تولید ژله کم کالری عناب با استفاده از سوکرالوز و مالتیتول

بهاره باباقصابها[1]، فرزانه عبدالملکی[2*]

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

2- استادیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

(تاریخ دریافت: 98 /06/14 تاریخ پذیرش: 99/02/09)

چکیده

در پژوهش حاضر از درصدهای مختلف پودر عناب و همچنین شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتیتول برای تولید ژله کم کالری بر پایه ژلاتین استفاده شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ژله‌های تولیدی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزودن پودر عناب و شیرین‌کننده‌ها به ژله باعث کاهش رطوبت و همچنین افزایش خاکستر گردید که این افزایش خاکستر می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات معدنی مانند کلسیم و فسفر در پودر عناب باشد. جایگزینی ژلاتین با پودر عناب موجب کاهش میزان پروتئین نمونه‌های ژله گردید. نتایج همچنین نشان داد که میزان اسیدیته نمونه شاهد در مقایسه با نمونه‌های دیگر بیشتر بوده است. مشاهده شد که با افزایش درصد پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز میزان درجه بریکس کاهش یافته است. نتایج بیانگر این موضوع بود که با افزودن پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز در درصدهای بیشتر به ژله‌ها، میزان سینرزیس آن‌ها به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. نمونه‌های تولیدی از نظر وجود باکتری‌های اسید لاکتیک و مقاوم به اسید منفی بوده‌اند و این باکتری‌ها در هیچکدام از نمونه‌های ژل مشاهده نشدند. نمونه‌ها از نظر وجود کپک و مخمر نیز بررسی گردیدند و نتایج نشان داد که میزان کپک و مخمر در نمونه ژله شاهد در مقایسه با سایر نمونه‌ها کم‌تر بوده است. نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی نیز بیانگر مطلوبیت بالای ژله‌های تولید نزد مصرف‌کنندگان بوده است. در کل نتایج این مطالعه بیانگر این موضوع بود که می‌توان از پودر عناب و شیرین‌کننده‌های مالتیتول و سوکرالوز برای تولید ژله‌های کم کالری استفاده نمود.

کلید واژگان: ژله کم کالری، ژلاتین، عناب، سوکرالوز، مالتیتول

*مسئول مکاتبات: fa.abdolmaleki@gmail.com

1- مقدمه

ژله فرآورده نیمه جامد و شفافی است که طی فرآیند خاص با استفاده از شکر یا آب میوه یا دیگر مواد قندی مجاز، به عنوان ماده شیرین کننده و پکتین یا ژلاتین به عنوان عامل تشکیل ژل تهیه می‌شود و ممکن است ماده طعم دهنده و رنگی نیز به آن اضافه شود. در حال حاضر ژله بیشتر به صورت پودر ژله یافت می‌شود که باید آن را با آب سرد و گرم مخلوط و در یخچال منعقد کرد [1]. ژله‌های میوه‌ای، از جمله فراورده‌های ژله‌ای قنادی محسوب می‌گردند. در ژله‌های قنادی ترکیبات ژل کننده با توجه به ویژگی‌های بافتی مورد نظر (بافت نرم یا سخت) انتخاب می‌گردند. این ترکیبات به فرم مواد ذوب شده در می‌آیند و می‌توانند به شکل‌های مختلفی قالب گذاری شوند [2]. امرزوه تولید ژله با طعم‌های مختلف و فرمولاسیون‌های متفاوت از جمله تولید ژله‌های میوه‌ای کم کالری توسط محققان بررسی شده است. در این مطالعه نیز از عناب برای تولید ژله استفاده شده است. گیاه دارویی عناب با نام علمی *Ziziphus jujub*e Mill. متعلق به خانواده *رامناسه آ* می‌باشد. خواص سلامت بخش عناب مربوط به ترکیبات شیمیایی آن مانند ویتامین C، پلی ساکاریدها، اسیدهای فنولیک (هیدروکسینامیک اسید و اسیدهای بنزوئیک)، فلاوونوئیدها، تری ترپنیک اسیدها و نوکلئوزیدها می‌باشد [3]. در ایران تحقیقات متعددی در خصوص تولید محصولات شیرین کم کالری صورت گرفته است که در آن ساکارز با شیرین‌کننده‌های کم کالری جایگزین گردیده است. همچنین تولید ژله کم کالری میوه با استفاده از پکتین طبق گل افتابگردان همراه با شکر بررسی شده است [4]. ولی تا کنون تحقیقی پیرامون فرمولاسیون ژله عناب کم کالری با استفاده از شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتیتول به منظور کاهش یا حذف ساکارز انجام نشده است. از این رو در مطالعه حاضر تولید ژله عناب کم کالری با کاهش میزان شکر و افزایش قند الکلی مالتیتول همراه با شیرین‌کننده قوی سوکرالوز مورد بررسی قرار گرفته است.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل مالتیتول، سوکرالوز، پودر ژلاتین، سدیم هیدروکسید، معرف فنل فتالئین، محیط‌های کشت مورد استفاده و توئین 80 از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند. آب مقطر از شرکت زلال (ایران) خریداری گردید. میوه عناب نیز از بازار محلی شهر قزوین خریداری گردید.

