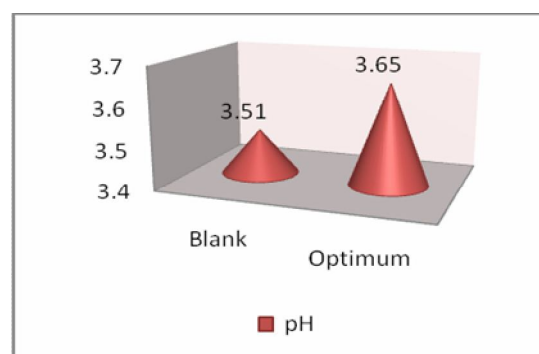


Figure A

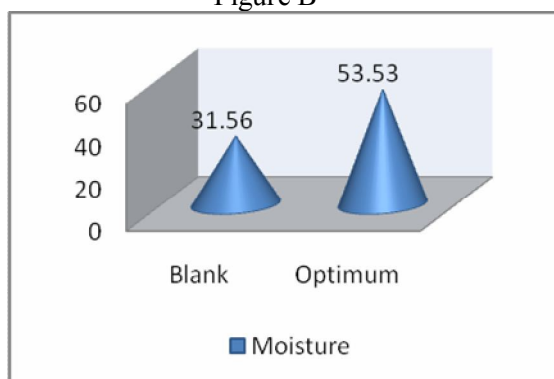


Figure D

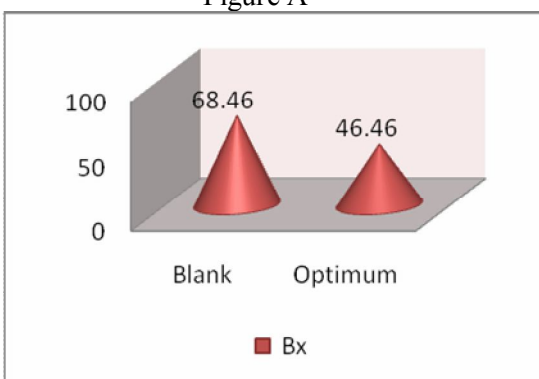


Figure C

Fig 2 Comparison of control sample and optimized sample in chemical properties based on an independent factor (sugars)

کیک‌ها و مخمرها می‌توانند مواد نشاسته‌ای، پروتئینی، چربی و سایر مواد آلی موجود در غذاها را مصرف کنند و سبب تغییر رنگ و بو و طعم آنها شوند. علاوه بر فساد ظاهری، بعضی از قارچ‌ها سموم خطرناکی ایجاد می‌کنند که باعث مسمومیت‌های خفیف، شدید و حتی کشنده می‌شوند. وجود و تعداد قارچ‌ها و کپک‌ها در مواد غذایی از نظر بهداشتی و تجاری، حائز اهمیت است و در بازرسی‌های بهداشتی به شمارش کلی و کپک استناد می‌شود [۳۳].

کاهش فعالیت آبی تا ۰/۷ باعث کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود [۳۴]. بنابراین کاهش میزان آب قابل دسترس میکروارگانیسم‌ها جهت جلوگیری از فساد مواد غذایی امری لازم و ضروری است. شکر به عنوان یک ترکیب جاذب الرطوبه قوی شناخته شده است. ترکیبات جاذب الرطوبه فشار اسمزی ایجاد شده در محیط را افزایش می‌دهند و به این طریق نقش مؤثری در کاهش aw دارند [۲۹]. در مطالعه حاضر علیرغم تفاوت معنی‌دار رطوبت نمونه بهینه و کنترل و بیشتر بودن رطوبت نمونه بهینه ولی آثاری از کپک و مخمر در نمونه بهینه مانند نمونه کنترل مشاهده نشد. به عبارتی علیرغم کاهش

۳-۴- ارزیابی نتایج آزمون میکروبی کپک و مخمر

در تحقیق حاضر نتایج بررسی شمارش کپک و مخمر نشان داد هیچ اختلافی بین نمونه شاهد و نمونه‌ی بهینه در مدت زمان نگهداری از روز صفر تا ۲۸ وجود ندارد و هردو نمونه هیچ آلودگی را نشان ندادند (جدول ۳).