2-2- آماده سازی پودر عناب

عناب خشک شده با استفاده از آسیاب (آسیاب M20، IKA، آمریکا) پودر گردید. پودرهای تهیه شده در فانل‌های شیشه‌ای دربسته در یخچال در دمای 4 درجه سلسیوس تا زمان مصرف نگهداری گردیدند.

2-3- آماده سازی نمونه های ژله

برای تهیه نمونه‌ها، میزان 10 گرم پودر ژلاتین به همراه 20 گرم شکر مالتیتول به عنوان جایگزین شکر در درصدهای جایگزینی 25، 50، 75 و 100 درصد و سوکرالوز به عنوان جایگزین شکر در درصدهای جایگزینی 0، 0/14، 0/15 و 0/16 درصد با یکدیگر مخلوط گردیدند. درصدهای جایگزینی مورد استفاده به صورت تلفیقی بوده است. سپس 100 میلی لیتر آب جوش به این مخلوط اضافه شد. پس از مخلوط شدن کامل مواد، 100 میلی لیتر آب سرد به محلول تولیدی اضافه شده و جهت بسته شدن، محلول حاصل به داخل یخچال (دمای 4 درجه سلسیوس) منتقل گردید. نمونه‌های تولیدی تا انجام آزمایش‌ها در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری گردیدند. برای تیمارهای مورد نظر، پودر عناب در نسبت‌های 1، 1/5، 2 و 2/5 درصد وزنی/وزنی، جایگزین پودر ژلاتین گردید. در کل در این مطالعه 5 نمونه تولید شد که به شرح زیر است: نمونه شاهد، نمونه حاوی 1 درصد پودر عناب و 25 درصد مالتیتول و 0/16 درصد سوکرالوز، نمونه حاوی 1/5 درصد پودر عناب و 50 درصد مالتیتول و 0/15 درصد سوکرالوز، نمونه حاوی 2 درصد پودر عناب و 75 درصد مالتیتول و 0/14 درصد سوکرالوز و نمونه حاوی 2/5 درصد پودر عناب و 100 درصد مالتیتول.

2-4- بررسی ترکیب شیمیایی نمونه‌های ژله

بررسی ترکیبات شیمیایی نمونمه‌های ژله تولیدی از روش‌های استاندارد AOAC استفاده شد [5]. رطوبت نمونه‌ها با استفاده از آون تعیین گردید. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت از اتوکلاو (فن آزما گستر، تهران، ایران) در دمای 2 ± 100 درجه سلسیوس

استفاده گردید. برای اندازه گیری خاکستر، از روش کوره (فن آزما گستر، تهران، ایران) با دمای 500 درجه سلسیوس استفاده شد. برای اندازه‌گیری پروتئین نمونه‌ها، از روش کلدال استفاده شد. برای اندازه‌گیری بریکس یا مواد جامد محلول نمونه-ها از رفراکتومتر رومیزی مدل RX-5000α استفاده شد. اسیدیته با استفاده از تیتراسیون با سود 0/1 نرمال تعیین گردید. pH نمونه‌های مختلف ژله تولید شده در این پژوهش با استفاده از یک دستگاه pH متر دیجیتال Metrohm مدل 691 ساخت کشور سوئیس در دمای محیط اندازه‌گیری شد.

2-5- اندازه‌گیری سینرزیس (آب اندازی) نمونه‌ها

سینرزیس نمونه‌های ژله به عنوان یکی از فاکتورهای مهم فیزیکی در تولید ژله، 2 ساعت پس از بستن ژله با استفاده از سانتریفیوژ دور 5000g، در دمای محیط اندازه‌گیری شد. مقدار مایع جدا شده از بافت ژله پس از سانتریفیوژ، در ظروف مدرج اندازه‌گیری و درصد سینرزیس بر مبنای رابطه زیر محاسبه شد [5].

$$\text{درصد سینرزیس} = \frac{\text{وزن کل مایع جدا شده}}{\text{وزن کل ژله}} \times 100$$

2-6- ویژگی‌های میکروبی ژله‌ها

برای اندازه‌گیری باکتری‌های مقاوم به اسید و باکتری‌های اسید لاکتیک، 10گرم ژله در 90 میلی لیتر آب پپتون رقیق و هموژنیزه گردید. 1میلی‌لیتر از رقت 0/1 به پلیت‌های استریل منتقل شده و سپس به دو پلیت محیط کشت آگار حاوی سرم پرتقال و دو پلیت دیگر محیط کشت آگار چند منظوره حاوی توئین 80 افزوده و در دمای 30 درجه سلسیوس، گرمخانه گذاری شد. برای شناسایی باکتری‌های خانواده اسید لاکتیک، 1میلی‌لیتر از رقت 0/1 به پلیت‌های استریل حاوی MRS آگار افزوده و در دمای 30درجه سلسیوس، به مدت پنج روز گرمخانه‌گذاری شد. و پس از 5 روز بررسی از نظر باکتری‌های مقاوم به اسید صورت گرفت. برای شناسایی کپک و مخمر نیز، مقدار 2 میلی‌لیتر از رقت 10^{-1} و 2 میلی‌لیتر از رقت 10^{-2} را به 4 پلیت استریل اضافه کرده و از محیط کشت دی کلران-رزبنگال کلرامفنیکل‌آگار به این پلیت‌ها انتقال داده شد. پلیت‌ها در دمای 25 درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری گردیده و پس از پنج روز از نظر کپک و مخمر بررسی گردیدند.

2-7- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی نمونه‌های ژله کم‌کالری حاوی عناب و شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتیتول از روش هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده شد. فاکتورهای تاثیر گذار شامل بافت، قابلیت جویدن، رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند [6]. ارزیابی حسی توسط 20 نفر ارزیاب نیمه‌آموزش دیده (10 مرد و 10 زن) انجام گرفت.

2-8- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمون‌ها در3 تکرار انجام گرفت. تجزیه وتحلیل آماری داده-ها و اختلاف معنادار میان میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 16 و آزمون آماری دانکن در سطح 0/05 انجام شد. همچنین نمودارها به کمک نرم افزار Excel رسم گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- ترکیب شیمیایی نمونه‌ها

میزان رطوبت نمونه‌های مختلف در جدول 1 نشان داده شده است. میزان رطوبت نمونه‌ها تفاوت قابل توجهی با هم ندارد و در کل نمونه‌های حاوی پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز در مقایسه با نمونه شاهد و نمونه دارای یک درصد پودر عناب دارای میزان کمتری از رطوبت بودند که البته این کاهش رطوبت بسیار جزئی بوده است. در واقع کاهش رطوبت می‌تواند ناشی از کاهش میزان شکر در نمونه باشد زیرا که قندها خاصیت جذب رطوبت را دارا می‌باشند. همراستا با نتایج مطالعه حاضر، حسینی نژاد و همکاران (1394) نیز عنوان نمودند که استفاده از شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و ایزومالت در فرمولاسیون پودر ژله میوه‌ای کم کالری باعث ایجاد تغییرات جزئی در میزان رطوبت نمونه‌ها گردید [5]. همچنین با توجه به اینکه ژلاتین یک ماده آبدوست می‌باشد، جایگزینی آن با پودر عناب می‌تواند باعث کاهش رطوبت در نمونه‌ها گردد. میزان خاکستر نمونه‌های مختلف نیز در جدول 1 نشان داده شده است. افزودن پودر عناب و مالتیتول و سوکرالوز تاثیر معنی‌داری بر میزان خاکستر نمونه‌ها داشته ($p<0.05$) و در واقع نمونه شاهد در مقایسه با دیگر نمونه‌ها دارای میزان کمتری خاکستر بوده است. به نظر می‌رسد که افزایش خاکستر بیشتر ناشی از افزایش درصد میزان پودر

عناب باشد که احتمالا خود دارای مقداری خاکستر و مواد معدنی زیادی از قبیل کلسیم، فسفر و کاروتن و.. می‌باشد. گزارش شده است که پودر عناب یک منبع غنی از ترکیبات معدنی است که افزودن این پودر به ژله می‌تواند باعث افزایش خاکستر در نمونه‌ها گردد [7].