Table 3 Enumeration of microorganism in control and optimized samples during storage time

Storage(day)	Samples				
	28	21	14	7	0
Blank	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
optimum	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

N.D=Not detected

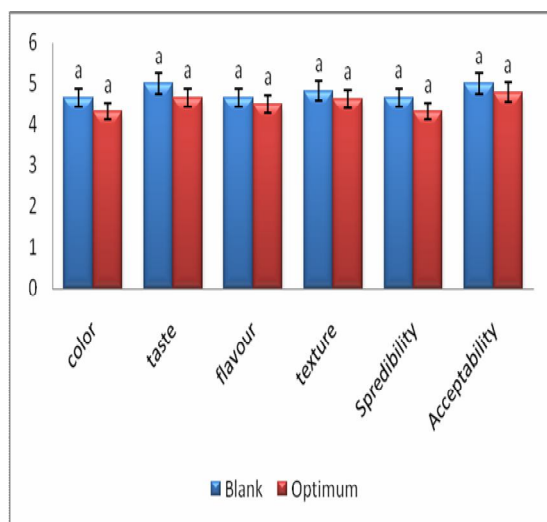


Fig 3 Changes in Sensory attributes parameters of optimized and control samples

Abc means followed by different letter in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و با استفاده از نرم افزار Design expert، مشخص شد که نمونه ی بهینه، حاوی ۴۸/۹۵٪ شکر، ۰/۰۵٪ استویا و ۲٪ اینولین بوده است. بین خواص حسی نمونه ی بهینه و شاهد، اختلاف معناداری مشاهده نشد. به گونه ای که امتیاز نمونه شاهد از نمونه بهینه بالاتر بود اما این اختلاف معنادار نبوده است. میتوان از نمونه بهینه با هدف رژیمی کردن مربای هویج استفاده نمود. با توجه به موارد فوق، می توان بیان نمود که نمونه ی بهینه مربای تولید شده در این تحقیق، با کاهش بیش از ۵۰٪ از شکر فرمولاسیون مربای هویج (۵۱/۰۵٪) می تواند تأثیرات مثبتی را بر سلامت مصرف کننده و مخصوصاً بیماران مبتلا به قند خون بالا داشته باشد که در مقایسه با سایر پژوهش های ذکر شده در این مطالعه، حذف مقدار قابل توجه ای از شکر فرمولاسیون را داشته است و با جایگزینی این مقدار از شکر با ۰/۰۵٪ استویا از لحاظ اقتصادی نیز روند معقولتری را طی کند. همچنین حذف میزان قابل توجه از شکر فرآورده، اثر نا مطلوبی در پایداری در دوره ماندگاری فرآورده به لحاظ رشد میکروارگانیسم ها و یا خصوصیات حسی محصول را نداشته است. ترکیب فرمول نهایی پیشنهاد شده توسط این تحقیق، دارای ۲٪ ترکیب پری بیوتیک اینولین می باشد که علاوه بر حذف پس طعم استویا در مربای تولید شده، اثرات مفیدی را بر سیستم گوارشی مصرف کننده خواهد گذاشت. با استناد به

شکر به عنوان ترکیب جاذب الرطوبه قوی این موضوع باعث ناپایداری نمونه نگردید. یکی از دلایل این امر ممکن است به دلیل اثر ضد میکروبی استویا باشد. عصاره های مختلف گیاه استویا به دلیل وجود انواع فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، استریوئیدها، تانن ها و ترپن ها دارای خاصیت ضد قارچی، ضد التهابی، ضد میکروبی و ضد ویروسی هستند [۳۵،۳۶].