میزان پروتئین نمونه‌های مختلف نیز در جدول 1 نشان داده شده است. همان طور که در جدول نشان داده شده است بالاترین میزان پروتئین مربوط به نمونه شاهد و همچنین نمونه با 1 درصد پودر عناب و 25 درصد مالتیتول و 0/16 درصد سوکرالوز بوده است که مطابق انتظار می‌باشد چرا که در نمونه‌های دیگر میزانی از ژلاتین با استفاده از پودر عناب جایگزین شده و با توجه به ماهیت پروتئینی ژلاتین، کاهش میزان پروتئین در اثر افزایش میزان پودر عناب کاملا مطابق انتظار بوده است. در واقع با جایگزینی میزان بیشتر پودر عناب (بیشتر از 1/5 درصد) با ژلاتین، بخش‌های فیبری و کربوهیدراتی در سیستم افزایش پیدا می‌کنند و کاهش بخش پروتئینی دور از انتظار نیست. کریمی و حسینی (1397) نیز عنوان نمودند که جایگزینی ژلاتین با پودر کدوحلوایی باعث کاهش معنی دار پروتئین در محصول نهایی ژله تولیدی گردیده است [1]. در مطالعه دیگر نیز محققین عنوان نمودند که میزان پروتئین ژله‌های بر پایه ژلاتین با افزایش میزان جایگزینی ژلاتین با پودر پوست موز کاهش پیدا نموده است [8].

میزان بریکس نمونه‌های مختلف نیز در جدول 1 نشان داده شده است. همانطور که در جدول مشخص است بیشترین میزان بریکس مربوط به نمونه شاهد بوده است و افزایش درصد پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز میزان درجه بریکس کاهش یافته است. کاهش بریکس در نمونه‌های تولیدی قابل انتظار بوده است. کاهش بریکس در اثر کاهش مواد جامد محلول در آب بوده است زیرا که در ساختار تشکیل دهنده پودر عناب، شکر و ژلاتین با شیرین‌کننده‌های مصنوعی و همچنین پودر عناب جایگزین شده‌اند که این موضوع می‌تواند باعث کاهش بریکس نمونه‌های ژله تولیدی گردید که در جدول 1 نیز این موضوع مشهود می‌باشد. این نتایج همراستا با نتایج یک مطالعه دیگر در زمینه تولید ژله‌های کم کالری از گواوا و توت فرنگی بود که در آن مطالعه نیز عنوان شد که کاهش کالری نمونه‌ها از طریق جایگزینی شکر باعث کاهش درجه بریکس نمونه‌ها گردید [9].

Table 1 some chemical properties of different samples.

Sample	Moisture content (%)	Ash (%)	Protein (%)	Brix
C	86.86 ± 0.03^{a}	0.004 ± 0.000^{d}	4.33 ± 0.06^{a}	13.60 ± 0.10^{a}
F1	86.76 ± 0.05^{a}	0.008 ± 0.001^{c}	4.30 ± 0.06^{a}	13.10 ± 0.10^{b}
F2	86.52 ± 0.06^{bc}	0.009 ± 0.000^{c}	4.09 ± 0.05^{bc}	12.53 ± 0.05^{c}
F3	86.25 ± 0.08^{d}	0.014 ± 0.002^{b}	3.98 ± 0.07^{cd}	12.00 ± 0.10^{d}
F4	86.30 ± 0.24^{cd}	0.018 ± 0.001^{a}	3.91 ± 0.06^{d}	11.46 ± 0.05^{e}

Means with different letters in the same row differ significantly ($p<0.05$). C: control, F1: 1% jujube powder, 25% maltitol, and 0.16% sucralose, F2: 1.5% jujube powder, 50% maltitol, and 0.15% sucralose, F3: 2% jujube powder, 75% maltitol, and 0.14% sucralose, and F4: 2.5% jujube powder and 100% maltitol.

میزان اسیدیته و pH نمونه‌های مختلف در جدول 2 نشان داده شده است. همان طور که در جدول نشان داده شده است، میزان اسیدیته نمونه شاهد در مقایسه با نمونه‌های دیگر بیشتر بوده است و با افزایش میزان عناب، مالتیتول و سوکرالوز از اسیدیته نمونه‌ها کاسته شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH نیز مطابقت خوبی با نتایج حاصل از اسیدیته داشته و با کاهش میزان اسیدیته، pH نمونه‌ها افزایش یافته و کمترین میزان pH مربوط به نمونه شاهد بوده است.

Table 2 pH, acidity and syneresis of different samples.

Sample	pH	Acidity (based on citric acid)	Syneresis (%)
C	5.80 ± 0.01^{d}	0.029 ± 0.001^{a}	4.66 ± 0.57^{a}
F1	6.07 ± 0.02^{c}	0.021 ± 0.001^{b}	4.67 ± 0.57^{b}
F2	6.21 ± 0.02^{b}	0.019 ± 0.000^{b}	9.00 ± 1.00^{bc}
F3	6.22 ± 0.02^{b}	0.016 ± 0.001^{c}	10.66 ± 0.57^{d}
F4	6.29 ± 0.01^{a}	0.015 ± 0.001^{c}	15.33 ± 2.31^{d}

Means with different letters in the same row differ significantly ($p<0.05$). C: control, F1: 1% jujube powder, 25% maltitol, and 0.16% sucralose, F2: 1.5% jujube powder, 50% maltitol, and 0.15% sucralose, F3: 2% jujube powder, 75% maltitol, and 0.14% sucralose, and F4: 2.5% jujube powder and 100% maltitol.

این افزایش pH و همچنین کاسته شدن اسیدیته می‌تواند ناشی از جایگزینی پروتئین ژلاتین با پودر عناب باشد زیرا که پروتئین‌ها دارای خاصیت بافری می‌باشند و جایگزینی ژلاتین با پودر عناب می‌تواند باعث کاهش اسیدیته و افزایش pH گردد.

3-2- آب‌اندازی نمونه‌های ژله

میزان سینرزیس یا در واقع آب‌اندازی نمونه‌های ژله تولید شده در مطالعه حاضر در جدول 2 نشان داده شده است. نتایج نشان داد کمترین میزان سینرزیس مربوط به نمونه شاهد و همچنین نمونه با 1 درصد پودر عناب و 25 درصد مالتیتول و 0/16 درصد سوکرالوز بوده است و با افزودن بیشتر پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز به ژله‌ها، میزان سینرزیس آن‌ها به طور معنی داری افزایش پیدا کرده است. این افزایش آب‌اندازی می‌تواند ناشی از جایگزینی ژلاتین در نمونه‌ها با پودر عناب باشد زیرا که با افزایش جایگزینی میزان آب‌اندازی نیز افزایش یافته است. در واقع ژلاتین یک پروتئین می‌باشد که به دلیل حضور تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل، قابلیت بالایی در ایجاد اتصال با مولکول‌های آب موجود در محیط دارد و از طرفی دیگر با ایجاد شبکه سه بعدی، آب موجود در سیستم را به دام می‌اندازد و درصورت جایگزینی ژلاتین در سیستم باید از ترکیبی با رفتار مشابه استفاده شود [1]. از این رو به نظر می‌رسد که پودر عناب در مقایسه با ژلاتین توانایی بالایی در به دام‌اندازی آب در سیستم نداشته و با افزایش میزان آن سینرزیس نمونه‌ها افزایش یافته است. علاوه بر این، قند نیز توانایی بالایی در جذب آب دارد و جایگزینی آن با شیرین‌کننده‌های مصنوعی می‌تواند باعث افزایش آب اندازی ژله‌ها گردد. همراستا با نتایج این مطالعه، محققین دیگر نیز عنوان نمودند که استفاده از شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و ایزومالت در مقایسه با ساکارز در فرمولاسیون پودر ژله میوه‌ای موجب افزایش آب اندازی ژله‌های تولیدی گردید که بیانگر توانایی کمتر آن‌ها در حفظ آب درون بافتی ژله بوده است [5].