۳-۵- مقایسه آزمون حسی نمونه بهینه و شاهد

در شکل ۳ ارزیابی خصوصیات حسی نمونه بهینه و شاهد شامل رنگ، طعم، عطر، بافت، قابلیت مالش پذیری و پذیرش کل نشان داده شده است. با توجه به این نمودار در تمام خصوصیات مورد بررسی، با وجود بالاتر بودن امتیاز نمونه شاهد اختلاف معناداری با نمونه بهینه نداشته است. کورا و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات حسی و فیزیکوشیمیایی مربای رژیمی گوناوارا مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه که از سدیم ساخارین و سدیم سیکلامات به عنوان شیرین کننده و جایگزین شکر استفاده شده، تفاوت محسوسی از نظر خصوصیات حسی (طعم، بافت، رنگ و آروما) بین مربای معمولی و مربای رژیمی گزارش نشده است [۱۴]. همان طور که از نتایج مشخص است وجود استویا و اینولین در فرمولاسیون مربای هویج پس طعم معناداری را ایجاد نمی کند که دلیل این امر وجود ترکیبات معطر موجود در هل و استفاده همزمان از اینولین و استویا می باشد. اینولین دارای طعم شیرین ملایمی است، بدون اینکه هیچ گونه پس طعمی در محصول ایجاد کند، با سایر شیرین کننده ها به راحتی ترکیب می شود، اثر سینرژیستی دارد و مانع از آب اندازی محصول می شود [۳۷]. استویا نیز به علت داشتن ترکیبات فنولیک، علاوه بر حفظ خواص حسی، باعث بهبود و ارتقا ارزش تغذیه ای محصول و افزایش عمر ماندگاری مربا می شود. طعم و بافت مربا بر پذیرش نهایی توسط مصرف کننده تأثیر بسزایی می گذارند. همانگونه که در شکل ۳ ملاحظه می شود این دو ویژگی نزدیکترین امتیاز به نمونه شاهد را به خود اختصاص دادند.

- [12] Clos, J. F., Dubots, G. E. and Prakash, I. 2008. Photostability of rebaudioside A and stevioside in beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18):8507-13.
- [13] Louis, J.L., Balestrieri, M.L. and Napoli, C. 2007. Nutrition, physical activity and cardiovascular disease. *Cardiovascular Research*, 73: 326-340.
- [14] Correa, R., Sora, G., Haminiuk, C., Ambrosio-ugri, M., Bergmasco, R. and Vieira, A.M.S. 2011. Physico-chemical and sensorial evaluation of guava jam made without added sugar. *Chemical Engineering Transactions*, 24:505-10.
- [15] ApurbaGiri, H. G., Ramachandra, Rand Ramesh, V. 2014. Effect of partial replacement of sugar with stevia on the quality of kulfi. *Journal of Food Science and Technology*, 51(8):1612-1616.
- [16] Ozdemir, C., Arslaner, A., Ozdemir, S. and Allahyari, M. 2015 The production of ice cream using stevia as a sweetener. *Journal of Food Science and Technology*, 52(11):7545-7548.
- [17] ISIRI 214, jam, marmalade and jams-characteristics and test methods, *Fourth Edition, measuring acidity*, 2014.
- [18] Celik, I., Yusuf, Y., Fatma, I. and Ozlem, U. 2006. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. *Journal of food chemistry*, 101: 907-911.
- [19] ISIRI 8898, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, jam, marmalade and features and microbiology tests, printing, 2006.
- [20] Monju, M. B. 2013. v Studies on processing of low-calorie mango jam using Stevia as sugar supplement. *Department of Food Technology and Rural Industries Bangladesh Agricultural University, Mymensingh*. P1-73.
- [21] Fatemi, H. *Food Chemistry*. 2004. Tehran University P.120-250 [In Persian].
- [22] Safdar, MN., Amer, M., Hameed, T., Siddiqui, N., Khalil, S. and Amjad, M. 2012. Storage Studies of Jam Prepared from Different Mango Varieties. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11 (7):653-659, ISSN 1680-5194.
- [23] Ghandahar Yazdi, A., Hojatoleslami, M., Keramat, C. and Jehadi, M. 2014 The effect of dietary Stevia sweetener to replace sucrose by adding tragacanth gum on the
- نتایج این پژوهش، امید است تولید صنعتی این فراورده‌ی پر کاربرد غذایی، مورد توجه صنعتگران قرار گرفته و در راستای ارتقاء سلامت جامعه‌ی مصرف کننده مورد استفاده قرار گیرد.