3-3- ویژگی‌های میکروبی نمونه‌ها

در مطالعه حاضر ویژگی‌های میکروبی نمونه‌های تولید شده شامل کپک، مخمر، باکتری‌های مقاوم به اسید و باکتری‌های اسیدلاکتیک مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که در جدول 3 نشان داده شده است، نمونه‌های تولیدی از نظر وجود باکتری‌های اسید لاکتیک و مقاوم به اسید منفی بوده‌اند و این باکتری‌ها در هیچکدام از نمونه‌های ژله مشاهده نشدند. نمونه‌ها از نظر وجود کپک و مخمر نیز بررسی گردیدند. همانطور که در جدول نشان داده شده است میزان کپک در نمونه ژله شاهد در مقایسه با سایر نمونه‌ها کم‌تر بوده است. در کل نمونه‌های حاوی پودر عناب و شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتیتول دارای میزان بیشتری کپک در مقایسه با نمونه شاهد بوده‌اند. نتایج اندازه‌گیری مخمر در نمونه‌ها نیز نشان داد که کمترین میزان مخمر مربوط به نمونه شاهد بوده است و با افزایش پودر عناب و شیرین‌کننده‌ها در فرمولاسیون ژله، میزان مخمر نیز افزایش یافته است. در واقع بیشتر بودن میزان کپک و مخمر در نمونه‌های حاوی شیرین کننده سوکرالوز و مالیتیتول و همچنین پودر عناب می‌تواند ناشی از افزایش سینرزیس آن‌ها باشد زیرا که افزایش سینرزیس به معنای کاهش قابلیت حفظ آب درون بافتی ژله بود و این ویژگی می‌تواند روی کیفیت ظاهری ژله و همچنین رشد میکروارگانیسم‌ها موثر باشد [10]. در کل نتایج ازمون‌های میکروبی نشان داد که ژله‌های تولید شده در مطالعه حاضر از لحاظ میکروبی ایمن بوده و به راحتی می‌توانند توسط مصرف‌کنندگان مورد مصرف قرار گیرند.

Table 3 Some microbiological properties of different samples.

Sample	Lactic acid bacteria	Acid-resistant bacteria	Mold	Yeast
C	Negative	Negative	25 ± 7.07^{b}	5 ± 7.07^{b}
F1	Negative	Negative	75 ± 35.35^{b}	10 ± 14.14^{b}
F2	Negative	Negative	260 ± 141.42^{a}	15 ± 7.07^{a}
F3	Negative	Negative	170 ± 42.42^{ab}	20 ± 14.14^{ab}
F4	Negative	Negative	190 ± 14.14^{ab}	25 ± 7.07^{ab}

Means with different letters in the same row differ significantly ($p<0.05$). C: control, F1: 1% jujube powder, 25% maltitol, and 0.16% sucralose, F2: 1.5% jujube powder, 50% maltitol, and 0.15% sucralose, F3: 2% jujube powder, 75% maltitol, and 0.14% sucralose, and F4: 2.5% jujube powder and 100% maltitol.

4-3- ارزیابی حسی

یکی از ویژگی‌های مهم محصولات غذایی خصوصیات حسی آن‌ها می‌باشد که باید برای مصرف‌کننده مطلوب باشند. از این رو در مطالعه حاضر ویژگی‌های حسی ژله‌های تولید شده شامل بافت، رنگ، عطر و طعم، قابلیت جویدن و پذیرش کلی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که هیچکدام از نمونه‌ها دارای تخلخل نبوده‌اند. امتیاز ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف در جدول 4 نشان داده شده است. همان طور که در جدول مشخص است با افزودن پودر عناب و شیرین‌کننده‌های مالتیتول و سوکرالوز از امتیاز بافت نمونه‌ها کاسته شده اما از نظر ارزیابان حسی، قابلیت جویدن نمونه‌ها بهبود یافته است. نتایج نشان داد که رنگ و عطر و طعم نمونه‌ها در اثر افزودن پودر عناب و شیرین‌کننده‌ها بهتر شده است. به طور کلی پذیرش نمونه‌های حاوی پودر عناب و شیرین‌کننده‌های مالتیتول و سوکرالوز از نظر مصرف‌کننده‌ها بیشتر از نمونه کنترل بوده که بیانگر مقبولیت بالای نمونه‌های تولیدی می‌باشد.

به نظر می‌رسد که کاهش امتیاز بافت در اثر افزودن شیرین‌کننده‌ها و پودر عناب ناشی از کاهش ژلاتین در فرمولاسیون باشد زیرا که ژلاتین خاصیت تشکیل ژل بسیار خوب داشته و بافت خوبی را در ژله ایجاد می‌کند اما افزودن پودر عناب و شیرین‌کننده‌ها می‌تواند بر خواص ژل‌کنندگی آن تاثیرگذار باشد که این می‌تواند باعث کاهش امتیاز بافت گردد [11]. علاوه بر این کاهش شکر نیز می‌تواند در کاهش امتیاز بافت ژله موثر باشد زیرا که حضور شکر در محصولات غذایی نظیر ژله، علاوه بر ایجاد طعم شیرین، در ویژگی‌های بافتی و حجم تاثیر بسزایی داشته و نقش آن محدود به ایجاد طعم شیرین نیست. بنابراین استفاده از هیچ نوعی شیرین‌کننده به تنهایی نمی‌تواند تامین کننده ویژگی‌های شکر باشد [12]. با این حال خواص حسی دیگر ژله مانند قابلیت جویدن، رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی در اثر افزودن شیرین‌کننده‌ها و پودر عناب بهبود یافته‌اند که می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که ژله‌های کم کالری تولید شده در این مطالعه از نظر مصرف‌کنندگان مطلوب می‌باشد. تحقیقات مشابه نیز نشان داده‌اند که در محصولات قنادی حاوی ژلاتین و شکر می‌توان شیرین‌کننده‌هایی مانند مالتیتول و سوکرالوز را به عنوان حجم‌دهنده به طور کامل جانشین ساکارز و شربت گلوکز کرد، بدون این که خصوصیات حسی ژله به طور قابل توجهی تغییر کند [13 و 14]. در یک مطالعه مشابه نیز محققین به بررسی خصوصیات حسی فرمولاسیون پودر ژله میوه‌ای کم‌کالری با استفاده از شیرین کننده‌های سوکرالوز و ایزومالت پرداختند [5]. این محققین نیز عنوان نمودند که ژله‌های تولیدی با استفاده از سوکرالوز و قند الکلی ایزومالت دارای خصوصیات حسی و چشایی مناسبی از نظر مصرف کنندگان بوده‌اند.

Table 4 Sensory properties of different jelly samples.

Sample	Texture	Chewiness	Color	Flavor	Acceptance
C	5	3	1	1	1
F1	4	4	4	4	4
F2	4	4	3	3	3
F3	5	3	2	2	2
F4	3	5	5	5	1

C: control, F1: 1% jujube powder, 25% maltitol, and 0.16% sucralose, F2: 1.5% jujube powder, 50% maltitol, and 0.15% sucralose, F3: 2% jujube powder, 75% maltitol, and 0.14% sucralose, and F4: 2.5% jujube powder and 100% maltitol.

4- نتیجه گیری کلی

در این مطالعه از پودر عناب و همچنین شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتیتول در درصدهای مختلف برای تولید یک ژله کم کالری استفاده شده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی ژله‌های تولیدی مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج کلی این مطالعه بیانگر این موضوعات بود که افزودن پودر عناب و شیرین‌کننده‌ها به ژله باعث کاهش رطوبت و همچنین افزایش خاکستر گردید که افزایش خاکستر می‌تواند ناشی از وجود مواد معدنی در پودر عناب مانند کلسیم، آهن و فسفر باشد که این افزایش مواد معدنی می‌تواند به بهبود خواص سلامت بخش ژله‌های تولید شده بیانجامد. جایگزینی ژلاتین با پودر عناب موجب کاهش میزان پروتئین نمونه‌های ژله گردید. نتایج نشان داد که میزان اسیدیته نمونه شاهد در مقایسه با نمونه های دیگر بیشتر بوده است و با افزایش درصد پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز میزان درجه بریکس کاهش یافته است. کمترین میزان سینرزیس مربوط به نمونه شاهد و همچنین نمونه با 1 درصد پودر عناب و 25 درصد

مالتیتول و 0/16 درصد سوکرالوز بوده است و با افزودن بیشتر پودر عناب، مالتیتول و سوکرالوز به ژله‌ها، میزان سینرزیس آن‌ها به طور معنی داری افزایش پیدا کرده است. نمونه‌های تولیدی از نظر وجود باکتری‌های اسید لاکتیک و مقاوم به اسید منفی بوده‌اند و این باکتری‌ها در هیچکدام از نمونه‌های ژل مشاهده نشدند که بیانگر ایمنی بالای نمونه‌های تولید شده بوده است. نمونه‌ها از نظر وجود کپک و مخمر نیز بررسی گردیدند و نتایج نشان داد که میزان کپک و مخمر در نمونه ژله شاهد در مقایسه با سایر نمونه‌ها کمتر بوده است. نتایج ارزیابی حسی نیز بیانگر مطلوبیت بالای ژله‌های تولیدی نزد مصرف‌کنندگان بوده است. با توجه به نتایج کلی می‌توان گفت که بهترین نمونه تولید شده در این مطالعه، نمونه با 1 درصد پودر عناب و 25 درصد مالتیتول و 0/16 درصد سوکرالوز بوده است. در کل این مطالعه نشان داد که می‌توان از پودر عناب و شیرین‌کننده‌های مصنوعی برای تولید ژله‌های کم کالری استفاده نمود.