۵- منابع

- [1] Franck, A. 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87: 2, 287-291.
- [2] Farrokhzad, H., Bagheri, A., Hamidi, A., Poorebrahim, R., Heshmat, R., Nouri, N., Rezaeikhahe, Y. and Larijani, B. 2004. Obesity and cardiovascular risk factors in children with Iran. *Iranian Journal of Diabetes and lipid*, 3(2):175-183 [In Persian].
- [3] Noormohammadi, A., Peighambari, S.A., Oladghaffari, A., Azadmard Damirchi, P. and Hassari, C. 2011. The effects of alcohol sugars sucrose and aspartame on the properties of sponge cake. *Journal of Food Research*, 21 : 155-165 [In Persian].
- [4] Niness, K.R. 1999. Inulin and Oligofructose: What Are They. *The Journal of Nutrition*, 129(7):1402-1406.
- [5] Cardello, H., Dasilva, M. and Damasio, M.H. 1999. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54: 119-130.
- [6] Roberfroid, M. B. 2008. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. *The Journal of Nutrition*, 27: 2493-2502.
- [7] P. Kip, D., Meyer, R.H. Jellema. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy Journal*, 6:1098-1103.
- [8] Horn, G. 2009. Harmonizing sweetness and taste. *Journal of Food Technology*, 63(12):20-29.
- [9] Hosseini Tabar, G. H. *Stevia Agriculture*. 2012, 1-37 [In Persian].
- [10] Besharati, G., Mohammadi, M., Rustaei, M. and Hamid Oghli, Y. 2015. Effect of alcoholic extract of stevia (stevia rebaudiana) function and humoral immune response of broilers. *Research livestock production*, 11: 51-59 [In Persian].
- [11] Shukla, S., Mehta, A., Bajoi, V. K. and Shukla, S. 2009. In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of stevia rebaudiana. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (9): 2338-2343.