5- منابع

[1] Karimi, F., Hosseini Gahbos. S.H. (2018). Investigation of physico-chemical and sensory properties of jelly powder contain pumpkin powder. JFST, 76, 319-327 [In Persian].

[2] Burey, P., Bhandari, B. R., Rutgers, R. P. G., Halley, P. J., & Torley, P. J. (2009). Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. International Journal of Food Properties, 12(1), 176-210.

[3] Ji, X., Peng, Q., Yuan, Y., Shen, J., Xie, X., & Wang, M. (2017). Isolation, structures and bioactivities of the polysaccharides from jujube fruit (Ziziphus jujuba Mill.): A review. Food chemistry, 227, 349-357.

[4] Ghatefar, R., Ahmadi, A., Ghasemzadeh, H., Ayase, A, & Mohammadi, A. (2007). Production of low calorie apple juice jelly with sunflowers head. Agriculture Knowledge, 17, 109-118 [In Persian].

[5] Hosseini, N. M., Mohtashami, M., Kamali, S., & Elahi, M. (2015). Optimizing the formula of a low calorie fruit powder jelly using sucralose and isomalt. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 4, 65-74 [in Persian].

[6] Akesowan, A. (2009). Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. Pakistan Journal of Nutrition, 8(9), 1383-1386.

[7] Abdoul-Azize, S. (2016). Potential benefits of jujube (Zizyphus Lotus L.) bioactive compounds for nutrition and health. Journal of nutrition and metabolism, 2016.

[8] Lee, E. H., Yeom, H. J., Ha, M. S., & Bae, D. H. (2010). Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. Food Science and Biotechnology, 19(2), 449-455.

[9] Moura, S. C. S. R. D., Prati, P., Vissotto, F. Z., Ormenese, R. D. C. S. C., & Santos Rafacho, M. D. (2011). Color degradation kinetics in low-calorie strawberry and guava jellies. Food Science and Technology, 31(3), 758-764.

[10] Alemán, S., Pacheco-Delahaye, E., Pérez, E., & Schroeder, M. (2011). Elaboration of blackberry (Rubus glaucus Benth.) jellies with native and modified banana starches (Musa ABB). African Journal of Food Science, 5(4), 181-187.

[11] Acosta, O., Víquez, F., & Cubero, E. (2008). Optimisation of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. Food Quality and Preference, 19(1), 79-85.

[12] O'Brien-Nabors, L. (Ed.). (2016). Alternative sweeteners. CRC Press.

[13] Stevens, P. 2006. Contribution of gelatin and hydrolyzed collagen to the low glysomic index of food trend in sugar confectionery. Rousselot a VION company Available at http://www.rousselot.com/pt/informacoes-e-downloads/downloads/rousselot-expertzoom accessed: Jan. 2006).

[14] Oakenfull, D., & Scott, A. (1986). Stabilization of gelatin gels by sugars and polyols. Food Hydrocolloids, 1(2), 163-175.

Production of low-calorie jujube jelly with sucralose and maltitol

Babaghasabha, B. [1], Abdolmaleki, F. [2*]

1. MSc graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran
2. Academic Member of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

(Received: 2019/09/05 Accepted:2020/04/28)

In the present study, different percentages of jujube powder, as well as sucralose and maltitol sweeteners were used to produce a gelatin-based low calorie jelly, and the physicochemical and sensory properties of the produced jellies were investigated. The results showed that the addition of jujube powder and sweeteners to jelly reduced the moisture content and also increased the ash content which can be due to the presence of minerals in the jujube powder. Replacing gelatin with jujube powder reduced the protein content of the jelly samples. The results also indicated that the acidity level of the control sample was higher than that of the other samples. It was observed that by increasing the percentage of jujube powder, maltitol and sucralose, the degree of brix decreased. The produced samples were studied for lactic acid and acid-resistant bacteria and these bacteria were not detected in any of the jelly specimens. The samples were also examined for mold and yeast, and the results showed that mold and yeast were less in control jelly samples compared to other samples. The results of the sensory evaluation also indicated the produced jelly samples in the present study were acceptable for the consumers. Overall, the results of this study indicated that the jujube powder and maltitol and sucralose can be used to produce low-calorie jelly.

Keywords: Low-calorie jelly, Gelatin, Jujube, Sucralose, Maltitol

* Corresponding Author Email Address: fa.abdolmaleki@gmail.com