- [31] Cardarelli, H. R., Buriti, F.C.A., Castro, I. A. and Saa.d, S. M.I. 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase probiotic viable count in potentially symbiotic in petit-suisse cheese. *LWT Food Science Technology*, 41(6):1037-1046.
- [32] Shoride, M., Taslimi, A., Azizi, M.H. And Mohamadifar, M A. 2011. The effect of D-Tagatose and inulin as sugar substitutes on the characteristics Physical, chemical and rheological milk chocolate. *Journal of Food Science and Technology*, 5(3):29-38 [In Persian].
- [33] Satari Najaf Abadi, M., Minaei, S., Azizi, M.H. And Afshari, H. 2009. The effect of nano-based packaging films and organoleptic characteristics of microbial bread. *Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 4(4): 74-65 [In Persian].
- [34] Ayub, M., Wahab, S., and Durrani, Y. 2003. Effect of water activity (aw), moisture content and total microbial count on the overall quality of bread. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5: 274-278.
- [35] Ghosh, S., Subudhi, E. and Nayak, S. 2008. Antimicrobial assay of Stevia rebaudiana Bertoni leaf extracts against pathogens. *Internation Journal Integrtive Biology*, 2 (1): 27-31.
- [36] Preethi, D., Sridhar, T., Josthna, P. and Naidu, C. 2011. Studies on antibacterial activity, phytochemical analysis of Stevia rebaudiana (Bert.) an important calorie free biosweetner. *Journal Economy biotechnology*, 3(7): 5-10.
- [37] Akhavan Tabatabaei, H. and Zandi, P. 2006. Evaluation of technological properties and use of inulin in the food industry. *Sixteenth National Congress Food science*. 1-7 [In Persian].
- rheological properties of structural Vries traditional pastry turnover. *Journal of Innovation Food Science and technology*, 6(3):99-105 [In Persian].
- [24] Hashemi, N., Rabie, C., Tavakoli Poor, H. and Gazerani, S. 2014. Effect of plant sugar substitute Stow Stevia Rebaudiana with a sugar on physicochemical properties, rheological and sensory properties of saffron syrup diet. *Journal of Agriculture and Technology saffron*, 2(4):303-310 [In Persian].
- [25] Farzanmehr H., Abasi, S. and Sahari, M. H. 2008. Evaluate the effects of sugar substitutes on some physico-chemical properties, rheological and sensory milk chocolate. *Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 3(3):65-82 [In Persian].
- [26] kmiecik, W., Lsiewska, Z. and Jaworska, G. 2001. Effect of aronia berry honey syrup used for sweetening jams on their quality. *Food Magazine*, 45(4): 273- 279.
- [27] Raiesi Ardali, F., Alipour, M., shariati, M.A., Taheri, S and Amiri, S. 2014. Replacing sugar by Rebaudioside A in orange drink and produce a new drink. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, 2(2): 1131-1135.
- [28] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., and Kheirouri, S. 2014. Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 390-396 [In Persian].
- [29] Ghiyasi Tarzi, B., Daman feshan, C., Nadeem Bushehri, S. and Kazemeini, S. D. 2015. Effect of oil absorbent material humidity absorber on shelf life of cakes. *1st Seminar on Methods to increase the shelf-life of food products*, Razi International, conference center, Tehran. Iran [In Persian].
- [30] Franck. A. 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(2) S287-S291.

Optimization of the lowcalorie and prebiotic carrot jam

Sharei, S.^{1,2}, Tadayoni, M.^{2*}, Aghajani, N.³

1. Department of Food Science and Technology, Pardisof Science and Research of Khuzestan, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2. Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

3. Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(Received: 2017/06/21 Accepted: 2017/12/27)

In recent years, due to consumer interest in natural, low sugar, functional and high nutritional products, so researchers in the food industry are focused on the food redesign. Studies have reported the health promoting of Stevia and prebiotic compounds which are well known as beneficial agents. The aim of this study was to optimize the production of low-calorie and prebiotic carrot jam. For this purpose the three independent variables including Stevia in three levels (0.05, 0.15, 0.25)%, sugar in three levels (35, 45 and 55)%, Inulin in three levels (2, 3 and 4) and pectin is at fixed level in 0.5% were studied. Treatments in the response surface methodology (RSM) were analyzed. Chemical properties including pH, acidity, moisture, final brix in carrot jam were evaluated by Iranian national standard methods after 1 week from the date of production. The sensory evaluation was performed by 10 judges using 5-point hedonic scale to evaluate color, taste, acceptability, flavor, texture, spreadability. Optimal and control sample were produced and studied in chemical, sensorial and microbiological properties during 1 (0, 7, 14, 21, 28 day) month. The results showed that the optimal sample, contain 48.95% sugar, 0.05% stevia and 2% Inulin. Sensory evaluation showed no significant difference between the optimal and control sample. Enumeration of microorganism in control and optimized samples during storage time indicated no mold and yeast. Optimal sample is the best formula from nutrition point of view and are considered as a functional food. This formula with a reduction of more than 50% in sugar formulations and contain 2% prebiotic compound can have a positive impact on the health of consumer.

Keywords: Carrot jam, Inulin, Low sugar, Prebiotics, Stevia.

* Corresponding Author E-Mail Address: m.t.tadayoni@gmail.com